



**Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina**

**Ana Milena Velásquez Díaz**

**Gabriel Alejandro Mejía Aguilar**

**Corporación Universitaria Minutos de Dios**

**Rectoría Oriente / Centro Regional Bucaramanga**

**Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Julio 2025**

**Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos  
relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para  
empleados de oficina**

**Ana Milena Velásquez Díaz**

**Gabriel Alejandro Mejía Aguilar**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en  
Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Asesora**

**Yohanna Milena Rueda Mahecha**

**Magíster en Educación**

**Corporación Universitaria Minutos de Dios**

**Rectoría Oriente / Centro Regional Bucaramanga**

**Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Julio 2025**

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>10</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>11</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Justificación .....</b>	<b>14</b>
<b>2. Descripción Del Problema .....</b>	<b>17</b>
2.1. Planteamiento del Problema .....	17
2.2. Formulación de Investigación .....	19
<b>3. Objetivos .....</b>	<b>19</b>
3.1 Objetivo General.....	19
3.1.1 Objetivos Específicos .....	19
<b>4. Marco Referencial.....</b>	<b>20</b>
4.1 Estado del Arte .....	20
4.2 Marco Teórico .....	22
4.3 Marco Conceptual.....	26
4.4 Marco legal .....	30
<b>5. Metodología .....</b>	<b>32</b>
5.1 Tipo de Investigación .....	32
5.2 Enfoque de la Investigación .....	33
5.3 Población y Muestra Poblacional .....	33
5.4 Técnicas e Instrumentos Para la Recolección de Datos. ....	34
5.4.1 Encuesta diagnóstica.....	35

5.4.1 Entrevista semiestructurada .....	36
<b>6. Desarrollo de Objetivos .....</b>	<b>39</b>
6.1 Diagnosticar el síndrome visual informático (SVI) en empleados de oficina mediante la aplicación del Cuestionario CVS-Q©. ....	39
6.2 Percepción de los empleados frente al uso de tecnología wearable .....	45
6.2.1 Conocimiento y práctica de las pausas activas .....	46
6.2.2 Percepción de beneficios y barreras .....	47
6.2.3 Experiencia previa con tecnología wearable .....	47
6.2.4 Percepción sobre el uso de tecnología wearable en el entorno laboral .....	47
6.2.5 Aceptación del sistema de recordatorio .....	48
6.2.6 Comodidad y usabilidad del dispositivo .....	48
6.2.7 Privacidad y monitoreo de datos .....	48
6.2.8 Factores que facilitaron o dificultaron la implementación .....	48
6.2.9 Beneficios esperados .....	49
6.2.10 Sugerencias para la implementación del sistema .....	49
6.3 Requerimientos funcionales, ergonómicos y tecnológicos necesarios para el diseño de un sistema de monitoreo y prevención basado en tecnología wearable .....	49
6.3.1 Definición de Requisitos y Alcance .....	49
6.3.2 Población objetivo .....	50
6.3.3 Funcionalidades clave del sistema .....	50
6.3.4 Marco normativo .....	51
6.3.5 Normas técnicas internacionales: .....	52
6.3.6 Especificación y Priorización de Requerimientos del Sistema .....	53

6.4 Componentes del Sistema.....	55
6.4.1 Dispositivos Wearable.....	55
6.4.2 Unidad de procesamiento local.....	56
6.4.3 Plataforma de datos en la nube.....	56
6.4.4 Especificaciones Técnicas, Interoperabilidad y Requisitos de Desarrollo del Sistema	56
6.4.5 Plataforma tecnológica del sistema.....	57
6.4.6 Interoperabilidad del Sistema.....	58
6.4.7 Módulo de análisis de datos.....	59
6.4.8 Módulo de notificaciones y retroalimentación.....	59
6.4.9 Interfaz de usuario (conceptual).....	59
6.4.10 Flujo de datos.....	59
6.4.11 Seguridad y privacidad de los datos.....	60
6.5 Funcionalidades Clave del Sistema.....	61
6.5.1 Especificaciones Técnicas de Monitoreo e Integración con Indicadores Ergonómicos	61
6.5.2 Factores Contextuales del Trabajo de Oficina en Colombia.....	62
6.5.3 Traducción de Principios Ergonómicos en Especificaciones de Diseño.....	63
6.5.4 Monitoreo postural.....	64
6.5.5 Vigilancia del tiempo de exposición visual.....	65
6.5.6 Generación de alertas y retroalimentación en tiempo real.....	65
6.5.7 Seguimiento del comportamiento y generación de reportes.....	66
6.5.8 Soporte a la gestión del Sistema de SST.....	66
<b>7. Protocolo de Implementación en la Empresa.....</b>	<b>68</b>
7.1 Fase 1: Diagnóstico previo y planificación.....	68

7.2 Fase 2: Capacitación y sensibilización .....	68
7.3 Fase 3: Implementación piloto del sistema .....	70
7.4 Fase 4: Evaluación y escalamiento .....	71
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>72</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>73</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>74</b>
<b>Apéndices .....</b>	<b>82</b>

**Lista de Tablas**

	Pág.
Tabla 1 <i>Descripción desarrollo de objetivos</i> .....	37
Tabla 2 <i>Puntuación media general del CVS-Q</i> .....	40
Tabla 3 <i>Puntuación media general de edad</i> .....	43
Tabla 4 <i>Requerimientos funcionales del sistema</i> .....	53
Tabla 5 <i>Requerimientos no funcionales</i> .....	54
Tabla 6 <i>Especificaciones técnicas de los dispositivos</i> .....	56
Tabla 7 <i>Plataforma tecnológica del sistema</i> .....	57
Tabla 8 <i>Consideraciones de ciberseguridad</i> .....	58
Tabla 9 <i>Contextualización del Sistema</i> .....	62
Tabla 10 <i>Principios Ergonómicos y Especificaciones de Diseño</i> .....	63
Tabla 11 <i>Matriz de capacitación y seguimiento.</i> .....	69

**Lista de Figuras**

	Pág.
Figura 1 <i>Cantidad de empleados que presentan el síndrome visual informático 74% de los empleados</i> .....	41
Figura 2 <i>Distribución de la Intensidad de Síntomas de SVI entre Empleados de Oficina.</i> .....	42
Figura 3 <i>Distribución de Edades de los Empleados de Oficina</i> .....	43
Figura 4 <i>Distribución de Género de los Empleados de Oficina</i> .....	44
Figura 5 <i>Flujo del proceso</i> .....	60
Figura 6 <i>Mapa de riesgos visuales y ergonómicos.</i> .....	67

**Lista de Apéndices**

	Pág.
Apéndice A Formato de validación de instrumentos .....	82
Apéndice B formato de encuesta semiestructurada. ....	92
Apéndice C Cuestionario síndrome visual informático CVS-Q .....	93
Apéndice D Formato de consentimiento informado .....	95
Apéndice E Bosquejo o prototipo de sistema de monitoreo .....	98

### Resumen

El proyecto fue desarrollado en empleados de oficina con exposición a dispositivos electrónicos que generan riesgos para la salud como el Síndrome Visual Informático (SVI) o Síndrome Visual del Computador (SVC), en este trabajo se hizo referencia al SVI, porque incluye todos los dispositivos digitales. El objetivo principal es la prevención de trastornos visuales y ergonómicos mediante pausas activas visuales y posturales programadas y supervisadas por medio del diseño de un sistema de monitoreo basado en la tecnología wearable. Se utilizó el instrumento CVS-Q© con entrevistas semiestructuradas, analizando la percepción de los empleados sobre el uso de tecnologías wearable, obteniendo datos del 74% de la muestra presentan SVI. Este diseño es importante para prevenir factores de riesgos ergonómicos y visuales.

**Palabras Claves:** Astenopia, fatiga visual, dispositivos digitales, pausas activas, micro-pausas, posturas, síntomas musculoesqueléticos, tecnología wereable, ergonomía, trastornos visuales, ausentismo, trabajadores de oficina.

### **Abstract**

The project was developed with office workers exposed to electronic devices that pose health risks such as Computer Vision Syndrome (CVS). This work refers to CVS because it includes all digital devices. The main objective is to prevent visual and ergonomic disorders through scheduled and supervised active visual and postural breaks, designed using a monitoring system based on wearable technology. The CVS-Q© instrument was used with semi-structured interviews, analyzing employee perceptions regarding the use of wearable technologies. Data were obtained from 74% of the sample who presented CVS. This design is important for preventing ergonomic and visual risk factors.

**Keywords:** Asthenopia, visual fatigue, digital devices, active breaks, micro-breaks, postures, musculoskeletal symptoms, wearable technology, ergonomics, visual disorders, absenteeism, office workers.

## Introducción

En el contexto laboral moderno es frecuente el uso prolongado de dispositivos electrónicos como computadores, tabletas y teléfonos móviles para el desarrollo de las actividades de oficina. Esta exposición continua ha aumentado la predisposición de alteraciones visuales como la fatiga ocular, el ojo seco y el SVI, que de acuerdo con la American Optometric Association (2020), el SVI se define como un conjunto de síntomas visuales tales como visión borrosa, molestias oculares, dificultad para enfocar y sensibilidad a la luz.

El SVI presentan alteraciones del sistema visual que afectan la visión y problemas en los músculos cervicales, muñecas, estrés e irritabilidad, ocasionando ausentismo laboral y disminución en el rendimiento laboral, según González, G. M. S. (2023b). Síndrome visual informático. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(1). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.572>, esto se genera por trabajar con el ordenador, pero no motivados por él, es decir el ordenador, no suele causar estos problemas ya que el origen de estos obedece a un abuso o un mal uso del aparato.

En países en desarrollo, la prevalencia del SVI es alta, ya que las condiciones laborales no contemplan medidas de prevención ergonómica o visual, en este sentido un estudio realizado por Ranasinghe et al. (2016) evidenció que más del 67% de los trabajadores de oficina presentaban síntomas asociados al síndrome visual informático, siendo los principales factores de riesgo la duración de la exposición a pantallas, la mala iluminación, la postura inadecuada y la falta de descansos visuales programados.

Sin embargo, aunque algunas empresas implementan programas de pausas activas y recomendaciones para la higiene visual, la participación de los trabajadores suele ser baja, ya que muchas veces no conciben la importancia de estas medidas o consideran que interrumpen su

productividad.

Ante esta problemática, la incorporación de tecnologías portátiles (wearables) representa una alternativa innovadora para promover hábitos saludables en el entorno laboral. En este sentido, Min et al. (2019) desarrollaron un dispositivo wearable en forma de gafas inteligentes que implementa la regla 20-20-20, la cual consiste en que cada 20 minutos de trabajo se debe mirar un objeto situado a 20 pies de distancia durante al menos 20 segundos. Este dispositivo integra sensores de seguimiento ocular que detectan el tiempo de exposición continua a pantallas y activa recordatorios visuales o auditivos cuando es necesario hacer una pausa.

Además, registra el cumplimiento de estas pausas en una base de datos, permitiendo un monitoreo continuo del comportamiento visual del usuario. Esta tecnología no solo es útil en gafas inteligentes, sino que también puede integrarse en relojes inteligentes como el Apple Watch o el Samsung Galaxy Watch, que mediante aplicaciones especializadas pueden emitir alertas, registrar patrones de uso y brindar retroalimentación personalizada sobre los hábitos visuales del usuario.

En consecuencia, el presente proyecto propone el diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos basados en tecnología wearable, que posibilite la realización de pausas activas visuales y posturales de manera programada y supervisada.

Este sistema piloto integra soluciones tecnológicas que fomentan la salud visual y tiene como objetivo principal reducir los riesgos laborales asociados a la exposición prolongada a dispositivos electrónicos, contribuyendo con la salud y bienestar de los empleados de oficina, mejorando la percepción del trabajador hacia la empresa, manteniendo un ambiente laboral agradable y colaborativo hacia la empresa.

## 1. Justificación

En el contexto actual de digitalización, las rutinas de trabajo han cambiado significativamente en ambientes de oficina, donde se utilizan los ordenadores, las tabletas y los móviles. Esto ha generado un incremento en los problemas visuales y los dolores por malas posturas entre los trabajadores, constituyendo un riesgo para su bienestar físico y mental. Un estudio realizado por Naranjo (2013) en una institución prestadora de servicios de salud en Bogotá reveló que el 95.1% de los trabajadores presentaban síntomas musculoesqueléticos, siendo los más frecuentes los dolores en cuello (48.2%), columna lumbar (45.4%) y mano/muñeca derecha (41.2%).

Las enfermedades osteomusculares se identifican como una de las principales causas de incapacidad laboral, contribuyendo al ausentismo, con una tasa de 14.3 días por trabajador en el sector hospitalario. Ante este panorama, resulta pertinente diseñar estrategias de prevención a través de herramientas tecnológicas que sean fáciles de usar, prácticas y adaptadas al entorno laboral, con el objetivo de reducir estos riesgos y mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

Esta investigación se centra en el diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos basado en tecnología wearable, entendida como dispositivos integrados al cuerpo humano, como relojes inteligentes, gafas o bandas, que permiten la recopilación y procesamiento de datos en tiempo real (Patel et al., 2012).

En el ámbito ergonómico, los dispositivos wearables equipados con sensores inerciales pueden monitorear la postura corporal y los movimientos repetitivos de los trabajadores, alertando sobre posiciones inadecuadas que podrían derivar en trastornos musculoesqueléticos, como los reportados en entornos laborales con alta exposición a tareas repetitivas (Stefana, 2021). Este sistema busca promover la autogestión del bienestar ocupacional mediante el

recordatorio y registro de pausas activas y ejercicios ergonómicos. Al fomentar estos hábitos saludables de forma personalizada y programada, se espera reducir la incidencia de condiciones como el SVI, el ojo seco digital, la fatiga ocular y los dolores musculoesqueléticos en trabajadores de oficina.

Resulta fundamental incorporar un Programa de Vigilancia Epidemiológica enfocado en ergonomía y salud visual, cuyo propósito sea reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y la fatiga ocular en los empleados. Este programa se convierte en un recurso esencial para anticipar, controlar y disminuir los efectos adversos que estos riesgos pueden generar en la salud laboral. Una correcta implementación permite detectar y analizar los factores de riesgo ergonómicos presentes en los distintos puestos, así como definir acciones y medidas preventivas que contribuyan a proteger el bienestar y la seguridad de los trabajadores.

Poner en marcha esta solución genera impactos positivos en diferentes niveles, desde la perspectiva social, puede mejorar las rutinas de trabajo al disminuir el número de ausencias, evitar enfermedades laborales y crear un ambiente de trabajo saludable. A nivel metodológico, propone una alternativa innovadora para el seguimiento de prácticas ergonómicas y visuales en entornos laborales, integrando tecnología portátil como herramienta de intervención preventiva.

En el plano teórico, aporta a la comprensión del papel de la autogestión y las tecnologías emergentes en la promoción del autocuidado en contextos laborales, Según Palmer et al. (2012), las intervenciones en el lugar de trabajo dirigidas a reducir la ausencia por enfermedades musculoesqueléticas logran una reducción media de 1,11 días de ausentismo por mes, lo que refuerza la eficacia de estrategias preventivas como pausas activas o ejercicios ergonómicos.

En el SG-SST (ISO 45001) aporta unos componentes que fortalecen el control y la mejora continua para prevenir riesgos, optimizando procesos y hacer cumplir los requisitos

normativos. Un ejemplo son los umbrales posturales, que nos determina las posturas seguras con tiempos máximos de exposición, permitiendo detectar desviaciones antes de convertirse en lesiones musculoesqueléticas y poder implementar pausas activas. Por medio de la retroalimentación los empleados pueden recibir orientación de hábitos posturales o visuales, promoviendo una cultura preventiva y corrigiendo prácticas inadecuadas. Con la trazabilidad para indicadores se facilita la toma de decisiones de datos objetivos y verificables, evaluando la efectividad de las medidas implementadas, garantizando el seguimiento histórico de mediciones y evaluaciones ergonómicas.

La investigación se realiza porque existe una brecha entre las recomendaciones ergonómicas vigentes y su cumplimiento por parte de los empleados. Según Ranasinghe et al. (2016), una proporción significativa de trabajadores de oficina no realiza pausas visuales durante su jornada laboral, a pesar de estar expuestos a factores de riesgo visual de forma continua. Además, estudios como los de Kang. et al. (2024) advierten que el uso excesivo de pantallas puede derivar en la miopía o el deterioro de la función visual.

Se plantea este proyecto debido a la necesidad de contar con herramientas automatizadas para la ejecución y el seguimiento de rutinas de prevención, superando las limitaciones de los programas tradicionales, como las pausas activas dirigidas o voluntarias, cuya adherencia es baja en la mayoría de los casos (Blehm et al., 2005).

Desde la perspectiva de los trabajadores, esta solución brinda una herramienta que es fácil de usar y útil para cuidar su vista y su postura sin disminuir la productividad. Además, la comunidad laboral en general se beneficia ya que se crea una cultura de prevención que se basa en la ciencia y en tecnologías accesibles. Para los investigadores en formación, este proyecto es una oportunidad para mejorar sus habilidades, a través del diseño de soluciones tecnológicas que

sirvan para optimizar la salud en el trabajo.

Esta situación se debe abordar correctamente, de tal manera que el riesgo de que aumente la incidencia de enfermedades laborales asociadas a la visión y la ergonomía disminuya, y así impactar positivamente en la productividad empresarial, en la salud de los empleados y en el gasto en incapacidades y tratamientos médicos.

## **2. Descripción Del Problema**

### **2.1. Planteamiento del Problema**

A nivel global en las últimas décadas, el avance de la tecnología ha cambiado las dinámicas laborales, en donde se ha fomentado la digitalización en los entornos de trabajo. Esta transformación, ha mejorado la eficiencia operativa y la conectividad, sin embargo, también ha generado nuevas condiciones de riesgo para la salud de los trabajadores, tales como los trastornos visuales y ergonómicos derivados del uso prolongado de pantallas,

como computadoras, tabletas y teléfonos móviles. Según Sheppard y Wolffsohn (2018), e estima que entre el 50% y el 90% de las personas que trabajan frente a pantallas presentan síntomas relacionados con el SVI, el cual se manifiesta con visión borrosa, fatiga ocular, sequedad en los ojos y dolor de cabeza.

En Colombia, pese a que hay leyes relativas a las pausas activas y a la seguridad laboral (Resolución 2346 (2007) y Resolución 0312 (2019)), su puesta en práctica en las compañías suele ser escasa o carente de supervisión, lo que disminuye su efecto verdadero en la salud en el ámbito laboral.

La situación empeora en las empresas del sector administrativo, donde las tareas diarias implican pasar muchas horas frente a pantallas sin descansos visuales programados ni control sobre el seguimiento de sugerencias ergonómicas. Aunque existen programas de pausas activas,

los trabajadores no las hacen con frecuencia debido a que piensan que interrumpen su rendimiento o porque no son conscientes de los efectos negativos de estar mucho tiempo expuestos a pantallas (Ranasinghe et al., 2016). Así, se crea un ambiente laboral donde el cuidado personal se ve limitado por la presión del tiempo y la cultura organizacional.

Además, teniendo en cuenta que, en Colombia, los problemas musculoesqueléticos conforman el 18,7 % de las dolencias laborales las cuales causan ausentismo, un análisis en un centro de salud en Cali señala que el 64,5 % de sus empleados tienen dolor lumbar inespecífico, lo cual produjo 224 días de baja en un año (Penagos et al. 2016). Por tanto, se crea una situación donde la urgencia por seguir trabajando supera el bienestar, lo que trae efectos tanto para la persona como para la empresa.

En una compañía del sector administrativo, se ha observado que los empleados muestran señales de cansancio visual, molestias oculares y dolores de postura relacionados con el uso constante de computadoras. Esto ocurre a pesar de que la empresa ha fijado normas para las pausas activas. Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño / Universidad de Mendoza.

Adicionalmente los siguientes factores constituyen las causas principales de este problema: no contar con herramientas e instrumentos digitales para automatizar los recordatorios de las pausas, no contar métodos de control en el área de salud ocupacional, y que los trabajadores no sean conscientes a la hora de autogestionar su propio bienestar. Sumado a esto, la compañía carece de métricas exactas para evaluar el impacto de estas prácticas en la salud visual y en la postura, lo cual dificulta la posibilidad de tomar decisiones basándose en información real. Esta situación genera consecuencias significativas para la organización, ya que genera un aumento de incapacidades laborales por problemas visuales y osteomusculares, con efectos negativos en la productividad, comprometiendo la capacidad de la empresa para cumplir con los

estándares de salud y seguridad laboral establecidos en la legislación colombiana.

Adicionalmente, según Patel et al. (2012), los dispositivos wearables permiten registrar variables fisiológicas y patrones que pueden ser usados para guiar al usuario en prácticas de autocuidado, complementariamente Min et al. (2019) han mostrado cómo este

tipo de tecnología puede ser aplicada en el entorno laboral para inducir pausas visuales a través de recordatorios, mejorando así la participación del personal.

Por lo tanto, el problema central que aborda esta investigación es la ausencia de un sistema efectivo de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos en trabajadores de oficina, pese a la existencia de normativas y lineamientos internos. Esta problemática se puede mitigar mediante el diseño de una solución basada en tecnología wearable, que permita automatizar, registrar y verificar la ejecución de pausas activas, generando beneficios tanto para los empleados como para la empresa.

## **2.2. Formulación de Investigación**

Teniendo en cuenta el problema mencionado, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo diseñar un sistema de monitoreo basado en tecnología wearable en la prevención de trastornos visuales y ergonómicos en empleados de oficina de una empresa del sector administrativo en Colombia?

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos, basado en tecnología wearable, orientado a empleados de oficina en empresas del sector administrativo en Colombia.

#### **3.1.1 Objetivos Específicos**

Diagnosticar el síndrome visual informático (SVI) en empleados de oficina mediante la

aplicación del Cuestionario CVS-Q©.

Analizar la percepción de los empleados frente al uso de tecnología *wearable* para la promoción de pausas activas, a través de entrevistas semiestructuradas.

Establecer los requerimientos funcionales, ergonómicos y tecnológicos necesarios para el diseño de un sistema de monitoreo y prevención basado en tecnología *wearable*.

## **4. Marco Referencial**

### **4.1 Estado del Arte**

En los últimos años, la tecnología *wearable* ha emergido como una solución innovadora para la prevención de trastornos visuales y ergonómicos en el entorno laboral. Diferentes investigaciones han demostrado su efectividad en la reducción de la fatiga ocular, la corrección postural y la promoción de pausas activas, lo cual contribuye al bienestar general de los trabajadores.

En el contexto internacional Rivera (2023) en su investigación titulada: Impacto de la tecnología *wearable* en la prevención de lesiones musculoesqueléticas, analiza cómo los dispositivos *wearables* pueden influir en la corrección postural y la reducción del sedentarismo, concluyendo que estos dispositivos son efectivos para estimular la actividad física y mejorar la postura durante jornadas laborales prolongadas.

En una línea similar, Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (2024) en un estudio titulado: Dispositivos ponibles para supervisar y mejorar la ergonomía de la postura, examina un sistema de inteligencia artificial portátil que mide en tiempo real hasta diez movimientos de riesgo y proporciona retroalimentación para que los trabajadores puedan autocorregirse. Según los resultados del estudio, se reporta una reducción de hasta el 70 % en lesiones laborales, lo cual respalda el uso de sistemas digitales inteligentes para monitorear

posturas y prevenir afecciones musculoesqueléticas.

Adicionalmente Li et al. (2017) en su investigación titulada: *Digital health: Tracking physiomes and activity using wearable biosensors reveals useful health-related information*, destacan que los sensores portátiles permiten monitorear variables como el movimiento y la frecuencia cardíaca, revelando información útil para prevenir enfermedades y promover hábitos saludables, incluso si su enfoque no se centra exclusivamente en pausas activas. Por su parte, Sheppard y Wolffsohn (2018) en su estudio: *Digital eye strain: Prevalence, measurement and amelioration*, revisan la prevalencia del Síndrome Visual Informático (SVI) y proponen estrategias como pausas visuales frecuentes para mitigar los efectos negativos del uso prolongado de pantallas, particularmente la reducción del parpadeo y la sequedad ocular.

De manera complementaria, Min et al. (2019) en su investigación: *Tiger: Wearable glasses for the 20-20-20 rule to alleviate computer vision syndrome*, desarrollan un sistema *wearable* basado en la regla 20-20-20 para combatir el SVI. A través del uso de gafas inteligentes, los usuarios reciben recordatorios programados que fomentan descansos visuales periódicos, y se registra su cumplimiento, lo cual demuestra cómo la tecnología portátil puede contribuir activamente a la prevención visual en ambientes de oficina.

En el contexto nacional, Taylor et al. (2020) diseña una propuesta de vigilancia epidemiológica para la conservación visual en trabajadores expuestos a pantallas, identificando factores de riesgo visuales y proponiendo medidas preventivas específicas.

De igual forma, Camacho y Suárez (2020) en su investigación: *Relación entre los síntomas de fatiga visual y el uso de dispositivos tecnológicos en los docentes del Colegio José Asunción Silva* analizan la relación entre el uso de dispositivos tecnológicos y la fatiga visual en docentes, destacando que la falta de pausas activas incrementa la aparición de síntomas como

visión borrosa, ardor ocular y dolores de cabeza.

En esta línea Reyes (2019) en su estudio: Identificación del síndrome visual informático y guía de pausas activas oculares para su prevención en los empleados de la empresa Gulf Coast Avionics S.A.S Bogotá, identifica la presencia del SVI en una empresa de Bogotá y propone una guía de pausas oculares como medida preventiva, lo que se alinea con el enfoque del presente proyecto orientado al diseño de un sistema automatizado que incentive este tipo de prácticas.

Adicionalmente Rodríguez y Gómez (2020) en su investigación: Alteraciones en la salud visual y ocular por el uso de pantallas y dispositivos electrónicos en trabajadores de la IPS Proteger, también aportan evidencia sobre la relación entre el uso prolongado de pantallas y las alteraciones visuales, mostrando que la implementación de pausas activas y medidas ergonómicas es una estrategia fundamental para preservar la salud visual.

Las investigaciones profundizadas anteriormente permiten afirmar que se han desarrollado avances significativos en la identificación de factores de riesgo asociados al uso prolongado de pantallas y dispositivos electrónicos, muestran el interés por mitigar el impacto del trabajo sedentario y el esfuerzo visual sostenido en la salud de los trabajadores.

#### **4.2 Marco Teórico**

En este marco teórico se analizan las teorías y fundamentos que sustentan la investigación, se relacionan conceptos y postulados relevantes que explican la importancia de la ergonomía, la fatiga visual y la tecnología wearable en la mejora del bienestar laboral.

Según Sanders y McCormick (1993) la teoría de la ergonomía se enfoca en mejorar el entorno laboral de los trabajadores para optimizar el bienestar y la eficiencia del trabajador. Esta teoría se enfoca en explicar la importancia de diseñar e implementar estrategias que mejoren la postura y reduzcan el esfuerzo visual y muscular. En este sentido, la tecnología wearable puede

actuar como un facilitador ergonómico, proporcionando alertas y recomendaciones para mejorar la postura y fomentar pausas activas efectivas.

Adicionalmente Hendrick y Kleiner (2001) afirman que el diseño y planificación de entornos laborales debe tener la interacción entre el ser humano, las herramientas tecnológicas y el contexto organizacional para optimizar el bienestar y el rendimiento, enfatizan en la importancia de adaptar los puestos de trabajo a los trabajadores, promoviendo la reducción los riesgos asociados al sedentarismo y al esfuerzo visual prolongado y una investigación de Camacho y Suárez (2020) demuestra cómo la falta de pausas activas incrementa significativamente la prevalencia de síntomas de fatiga visual en docentes que utilizan dispositivos tecnológicos.

En el contexto de esta investigación, la ergonomía respalda la implementación de dispositivos wearables como herramientas tecnológicas que monitorean en tiempo real la postura, el movimiento y la frecuencia de pausas activas. La variable monitoreo de pausas activas, se alinea con esta teoría, ya que el uso de wearables permite identificar patrones de comportamiento sedentario o posturas inadecuadas, proporcionando retroalimentación inmediata para prevenir trastornos musculoesqueléticos y fatiga visual.

En este sentido, la teoría del comportamiento planificado Propuesta por Ajzen (1991), afirma que la intención de realizar un comportamiento está determinada por la actitud hacia el comportamiento, la norma subjetiva y el control percibido sobre la conducta, un estudio desarrollado por Rivera (2023) respalda esta perspectiva al demostrar que los dispositivos wearables son efectivos en la estimulación de la actividad física y la disminución del sedentarismo prolongado, lo que sugiere una modificación exitosa de comportamientos mediante la tecnología portátil.

La variable "promoción de la salud laboral" se relaciona directamente con esta teoría, ya que el uso de wearables influye en la actitud de los trabajadores hacia las pausas activas al hacerlas más accesibles y visibles mediante notificaciones o retroalimentación. El monitoreo en tiempo real aumenta el control conductual percibido, permitiendo la realización de pausas al recordarlas y guiarlas.

Adicionalmente, Según Warr (1990) la teoría del bienestar laboral enfatiza en la importancia de factores psicológicos, sociales y físicos en el bienestar y la salud del trabajador, resaltando la importancia de un ambiente de trabajo que promueva pausas activas, de tal manera que no se desarrollen problemas como malestar laboral, fatiga crónica y aumento del riesgo de enfermedades ocupacionales.

El monitoreo mediante dispositivos wearables podría contribuir a mejorar el bienestar, permitiendo que los trabajadores gestionen mejor su salud física y mental. Adicionalmente, Ed Diener (2000) plantea que el bienestar en el trabajo se compone de la satisfacción con la vida laboral, las emociones positivas y la ausencia de emociones negativas.

Teniendo en cuenta este enfoque, las condiciones laborales que promueven la salud física y mental, son clave para lograr el bienestar integral necesario para impactar positivamente la productividad y el compromiso. El no monitoreo de las pausas activas y la falta de atención a la salud visual y postural pueden generar malestar laboral y enfermedades ocupacionales. La implementación de wearables que promueven pausas activas y monitorean la salud de los trabajadores está en línea con esta teoría, ya que promueve el bienestar laboral y la prevención de problemas de salud relacionados con el trabajo.

En este sentido la variable "promoción de la salud laboral" se conecta directamente con esta teoría, ya que las pausas activas monitoreadas por wearables previenen trastornos físicos y

generan emociones positivas al reducir el malestar y la fatiga. La creación de condiciones laborales favorables contribuye a minimizar las emociones negativas asociadas al dolor o la incomodidad.

Paralelamente, teniendo en cuenta a Lazarus y Folkman (1984), la teoría del estrés y la fatiga ocupacional explica cómo las jornadas prolongadas del entorno laboral generan estrés y fatiga que afectan la salud física y mental. Plantea estrategias de afrontamiento tales como las pausas activas para mitigar estos efectos, en este sentido Karasek y Theorell, (1990) afirman que cuando los trabajadores tienen mayor autonomía y control, pueden manejar mejor las exigencias del entorno laboral y así reducir el impacto del estrés.

La variable prevención de fatiga visual y trastornos musculoesqueléticos se fundamenta en esta teoría, teniendo en cuenta que el no monitoreo de pausas activas genera estrés visual y físico. Los wearables al registrar indicadores como movimiento y tiempo frente a pantallas promueven pausas en momentos estratégicos, reduciendo el impacto del estrés ocupacional.

Las teorías relacionadas anteriormente, muestran la importancia de la tecnología wearable en la prevención de riesgos laborales relacionados con la fatiga visual y la ergonomía. El estudio de la Teoría de la ergonomía, la teoría del comportamiento planificado, la Teoría del Bienestar Laboral y la teoría del estrés y la fatiga ocupacional, permiten comprender los beneficios potenciales de la implementación de pausas activas monitoreadas tecnológicamente, mediante la identificación de variables clave, como la fatiga visual, el malestar laboral y los problemas posturales, resaltando la relevancia de diseñar soluciones basadas en tecnología wearable para optimizar el bienestar en el entorno laboral, En este sentido, la investigación propuesta busca contribuir al desarrollo de estrategias innovadoras que promuevan una cultura de salud laboral más eficiente y efectiva.

### 4.3 Marco Conceptual

Este marco complementa el marco teórico desarrollado previamente, ordenando y definiendo los conceptos clave relacionados con la investigación con el fin de abordar el problema planteado: el no monitoreo y la no realización de pausas activas como factores de riesgo para la salud de los trabajadores.

En primer lugar, las pausas activas son breves interrupciones dentro de la jornada laboral que permiten realizar ejercicios físicos, mentales o visuales, con el fin de contrarrestar los efectos adversos del trabajo sedentario, las posturas prolongadas y el esfuerzo visual constante frente a dispositivos electrónicos. Según Cáceres (2017), estas pausas deben realizarse cada dos horas y tener una duración de entre cinco a diez minutos para ser efectivas. Sheppard y Wolffsohn (2018) destacan que estos momentos pueden incluir estiramientos, movimientos oculares o breves caminatas, ayudando a reducir la fatiga física y visual. El Real Decreto 488/1997 de España recomienda que las micro-pausas se realizan en el puesto de trabajo para prevención y mantenimiento de la salud visual y física, con una duración de 30 segundos a 2 minutos, con una frecuencia de 45 – 60 minutos de manera espontánea y autorregulada.

De acuerdo con Barredo y Mahon (2007), existen distintos tipos de pausas: las visuales, enfocadas en relajar la musculatura ocular; las musculoesqueléticas, dirigidas a prevenir lesiones posturales mediante estiramientos y cambios de postura; y las cognitivas, orientadas a reducir la fatiga mental mediante técnicas de respiración y desconexión breve. Michishita (2017) sostiene que la implementación progresiva de estas pausas dentro de la rutina laboral genera beneficios significativos en la reducción de fatiga general y en el aumento del rendimiento.

Estas pausas resultan relevantes para prevenir el (SVI) que se define como un conjunto de síntomas visuales y físicos que se presentan como consecuencia del uso prolongado de pantallas

electrónicas, tales como computadoras, tabletas y teléfonos móviles. Blehm et al. (2005) identifican que aproximadamente el 75 % de los usuarios que trabajan más de seis horas frente a pantallas manifiestan molestias como visión borrosa, sequedad ocular y dolor de cabeza. En línea con esto, Sheppard y Wolffsohn (2018) agrupan estos síntomas en tres categorías: síntomas astenópicos (fatiga ocular, dolor ocular y sensación de pesadez), síntomas de superficie ocular (sequedad, irritación y ardor) y síntomas visuales (visión borrosa, diplopía transitoria y dificultad para enfocar). El SVI se ha convertido en una problemática frecuente en entornos laborales digitales, haciendo urgente la implementación de estrategias como pausas visuales programadas para su prevención.

De manera paralela, el trabajo sedentario y las malas posturas derivan en los trastornos musculoesqueléticos, que son afecciones que comprometen músculos, tendones, ligamentos, nervios y articulaciones, y que se ven agravadas por condiciones laborales como posturas estáticas prolongadas, movimientos repetitivos o falta de pausas activas.

Según Punnett y Wegman (2004), estos trastornos representan alrededor del 30 % de todas las enfermedades ocupacionales a nivel mundial. Wahlström (2005) identifica como patologías frecuentes el síndrome del túnel carpiano, el dolor cervical, la tendinitis de muñeca y la lumbalgia mecánica, particularmente en trabajadores de oficina que utilizan de forma intensiva dispositivos tecnológicos. De igual forma, la Organización Mundial de la Salud (2023) los describe como alteraciones directamente asociadas a la ergonomía deficiente y al sedentarismo prolongado, reforzando la necesidad de intervenciones preventivas centradas en el rediseño de hábitos laborales.

Ante este panorama, la tecnología wearable surge como una potencial solución, ya que hace referencia a dispositivos electrónicos que se integran a la ropa o se portan directamente

sobre el cuerpo, tales como relojes inteligentes, gafas, bandas o sensores, y que tienen la capacidad de recopilar, procesar y retroalimentar información fisiológica o biomecánica en tiempo real. Bonato (2010) señala que el avance de los sensores y de la conectividad ha hecho posible el desarrollo de aplicaciones en salud, deporte y productividad. Seneviratne et al. (2017) afirman que la efectividad de estos dispositivos radica en su precisión para monitorear variables como postura, ritmo cardíaco, respiración o incluso condiciones ambientales, permitiendo generar alertas o sugerencias personalizadas. Estos dispositivos pueden enfocarse en monitoreo biomecánico (para detectar posturas inadecuadas), fisiológico (para observar indicadores de salud) o ambiental (para identificar condiciones como iluminación deficiente), siendo su principal ventaja la posibilidad de ofrecer retroalimentación inmediata, lo cual favorece el autocuidado del usuario y la autogestión de pausas activas o cambios ergonómicos durante la jornada laboral.

Lo anteriormente mencionado fomenta el bienestar laboral, que es un concepto multidimensional que abarca las condiciones físicas, psicológicas y sociales que determinan la salud, satisfacción y desempeño del trabajador dentro del entorno organizacional. Schulte, P., & Vainio, H. (2010). Well-being at work – overview and perspective. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 36(5), 422–429. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3076>, lo conciben como una condición integral que se ve afectada tanto por factores externos como por la percepción subjetiva del individuo.

Warr (2011) plantea que el bienestar no solo depende de evitar el estrés o la fatiga, sino también de garantizar condiciones que estimulen la motivación, la autonomía y el desarrollo profesional. Bakker y Demerouti (2007) señalan que los recursos personales y laborales pueden funcionar como amortiguadores del estrés y potenciadores del rendimiento. En este sentido, Van

Horn et al. (2004) identifican varios componentes del bienestar: el afectivo (satisfacción y compromiso), profesional (motivación y eficacia), social (interacciones laborales), cognitivo (concentración y claridad mental) y psicosomático (ausencia de síntomas físicos relacionados con el trabajo). Ochoa Díaz, C. E., Centeno Maldonado, P. A., Hernández Ramos, E. L., Guamán Chacha, K. A., & Castillo Vizúete, J. R. (2020), respalda que estrategias como las pausas activas, un entorno físico adecuado y el mobiliario ergonómico impactan de manera positiva en la percepción de bienestar y en la reducción de enfermedades laborales.

La astenopia puede ser causada por diferentes factores, entre ellos el uso de dispositivos digitales, lectura prolongada, no realizar descansos, mala iluminación, problemas refractivos no corregidos, según González-Menéndez, López-González, González Menéndez, García González, y Álvarez Bayona, 2019.

La fatiga visual digital, es un problema de salud pública emergente. Es una condición caracterizada por alteraciones visuales y/o molestias oculares relacionadas con el uso de dispositivos digitales y resultantes de una variedad de tensiones en el entorno ocular. (Coles-Brennan, Suley, y Joven, 2019).

En la ergonomía visual, según la Guía Técnica Colombiana GTC 8, la adaptación visual es el proceso mediante el cual los ojos se ajustan a cambios en luminancia o color del campo visual, y la acomodación es el ajuste espontáneo del foco ocular para lograr la máxima agudeza visual a distintas distancias.

La ergonomía postural se basa en el diseño de tareas para que se ajusten a las capacidades físicas de los trabajadores, reduciendo factores de riesgo como posturas incómodas, movimientos repetitivos o cargas excesivas, las normas ISO 9241-5 (diseño de estaciones de trabajo y requisitos posturales) y ISO 9241-6 (ambiente de trabajo), brindan especificaciones técnicas para

mantener posturas cómodas frente a pantallas.

Finalmente, la ergonomía digital proporciona el marco técnico para adecuar el entorno laboral a las necesidades del trabajador en la era digital. Robertson et al. (2013) definen la ergonomía digital como la aplicación de principios ergonómicos al diseño de estaciones de trabajo con computadoras, con el objetivo de aumentar la comodidad, la seguridad y la eficiencia. Straker et al. (2008) identifican cinco elementos fundamentales en su implementación: el diseño adecuado del mobiliario, la configuración óptima de pantallas, el control de la iluminación, la promoción de pausas activas y el uso de tecnologías adaptativas. Davis et al. (2014) reportan que la aplicación de estos principios puede reducir en más del 60 % los síntomas musculoesqueléticos en empleados de oficina, lo que demuestra la importancia de considerar la ergonomía como parte integral de la salud ocupacional en contextos tecnológicos.

En conjunto, los conceptos abordados en este marco conceptual se interrelacionan dentro del contexto de trabajo digitalizado, donde el uso prolongado de dispositivos tecnológicos representa un riesgo real para la salud visual y musculoesquelética de los trabajadores. La tecnología wearable se presenta como una herramienta mediadora que permite implementar pausas activas y recomendaciones ergonómicas de forma automatizada, contribuyendo a prevenir el SVI, los trastornos musculoesqueléticos y mejorar el bienestar laboral. De esta forma, el diseño de un sistema de monitoreo que articule pausas activas, ergonomía digital y seguimiento en tiempo real representa una respuesta pertinente al problema identificado en entornos laborales actuales.

#### **4.4 Marco legal**

La presente investigación se enmarca en el conjunto de disposiciones jurídicas colombianas que regulan la seguridad y salud en el trabajo, así como la promoción del uso

responsable de tecnologías en entornos laborales. El uso de dispositivos *wearables* como herramientas preventivas para la vigilancia y mejora de la salud visual y postural de los empleados encuentra soporte legal en normas que priorizan la protección integral del trabajador, el bienestar físico y mental, y la incorporación de innovaciones tecnológicas que favorezcan entornos laborales seguros y saludables.

La Ley 9 (1979), en su calidad de norma sanitaria, establece medidas tendientes a preservar, conservar y mejorar la salud de los trabajadores, regulando las condiciones de higiene y seguridad en los lugares de trabajo. Esta ley sienta las bases para la prevención de enfermedades profesionales, reconociendo el impacto del entorno laboral sobre la salud.

Posteriormente, con la expedición de la Ley 100 (1993), se consolida el Sistema General de Seguridad Social Integral, dentro del cual se contempla la protección frente a riesgos laborales, incluyendo aquellos derivados del uso inadecuado de tecnologías, posturas forzadas y esfuerzos visuales sostenidos.

En esta misma línea, el Decreto-Ley 1295 (1994) reglamenta el Sistema General de Riesgos Laborales, definiendo las responsabilidades del empleador en cuanto a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo en el trabajo. Esta norma sustenta la necesidad de implementar mecanismos que promuevan la vigilancia activa de la salud, como sistemas automatizados de pausas activas que puedan ser monitoreados a través de tecnología *wearable*.

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), reglamentado por la Ley 1562 (2012) y el Decreto 1072 (2015), establece que las empresas deben adoptar estrategias preventivas y correctivas para reducir la incidencia de enfermedades y accidentes laborales. Estas disposiciones legales promueven la integración de herramientas tecnológicas que permitan monitorear el cumplimiento de rutinas saludables y fortalecer el autocuidado, lo cual guarda

coherencia con el objetivo del presente proyecto.

La Resolución 0312 (2019) establece estándares mínimos obligatorios del SG-SST, incluyendo la identificación de riesgos, la capacitación y el seguimiento a las medidas preventivas, lo cual hace viable la aplicación de soluciones como el diseño de un sistema automatizado de pausas activas apoyado en tecnologías portables.

En la GTC 45 determina matrices de identificación del peligro que abarcan jornadas de trabajo, pausas y se identifican situaciones de postura sedentaria que conllevan a lumbalgias, cervicalgias y otros trastornos musculoesqueléticos. Por lo tanto, deriva medidas preventivas que fomentan pausas activas, el autocuidado y el ajuste del puesto de trabajo según la antropometría.

Por otro lado, el componente tecnológico se respalda en la Ley 1341 (2009), conocida como la Ley de las TIC, que en su artículo 2 promueve el acceso, uso e implementación de tecnologías digitales, fomentando una cultura digital responsable, segura e inclusiva en los distintos sectores, incluido el laboral. En conjunto, este marco legal permite afirmar que la normatividad colombiana vigente Ley 1562 (2012) y el Decreto 1443 (2014) respalda la promoción e integración de herramientas tecnológicas que favorezcan la salud en el trabajo.

## **5. Metodología**

### **5.1 Tipo de Investigación**

La presente investigación se clasifica como descriptiva aplicada, ya que tiene como propósito analizar una problemática real en entornos laborales modernos y proponer como solución el diseño de un prototipo de sistema basado en tecnología *wearable* que promueva su realización.

En primer lugar, se trata de un estudio descriptivo, ya que busca examinar aspectos como la frecuencia con que los empleados de oficina realizan pausas activas y las consecuencias de su

omisión. Este tipo de investigación permite recopilar datos que expliquen las características y dinámicas del fenómeno observado, sin manipulación de variables (Ary et al., 2022).

Adicionalmente, se enmarca como una investigación aplicada, ya que orienta sus resultados hacia una solución práctica. Tal como lo indican Hernández y Mendoza (2021), este tipo de estudios busca resolver problemas concretos mediante la aplicación de conocimientos teóricos y empíricos al contexto real.

## **5.2 Enfoque de la Investigación**

El presente estudio adopta un enfoque mixto, que según Sampieri y Mendoza Torres (2018) implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para responder a un planteamiento del problema, de tal manera que se permitan analizar los datos relacionados con la ejecución de pausas activas, así como las percepciones de los empleados frente al uso de tecnología *wearable* en su entorno laboral.

Desde un enfoque cuantitativo, mediante el cual se recopilan datos numéricos que permitan describir la frecuencia con la que se realizan las pausas y la prevalencia de síntomas visuales.

Desde el enfoque cualitativo, se busca explorar las experiencias, opiniones y valoraciones de los trabajadores respecto a los efectos de las pausas activas mediante un diseño mixto convergente ya que, en esencia, se busca que los resultados de ambos enfoques converjan, se complementen o se expliquen mutuamente, en lugar de simplemente compararlos. De esta manera poner a su disposición a una solución tecnológica que incentive su cumplimiento.

## **5.3 Población y Muestra Poblacional**

La población objetivo de esta investigación está conformada por empleados de oficina

que desempeñan funciones administrativas y operativas en espacios cerrados, con una exposición prolongada al uso de dispositivos electrónicos como computadores, lo cual los hace propensos a desarrollar trastornos visuales y ergonómicos en ausencia de pausas activas regulares.

Para el desarrollo del estudio, se utilizó una muestra no probabilística por conveniencia, seleccionando empleados de oficina que voluntariamente acepten participar y que cumplan con los criterios definidos. Tal como lo señalan Sampieri y Mendoza Torres (2018), este tipo de muestreo se emplea cuando los sujetos son accesibles y cumplen condiciones específicas acordes con los objetivos del estudio.

Los criterios de inclusión para los participantes serán: desempeñar labores frente al computador por un mínimo de seis horas diarias, tener al menos seis meses de experiencia laboral continua en la organización, y no presentar diagnósticos médicos previos de enfermedades visuales o musculoesqueléticas graves que interfieran con la evaluación.

Se plantea trabajar con una muestra total de 50 empleados de oficina, distribuidos de la siguiente manera: 50 participantes participaron en la fase cuantitativa, en la que se evaluó la frecuencia de pausas activas, síntomas reportados y aceptación preliminar del sistema wearable diseñado. Por su parte, 10 de los 50 participantes se entrevistaron en profundidad para explorar sus percepciones y actitudes frente al uso de la tecnología propuesta. Se reconoce que el uso de muestreo por conveniencia puede introducir sesgos de selección, limitando la generalización de los resultados.

#### **5.4 Técnicas e Instrumentos Para la Recolección de Datos.**

Para el desarrollo de esta investigación se emplearon dos técnicas principales: encuesta cuantitativa y entrevista cualitativa semiestructurada. Estas herramientas permitieron caracterizar el fenómeno de estudio y recoger información tanto objetiva como subjetiva.

### **5.4.1 Encuesta diagnóstica**

Objetivo: Obtener información sobre la frecuencia con la que los empleados, presentan síntomas visuales Con base en la estructura general del formato del Cuestionario CVS-Q©, ver apéndice A.

Validación:

Se aplicó el Cuestionario de Síntomas del Síndrome Visual Informático (CVS-Q©), desarrollado y validado por Seguí et al. (2015) en una población trabajadora usuaria de PVD.

El CVS-Q© se compone de 16 ítems que indagan sobre la frecuencia y la intensidad de síntomas visuales experimentados en la jornada laboral. Para cada ítem se califica la frecuencia (nunca, ocasional, frecuente) y la intensidad (moderada o intensa), generando una puntuación total que permite clasificar a los trabajadores según la presencia o no del SVI.

Una puntuación igual o superior a 6 indica sintomatología compatible con el síndrome. La validación original del instrumento fue realizada mediante análisis psicométricos, lo que lo convierte en una herramienta fiable y reproducible para contextos ocupacionales. Ha sido utilizado en múltiples estudios de ergonomía visual en países de Europa y América Latina, lo que respalda su uso en investigaciones similares.

Técnica de Análisis

Para el tratamiento de los datos cuantitativos obtenidos a través del Cuestionario CVS-Q©, se utiliza una estrategia de análisis estadístico descriptivo. Este enfoque permite sintetizar la información recolectada mediante la obtención de medidas de tendencia central y la representación gráfica de los resultados.

El análisis se lleva a cabo mediante la herramienta Microsoft Excel, y contempla las siguientes operaciones estadísticas, como lo son cálculo de la media (promedio), moda y

desviación estándar de la puntuación total del cuestionario, también la clasificación binaria de los participantes según presencia o ausencia del Síndrome Visual Informático, considerando como punto de corte una puntuación mayor o igual a 6 puntos, de acuerdo con lo estipulado por Seguí et al. (2015) y además la representación de los datos mediante tablas dinámicas y gráficos facilitando la visualización y comparación de resultados.

#### **5.4.1 Entrevista semiestructurada**

Objetivo: Profundizar en la percepción de los empleados frente al uso de tecnología *wearable* como apoyo para la ejecución de pausas activas y la mejora de su salud visual y ergonómica.

Estructura y formato:

El guion de la entrevista está compuesto por diez preguntas abiertas orientadas a explorar, conocimiento y práctica de pausas activas, percepción sobre su efectividad, opinión sobre el uso de tecnología para fomentar su cumplimiento, expectativas frente a un sistema de monitoreo automatizado, las entrevistas fueron aplicadas de forma presencial para su posterior transcripción y análisis. La validación de esta entrevista semiestructurada se aplicó un formato de validación de expertos (ver apéndice A) a cinco profesionales del área de seguridad y salud en el trabajo, en donde se calificaron aspectos como claridad y organización, coherencia, extensión, metodología y pertinencia. Adicionalmente se aplicó una prueba piloto a cuatro trabajadores de oficina (Ver apéndice C) con el fin de obtener retroalimentación y ajustar la entrevista.

Técnica de análisis:

Las entrevistas fueron analizadas mediante el enfoque de análisis temático, una técnica cualitativa, que permite identificar, organizar y describir patrones significativos (temas) dentro de los datos. Este enfoque, definido por Braun y Clarke (2006), se caracteriza por su flexibilidad

y utilidad para examinar diferentes perspectivas dentro de un conjunto de datos. El proceso consistió en la transcripción y lectura detallada de las respuestas, seguido de una codificación abierta e inductiva, a partir de la cual se establecieron categorías analíticas representativas de los discursos de los participantes.

**Tabla 1**

*Descripción desarrollo de objetivos*

<i>Titulo</i>	<i>Objetivo</i> <i>Objetivos Específicos</i>	<i>Fases</i>	<i>Resultado</i>
Diseñar un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos, basado en tecnología wearable, orientado a empleados de oficina en empresas del sector administrativo en Colombia	Diagnosticar el síndrome visual informático (SVI) en empleados de oficina mediante la aplicación del Cuestionario CVS-Q©.	<i>Actividad 1. Encuestas cualitativas y cuantitativas</i> <i>Actividad 2. Cuestionario CVS-Q</i>	Clasificar a los trabajadores según la presencia o no del SVI. Una puntuación igual o superior a 6 indica sintomatología compatible con el síndrome
	<i>Objetivo específico 2</i> Analizar la percepción de los empleados frente al uso de tecnología wearable para la promoción de pausas activas, a través de entrevistas semiestructuradas.	<i>Actividad 1. Entrevistas semiestructuradas con una muestra seleccionada de diez empleados que previamente participaron en la encuesta diagnóstica.</i>	A través de estas entrevistas se exploran percepciones, opiniones y expectativas frente al uso de tecnología wearable como herramienta de autocuidado y prevención en el entorno laboral
	<i>Objetivo específico 3</i> Establecer los requerimientos funcionales, ergonómicos y tecnológicos necesarios para el diseño de un sistema de monitoreo y prevención basado en tecnología	<i>Actividad 1. Identificación de los trastornos a monitorear</i>	Identificación y prevención de los siguientes grupos de trastornos laborales: trastornos visuales, principalmente asociados al uso intensivo de pantallas, síndrome de visión por computadora (SVC),

<i>Titulo</i>	<i>Objetivo</i> <i>Objetivo General</i>	<i>Objetivo</i> <i>Objetivos Específicos</i>	<i>Fases</i>	<i>Resultado</i>
		wearable.		que incluye síntomas como fatiga ocular, visión borrosa, ojos secos e irritados, enrojecimiento ocular y cefaleas, miopía progresiva, relacionada con el enfoque prolongado en distancias cortas, trastornos ergonómicos o musculoesqueléticos, derivados de posturas inadecuadas, sedentarismo y movimientos repetitivos como dolor en cuello, hombros y espalda, lumbalgias y dorsalgias, fatiga muscular y calambres

Las variables se correlacionaron mediante recolección simultánea ya que los empleados completaron el CVS-Q© para obtener una puntuación cuantitativa del nivel de síntomas visuales (VI: frecuencia/intensidad). Después, participaron en entrevistas semiestructuradas que capturaron percepciones subjetivas sobre el wearable (VD: percepción del uso y beneficios).

Se realizó una transformación de los datos cualitativos codificando las respuestas cualitativas en categorías o escalas: por ejemplo, "beneficio percibido alto/medio/bajo", "actitudes favorables/neutral/desfavorable", "uso frecuente/ocasional/nulo". Después se realizó un análisis estadístico que codificaron numéricamente las categorías cualitativas (por ejemplo 3 = alta percepción positiva; 1 = baja), y de acuerdo con esto se aplicó la correlación de Spearman

entre puntuación CVS-Q y percepción del wearable, y pruebas no paramétricas si los datos no siguen una distribución normal. Se usó además la correlación Chi cuadrado para asociar grupos (por ejemplo, "síntomas moderados/altos" vs. "percepción positiva/negativa del wearable").

La interpretación de los resultados nos permitió identificar que los empleados con mayor severidad de síntomas (CVS-Q más alta) muestran una percepción más favorable del wearable como apoyo. Esto nos sugiere que quienes sufren más síntomas valoran más estas herramientas (aunque no se prueba causalidad).

## **6. Desarrollo de Objetivos**

### **6.1 Diagnosticar el síndrome visual informático (SVI) en empleados de oficina mediante la aplicación del Cuestionario CVS-Q©.**

Se aplicó a 50 empleados de oficina el cuestionario CVS-Q© se compone de 16 ítems que indagan sobre la frecuencia y la intensidad de síntomas visuales experimentados en la jornada laboral tales como: Ardor ocular, picor o picazón ocular, sensación de cuerpo extraño, lagrimeo, parpadeo excesivo, enrojecimiento ocular, dolor ocular, pesadez de párpados, resequedad ocular, visión borrosa, visión doble, dificultad al enfocar visión de cerca, aumento de sensibilidad a la luz, reflejos, luces o anillos de colores alrededor de los objetos, sensación de ver peor, dolor de cabeza. Para cada ítem se califica la frecuencia (nunca, ocasional, frecuente) y la intensidad (moderada o intensa), generando una

puntuación total que permite clasificar a los trabajadores según la presencia o no del SVI. Una puntuación igual o superior a 6 indica sintomatología compatible con el síndrome.

El SVI se caracteriza por una serie de síntomas oculares y visuales como visión borrosa, fatiga ocular, sequedad, dolor de cabeza y molestias cervicales que se desencadenan tras la exposición prolongada a dispositivos digitales (ordenadores, tabletas, móviles) sin pausas

adecuadas. En ambientes laborales de oficina, estos síntomas afectan negativamente el bienestar y la productividad, y pueden reflejarse en mayores tasas de ausentismo y menores niveles de confort visual durante la jornada laboral.

Para diagnosticar el SVI de forma fiable, se utiliza el Cuestionario CVS-Q© (Computer Vision Syndrome Questionnaire), desarrollado y validado originalmente por Seguí et al. (2015). Este instrumento tiene frecuencia e intensidad en una escala unidimensional adecuada al modelo de Rasch. El CVS-Q© ha demostrado sensibilidad y especificidad superiores al 70%, lo que lo convierte en una herramienta válida y confiable para el tamizaje del SVI en trabajadores expuestos a terminales de visualización digital. Por otra parte, estudios posteriores, como el de Aguilar y Meneses (2022), confirmaron la validez y confiabilidad del CVS-Q© en trabajadores del sector salud en Lima, obteniendo un coeficiente alfa de Cronbach cercano a 0.94.

Para el tratamiento de los datos cuantitativos obtenidos a través del Cuestionario CVS-Q©, se utilizó una estrategia de análisis estadístico descriptivo. Este enfoque permite sintetizar la información recolectada mediante la obtención de medidas de tendencia central y la representación gráfica de los resultados.

En la primera categoría de análisis se enfoca en determinar el porcentaje de empleados que presentan SVI, adicionalmente en la tabla 1 se puede observar el promedio, la moda y la desviación estándar de esta categoría.

## **Tabla 2**

### *Puntuación media general del CVS-Q*

Puntuación media general del CVS-Q	
Promedio	6,92
Moda	6

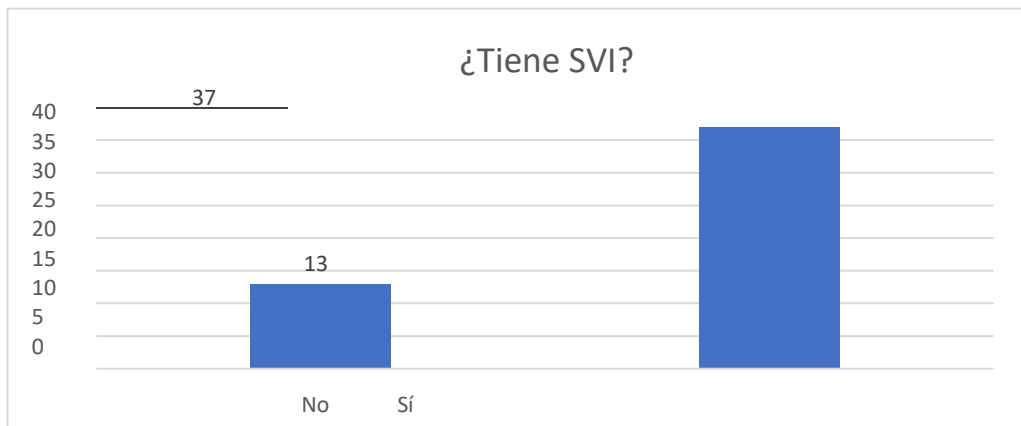
Desviación estándar	3,751679896
---------------------	-------------

Nota. Esta tabla muestra las medidas de tendencias central del CVS-Q

Como se observa en la tabla 1 en promedio, los empleados obtuvieron una puntuación de 6.92 en el cuestionario, lo que sugiere un nivel moderado de síntomas de SVI según la escala del CVSQ-Q, adicionalmente La puntuación más frecuente entre los empleados fue 6, lo que refuerza la idea de un nivel moderado de síntomas como valor más común.

### Figura 1

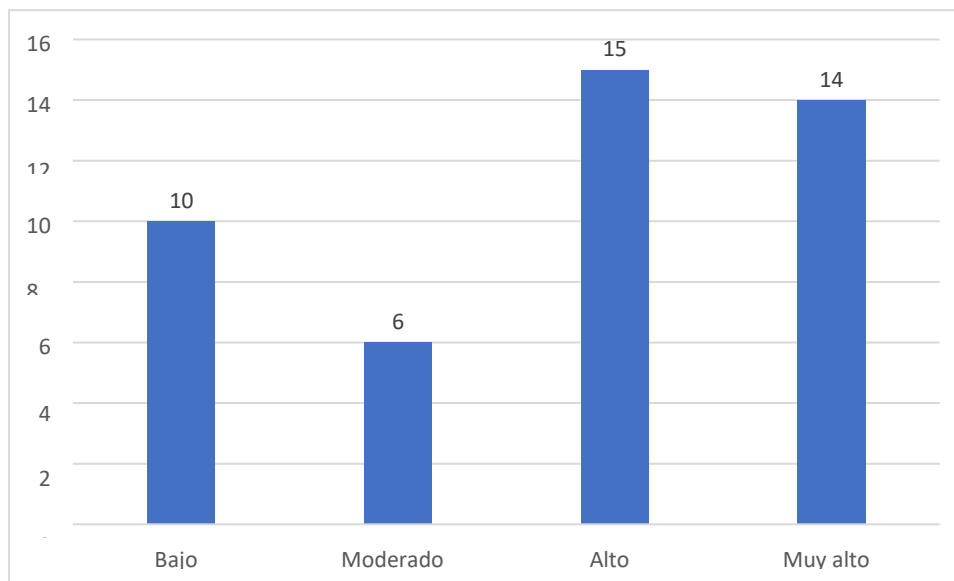
*Cantidad de empleados que presentan el síndrome visual informático 74% de los empleados*



Como se puede observar en el gráfico 1, un 74% de los empleados (37 de 50) reportaron síntomas de SVI, lo que indica una prevalencia significativa del síndrome en esta población. Estos resultados destacan la necesidad de implementar medidas preventivas o correctivas, como pausas visuales, ajustes ergonómicos o revisiones oculares, para mitigar el impacto del SVI.

**Figura 2**

*Distribución de la Intensidad de Síntomas de SVI entre Empleados de Oficina.*



Nota. La figura muestra la distribución de la intensidad de síntomas del SVI

En la figura se observa que la mayor proporción de participantes presentó síntomas del Síndrome Visual Informático (SVI) con intensidad alta el 30 % (15 casos), mientras que la menor proporción se reportó en la categoría de moderado (6 casos). Esta diferencia sugiere una alta prevalencia de molestias visuales intensas entre los trabajadores, posiblemente asociadas a la exposición prolongada a pantallas sin pausas adecuadas ni condiciones ergonómicas óptimas. La baja representación en el nivel moderado podría indicar que la mayoría de los trabajadores experimentan síntomas extremos, lo que subraya la necesidad de intervenciones preventivas más efectivas.

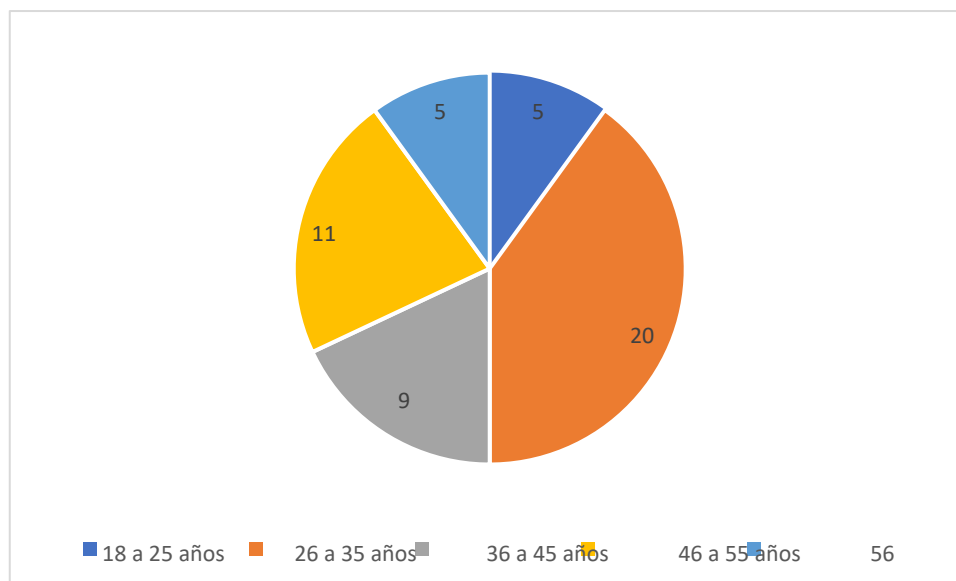
La segunda categoría de análisis relaciona la distribución de la edad, profundizando en que grupos generacionales se presenta con mayor frecuencia el síndrome visual informático, permitiendo así una visión más amplia de la interpretación de los resultados.

**Tabla 3***Puntuación media general de edad*

---

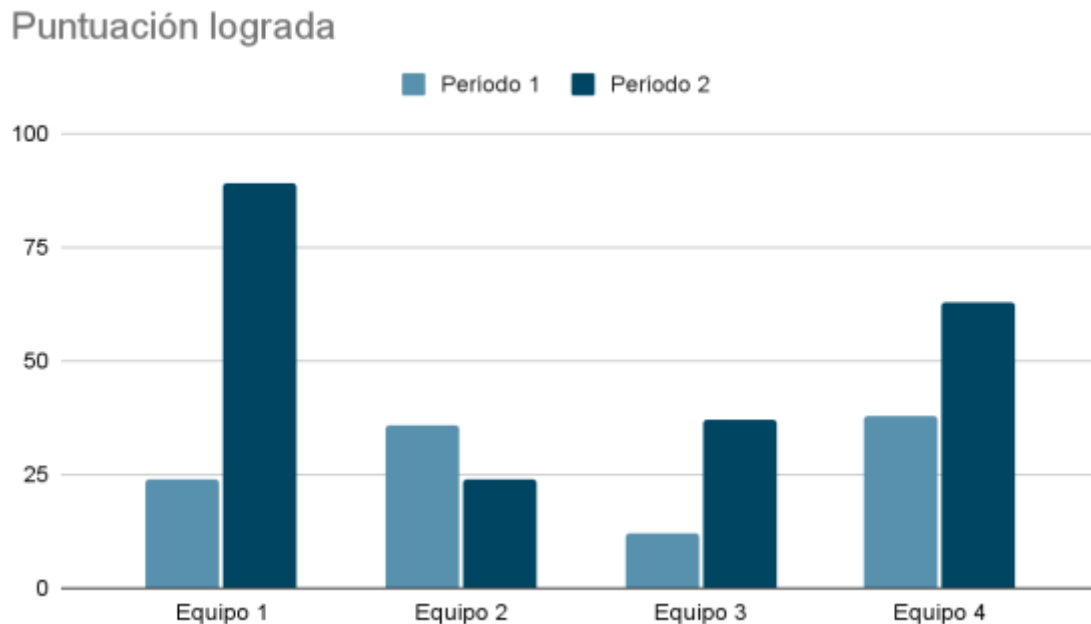
Puntuación media general de edad	
Promedio	38,76
Moda	31
Desviación estándar	11,77953951

---

**Figura 3***Distribución de Edades de los Empleados de Oficina*

**Figura 4**

*Distribución de Género de los Empleados de Oficina*



La gráfica de pastel muestra la distribución de género entre los 50 empleados de oficina, con 26 empleados identificados como femeninos (representados en naranja) y 23 como masculinos (en azul), totalizando 49 empleados clasificados (posiblemente un empleado no especificó género). Esto indica una ligera mayoría femenina (52% aproximado) frente a un 46% masculino, con un balance casi equitativo. En relación con el análisis previo del (SVI), donde el 74% reportó síntomas, no se observa una diferencia significativa por género en la prevalencia general, sugiriendo que ambos grupos podrían estar igualmente expuestos a factores de riesgo como el uso prolongado de pantallas. Sin embargo, un análisis más detallado por género e intensidad de síntomas podría revelar variaciones, especialmente considerando que la diversidad etaria y las condiciones laborales podrían influir de manera diferente en hombres y mujeres.

El análisis cuantitativo realizado sobre los 50 empleados de oficina revela una prevalencia significativa del síndrome visual informático (SVI), con un 74% reportando síntomas y un promedio de puntuación en el CVSQ-Q de 6.92, acompañado de una variabilidad moderada (desviación estándar de 3.75), lo que indica diferencias en la intensidad de los síntomas.

La distribución de estas intensidades muestra que el 64.4% de los empleados presenta niveles Alto o Muy alto, mientras que solo un 22.2% reporta síntomas Bajos, destacando la necesidad de intervenciones preventivas. En términos demográficos, la edad promedio es de 38.76 años, con una moda de 31 años y una desviación estándar de 11.78, reflejando una fuerza laboral diversa donde el grupo de 26 a 35 años predomina, lo que podría correlacionarse con mayor exposición a pantallas.

Asimismo, la distribución de género muestra un equilibrio cercano (52% femeninos y 46% masculinos), sin evidencia inicial de diferencias significativas en la prevalencia de SVI por este factor. Estos hallazgos subrayan la urgencia de implementar medidas ergonómicas, pausas visuales y revisiones oculares, con un enfoque particular en subgrupos de mayor riesgo, como empleados mayores o con intensidades altas de síntomas, para mitigar el impacto del SVI en el entorno laboral.

## **6.2 Percepción de los empleados frente al uso de tecnología wearable**

Para abordar este objetivo, se realizaron entrevistas semiestructuradas con una muestra seleccionada de diez empleados que previamente participaron en la encuesta diagnóstica. A través de estas entrevistas se exploran percepciones, opiniones y expectativas frente al uso de tecnología *wearable* como herramienta de autocuidado y prevención en el entorno laboral.

Como parte del enfoque mixto adoptado en el presente estudio, se aplicó una entrevista semiestructurada a diez (10) participantes con el propósito de explorar sus percepciones,

experiencias y expectativas frente al uso de dispositivos portables (wearables) en el entorno laboral.

Las entrevistas fueron analizadas mediante el enfoque de análisis temático, una técnica cualitativa ampliamente utilizada en estudios exploratorios, que permite identificar, organizar y describir patrones significativos (temas) dentro de los datos. Este enfoque, definido por Braun y Clarke (2006), se caracteriza por su flexibilidad y utilidad para examinar diferentes perspectivas dentro de un conjunto de datos. El proceso consistió en la transcripción y lectura detallada de las respuestas, seguido de una codificación abierta e inductiva, a partir de la cual se establecieron categorías analíticas representativas de los discursos de los participantes.

Estas categorías fueron organizadas en torno a diez ejes interpretativos, directamente relacionados con las preguntas de la entrevista: conocimiento y práctica de pausas activas, percepción de beneficios y barreras, experiencia previa con tecnología wearable, percepción sobre su uso en el trabajo, aceptación de sistemas de recordatorio, usabilidad, privacidad, factores de implementación, beneficios esperados y sugerencias para la implementación.

Este análisis permitió comprender con mayor profundidad la viabilidad sociotécnica del sistema propuesto, atendiendo no sólo a las condiciones técnicas de diseño, sino también a las percepciones, motivaciones y resistencias de los potenciales usuarios. A continuación, se presenta el desarrollo interpretativo de cada categoría, acompañado de citas representativas.

### ***6.2.1 Conocimiento y práctica de las pausas activas***

Los participantes demostraron tener una comprensión bastante homogénea del concepto de pausas activas. Estas fueron descritas como momentos breves para realizar estiramientos físicos, descansar la vista o desconectarse brevemente de la rutina laboral. La mayoría afirmó practicarlas de forma espontánea o cuando sienten molestias físicas. Uno de los participantes

respondió: “Son espacios de tiempo en medio de la jornada laboral, destinados a estiramiento físico y pausa mental.”, otro participante afirmó: Durante la jornada paro y realizo estiramientos, cambios de mirada y movimientos diferentes.”

### ***6.2.2 Percepción de beneficios y barreras***

El principal beneficio identificado fue la reducción de molestias físicas como dolores de espalda, tensión muscular y fatiga visual. Algunas barreras fueron la falta de tiempo, especialmente en jornadas cargadas de reuniones o tareas que requieren alta concentración. Un participante manifestó: “Antes sufría de dolores de espalda, pero ahora que estiro me siento mejor.”, adicionalmente otro participante dijo: “A veces las pausas se usan para distraerse y uno se desconcentra.”

### ***6.2.3 Experiencia previa con tecnología wearable***

Cinco participantes indicaron haber tenido experiencia con relojes inteligentes, aunque no todos los usan actualmente. Quienes los han utilizado mencionan que les han resultado útiles para conocer indicadores físicos (frecuencia cardíaca, pasos, calorías), pero en al menos un caso, las notificaciones laborales interfirieron con el descanso, lo que motivó su abandono. Un participante afirmó: “Tengo un reloj inteligente que me pide que me mueva.”, complementariamente otro participante dijo: “Lo dejé de usar porque recibía notificaciones laborales en mis tiempos de descanso.”

### ***6.2.4 Percepción sobre el uso de tecnología wearable en el entorno laboral***

La mayoría valora positivamente su aplicación para monitorear salud postural y visual, y como un recordatorio útil para realizar pausas. Algunos reconocen que nunca habían considerado esa función, pero tras reflexionar, la ven como una herramienta preventiva valiosa. Uno de los entrevistados respondió: “Me parece genial, es la única forma de obligarnos a pararnos.”, en este

sentido otra persona manifestó: “No lo había visto desde ese punto de vista, pero me parece útil.”

### ***6.2.5 Aceptación del sistema de recordatorio***

Casi todos los entrevistados acogen favorablemente la idea de un sistema que les recuerde cuándo hacer pausas. Las razones más frecuentes fueron el olvido por carga de trabajo y la necesidad de mantener un equilibrio entre concentración y bienestar físico. Uno de los participantes señaló: “Sí, porque muchas veces se nos olvida y esas pausas son necesarias.”, otro de ellos resaltó: “Sí, ya que a veces se me olvida levantarme del puesto.”

### ***6.2.6 Comodidad y usabilidad del dispositivo***

La comodidad de uso no parece ser un problema. Los participantes que ya usan wearables afirmaron sentirse cómodos, mientras que quienes no los han usado se muestran abiertos a su uso, siempre que sean dispositivos livianos o discretos. En este sentido un entrevistado resaltó: “Cómodo, si es pequeño.” Y otro: “Me gusta.”.

### ***6.2.7 Privacidad y monitoreo de datos***

La mayoría expresó confianza en el uso de esta tecnología durante la jornada laboral. Algunos lo condicionaron al respeto del espacio y la jornada, pero no se evidenciaron temores generalizados sobre la privacidad. Teniendo en cuenta lo anterior uno de los participantes dijo: “No, mientras me den espacio para trabajar tranquilo.” Y otro: “No tendría preocupaciones.”

### ***6.2.8 Factores que facilitaron o dificultaron la implementación***

Los factores facilitadores más mencionados fueron la disposición al uso de tecnología, conciencia de la importancia de la salud laboral entre las barreras se destacan el desconocimiento tecnológico o bajo nivel de alfabetización, la falta de políticas institucionales de bienestar laboral, las limitaciones económicas para adquirir dispositivos.

### ***6.2.9 Beneficios esperados***

Los participantes esperan que el sistema contribuya a mejorar o mantener la salud física y visual, disminuir síntomas asociados al uso prolongado de pantallas, aumentar el nivel de consciencia sobre el autocuidado en el trabajo.

### ***6.2.10 Sugerencias para la implementación del sistema***

Las recomendaciones más frecuentes fueron capacitar previamente al personal sobre cómo usar el dispositivo, mostrar resultados y beneficios reales en salud, asegurar el cumplimiento efectivo, no solo la instalación del sistema, garantizar la privacidad y manejo ético de los datos, explorar alternativas sin tecnología si hay limitaciones económicas.

El análisis evidencia que los empleados de oficina valoran las pausas activas como una estrategia efectiva para cuidar su salud física y visual, aunque su práctica depende mucho de la carga laboral y la cultura organizacional. La incorporación de tecnología wearable es percibida mayoritariamente como una herramienta útil y no invasiva, siempre que se acompañe de capacitación, garantía de privacidad, y condiciones claras de implementación.

Esto confirma la viabilidad de diseñar un sistema de monitoreo preventivo basado en dispositivos portables, alineado con las necesidades, percepciones y sugerencias de los usuarios.

## **6.3 Requerimientos funcionales, ergonómicos y tecnológicos necesarios para el diseño de un sistema de monitoreo y prevención basado en tecnología wearable**

### Contextualización del Sistema

#### ***6.3.1 Definición de Requisitos y Alcance***

El trabajo en entornos de oficina, caracterizado por el uso prolongado de dispositivos tecnológicos como computadores, monitores y teclados, ha generado un incremento significativo en la incidencia de trastornos visuales y musculoesqueléticos en la población laboral. Estos

riesgos afectan directamente la productividad, el bienestar y la calidad de vida de los trabajadores, y representan un reto importante para las organizaciones que buscan mejorar sus estándares en seguridad y salud en el trabajo.

Identificación de los trastornos a monitorear y prevenir mediante el sistema propuesto está orientado a la identificación y prevención de los siguientes grupos de trastornos laborales: trastornos visuales, principalmente asociados al uso intensivo de pantallas, síndrome de visión por computadora (SVC), que incluye síntomas como fatiga ocular, visión borrosa, ojos secos e irritados, enrojecimiento ocular y cefaleas, miopía progresiva, relacionada con el enfoque prolongado en distancias cortas, trastornos ergonómicos o musculoesqueléticos, derivados de posturas inadecuadas, sedentarismo y movimientos repetitivos como dolor en cuello, hombros y espalda, lumbalgias y dorsalgias, fatiga muscular y calambres.

### ***6.3.2 Población objetivo***

El sistema está dirigido a empleados de oficina que desempeñan sus funciones frente a un computador por periodos prolongados (mayores a 4 horas diarias continuas). Esta población se caracteriza por estar expuesta a condiciones laborales que favorecen la aparición de trastornos visuales y ergonómicos, especialmente cuando no se aplican medidas preventivas adecuadas ni pausas activas regulares.

### ***6.3.3 Funcionalidades clave del sistema***

El sistema de monitoreo y prevención, basado en tecnología wearable, estará diseñado para realizar las siguientes funciones principales al monitorear la postura del trabajador en tiempo real, se evidencia que la mala postura es común en los trabajadores por los tiempos de exposición en las pantallas y por la falta de supervisión y control sobre las pausas activas. Se registra un tiempo continuo frente a pantallas de 3 a 4 horas seguidas sin pausas activas durante

ese periodo.

Emitir recordatorios para realizar ejercicios de relajación ocular y pausas ergonómicas mediante notificaciones, sería la clave para mitigar las falencias en las empresas y con los trabajadores de oficina de la empresa, para esto es importante almacenar y reportar datos de exposición y comportamiento postural, que puedan ser revisados posteriormente por el área de seguridad y salud en el trabajo.

Cabe destacar que el diseño se enfocará en la conceptualización de estas funcionalidades y no en su programación o desarrollo técnico, lo cual se encuentra fuera del alcance de la presente investigación.

#### **6.3.4 Marco normativo**

El diseño del sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos para empleados de oficina se encuentra alineado con la legislación colombiana vigente en materia de riesgos laborales, así como con normas técnicas internacionales que orientan las buenas prácticas en ergonomía, gestión de la salud y seguridad en el trabajo. Estas disposiciones constituyen el fundamento legal y técnico que sustenta el desarrollo del sistema propuesto.

Normativa nacional:

Ley 1562 (2012): Modifica el sistema de riesgos laborales en Colombia y establece la responsabilidad del empleador en la implementación de acciones de promoción y prevención frente a los factores de riesgo presentes en el entorno de trabajo. Incluye la obligación de prevenir enfermedades laborales relacionadas con la ergonomía y el uso de tecnologías.

Resolución 0312 (2019): Establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Destaca la importancia de identificar y controlar los factores de riesgo biomecánicos, como movimientos repetitivos, posturas prolongadas o

inadecuadas, y exposición a condiciones visuales desfavorables.

### ***6.3.5 Normas técnicas internacionales:***

ISO 45001:2018 (Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo): Esta norma establece un marco de referencia para mejorar la seguridad de los trabajadores, reducir los riesgos laborales y crear condiciones de trabajo más seguras. Propone un enfoque preventivo, basado en la identificación y control de peligros, que se alinea con el propósito del sistema propuesto. Destaca la necesidad de integrar tecnologías para el seguimiento continuo del riesgo y la participación activa de los trabajadores en la mejora del entorno laboral.

ISO 9241-5:1998 (Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos – Parte 5: Diseño del puesto de trabajo): Esta norma ofrece directrices específicas para la configuración ergonómica de estaciones de trabajo en oficinas, incluyendo, altura ajustable de la silla y la pantalla, soporte lumbar adecuado, iluminación controlada para evitar reflejos y fatiga ocular, distribución del espacio de trabajo que promueva posturas naturales.

Estas especificaciones sirven de base para establecer los parámetros de referencia en la configuración de alertas y monitoreo ergonómico del sistema wearable.

ANSI/ASSP Z10-2019 (Occupational Health and Safety Management Systems): Norma americana que proporciona un modelo integral para la gestión de la salud y seguridad en el trabajo con un enfoque en la mejora continua. Introduce principios como, participación activa de los trabajadores, evaluación continua del desempeño del sistema, incorporación de herramientas tecnológicas para la vigilancia activa de la salud.

Esta norma fortalece el enfoque de intervención sistémica y preventiva que busca implementar el diseño propuesto.

En conjunto, estas normativas mencionadas anteriormente (Ley 1562, 2012, Resolución 0312, 2019, ISO 45001:2018, ISO 9241-5:1998, ANSI/ASSP Z10-2019) ofrecen un marco técnico y regulatorio robusto para la estructuración del sistema, orientado a prevenir riesgos ergonómicos y visuales mediante la aplicación de tecnología wearable. Además, justifican la pertinencia de contar con herramientas de monitoreo que permitan adoptar decisiones oportunas y basadas en evidencia, promoviendo la salud ocupacional desde un enfoque preventivo, sistemático y centrado en el bienestar del trabajador.

### 6.3.6 Especificación y Priorización de Requerimientos del Sistema

A continuación, se sistematizan los requerimientos del sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos, diferenciando entre requerimientos necesarios (N) y deseables (D), e incluyendo criterios de desempeño funcional que orientan su diseño conceptual.

**Tabla 4**

#### *Requerimientos funcionales del sistema*

<b>Código</b>	<b>Requerimiento Funcional</b>	<b>Tipo Prioridad</b>		<b>Criterios de Desempeño</b>
RF-01	El sistema debe monitorear en tiempo real la postura del trabajador.	N	Alta	Actualización cada 5 segundos. Precisión mínima del 90% en detección postural.
RF-02	El sistema debe registrar el tiempo de exposición visual continua frente a pantallas.	N	Alta	Intervalos de monitoreo de 1 minuto. Umbral de alerta: 20 minutos continuos.
RF-03	Emitir notificaciones para pausas activas o ejercicios visuales.	N	Alta	Envío inmediato ante detección de condición de riesgo. Tiempo de respuesta <2 segundos.
RF-04	Almacenar los datos recolectados para análisis posterior.	N	Alta	Base de datos segura en la nube. Acceso histórico mínimo de 3 meses.
RF-05	Generar reportes semanales de desempeño ergonómico.	D	Media	Reportes automáticos en PDF o visualización gráfica.
RF-06	Integrar recomendaciones personalizadas según el comportamiento del usuario.	D	Media	Ajustes basados en historial de datos. Mínimo una actualización diaria.

<b>Código</b>	<b>Requerimiento Funcional</b>	<b>Tipo Prioridad</b>		<b>Criterios de Desempeño</b>
RF-07	Permitir configuración personalizada de frecuencia de alertas.	D	Baja	Interfaz amigable. Cambios en tiempo real.

El análisis de los requisitos funcionales presentados en la tabla indica que el sistema de monitoreo y prevención prioriza funciones críticas como el monitoreo en tiempo real de la postura (RF-01) y la gestión de la exposición visual (RF-02), ambas con alta prioridad, lo que sugiere un enfoque en la salud ergonómica inmediata del trabajador. La capacidad de emitir notificaciones y almacenar datos (RF-03 y RF-04) refuerza la importancia de la prevención y el análisis retrospectivo, con un acceso histórico mínimo de tres meses. Los requisitos de menor prioridad (RF-05, RF-06, RF-07), clasificados como media, se centran en reportes y personalización, indicando que son complementarios, pero no urgentes.

### Tabla 5

#### *Requerimientos no funcionales*

<b>Código</b>	<b>Requerimiento No Funcional</b>	<b>Tipo Prioridad</b>		<b>Criterios de Desempeño</b>
RNF-01	Garantizar la privacidad de los datos personales.	N	Alta	Cumplimiento de la Ley 1581 de 2012. Cifrado de extremo a extremo.
RNF-02	Ser compatible con dispositivos móviles y de escritorio.	D	Media	Funcionalidad en Android, iOS y Windows.
RNF-03	Presentar una interfaz conceptual clara y comprensible.	D	Media	Tiempo de aprendizaje menor a 30 minutos. Lenguaje simple y visual.
RNF-04	Bajo consumo energético de los dispositivos wearable.	D	Baja	Duración mínima de batería: 10 horas de trabajo continuo.

Nota. La tabla muestra los requerimientos no funcionales del sistema.

La implementación efectiva de estos requerimientos no funcionales es esencial para garantizar que el sistema no solo cumpla con sus funciones básicas, sino que también ofrezca una experiencia de usuario segura, accesible y eficiente. Es recomendable realizar revisiones

periódicas y pruebas de desempeño para asegurar que estos criterios se mantengan a lo largo del ciclo de vida del sistema.

Observaciones Técnicas específicas

Frecuencia de actualización de datos para parámetros posturales cada 5 segundos y para exposición visual cada 1 minuto. El Nivel de precisión esperado postura corporal al menos 90% de concordancia con la evaluación visual profesional, el tiempo de exposición visual: margen de error menor al 5%.

Tiempo de respuesta de alertas:

Menos de 2 segundos desde la detección del riesgo hasta la emisión del aviso.

## **6.4 Componentes del Sistema**

El sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos propuesto está estructurado en componentes funcionales interrelacionados, los cuales trabajan de manera conjunta para capturar, procesar, analizar y retroalimentar al usuario en tiempo real sobre su estado postural y visual en el entorno de trabajo.

### ***6.4.1 Dispositivos Wearable***

Los dispositivos portables o wearables constituyen la primera capa del sistema, encargada de la captura directa de datos fisiológicos y comportamentales del trabajador. Estos pueden incluir sensores posturales colocados en la parte superior de la espalda o cuello, gafas inteligentes o dispositivos con sensores ópticos para monitorear el parpadeo, la distancia visual y el tiempo de exposición a la pantalla, pulseras inteligentes, relojes o bandas que registren movimientos repetitivos y niveles de actividad física.

Estos dispositivos recopilan variables como posición corporal (inclinación, rigidez, encorvamiento), tiempo de exposición visual continua, intervalos sin pausas activas, niveles de

iluminación ambiental.

#### **6.4.2 Unidad de procesamiento local**

La información recolectada por los dispositivos wearable es enviada a una unidad de procesamiento local, la cual puede estar representada por el smartphone del usuario, una tableta o su computador de escritorio. Esta unidad cumple funciones como, recibir los datos de los sensores en tiempo real, ejecutar validaciones preliminares de calidad del dato, transmitir la información a la plataforma en la nube para su almacenamiento y análisis.

#### **6.4.3 Plataforma de datos en la nube**

La plataforma en la nube se encarga del almacenamiento estructurado, seguro y escalable de los datos recolectados por los dispositivos. Su finalidad es permitir el acceso remoto de los responsables del área de seguridad y salud en el trabajo (SST), la trazabilidad histórica del comportamiento postural y visual de cada trabajador y la centralización de la información para análisis grupales o institucionales.

#### **6.4.4 Especificaciones Técnicas, Interoperabilidad y Requisitos de Desarrollo del Sistema**

Esta sección complementa el diseño conceptual del sistema proponiendo especificaciones técnicas mínimas de los componentes físicos y digitales, así como criterios de interoperabilidad, lineamientos básicos de ciberseguridad más allá del marco legal, y una propuesta preliminar sobre la plataforma tecnológica y sus posibles entornos de desarrollo.

**Tabla 6**

*Especificaciones técnicas de los dispositivos*

<b>Componente</b>	<b>Tipo de Sensor / Dispositivo</b>	<b>Especificaciones Mínimas</b>	<b>Justificación Técnica</b>
Sensor postural	IMU (unidad de medición inercial de 9 ejes)	Precisión de $\pm 1^\circ$ , frecuencia de muestreo $\geq 50$ Hz, tamaño compacto ( $< 5$ cm), batería $\geq 10$ h	Captura detallada de inclinaciones y movimientos, ideal para seguimiento postural en tiempo real

Componente	Tipo de Sensor / Dispositivo	Especificaciones Mínimas	Justificación Técnica
Sensor óptico ocular	Infrarrojo / cámara integrada en gafas inteligentes	Detección de parpadeo y distancia, resolución $\geq 640 \times 480$ , capacidad de seguimiento ocular, batería $\geq 6$ h	Para detección de fatiga visual, frecuencia de parpadeo, distancia a la pantalla
Sensor de luz ambiental	Luxómetro digital integrado	Rango 0–2000 lux, precisión $\pm 5\%$ , frecuencia de lectura cada 5 s	Para evaluar condiciones lumínicas y emitir recomendaciones
Banda o reloj inteligente	Acelerómetro / giroscopio	Detección de movimiento en 3 ejes, batería $\geq 10$ h, sincronización Bluetooth 4.0 o superior	Para seguimiento de pausas activas, sedentarismo, micro movimientos
Conectividad	Bluetooth LE (Low Energy), WiFi	Compatibilidad con Android/iOS y sincronización con plataformas web/cloud	Bajo consumo energético, amplia compatibilidad

Nota. La tabla muestra las especificaciones técnicas de los dispositivos Wearable

#### 6.4.5 Plataforma tecnológica del sistema

**Tabla 7**

*Plataforma tecnológica del sistema*

Elemento	Descripción Propuesta
Tipo de plataforma	Híbrida: aplicación web y móvil para permitir acceso desde dispositivos personales (teléfonos, tablets, PC de escritorio).
Entorno de desarrollo sugerido	Frontend: React.js (web), React Native (móvil). Backend: Node.js o Python Flask + base de datos MongoDB o PostgreSQL.
Compatibilidad	Android 9.0 o superior, iOS 13 o superior, navegadores modernos (Chrome, Edge, Firefox).
Lenguaje de programación	JavaScript (React/Node), Python (procesamiento de datos), SQL/NoSQL (almacenamiento).
Servicios en la nube	AWS, Azure o Firebase para hosting, autenticación y almacenamiento seguro.

Nota. La tabla muestra la plataforma tecnológica del sistema

### 6.4.6 Interoperabilidad del Sistema

El diseño propuesto contempla que el sistema pueda integrarse con otros sistemas de gestión empresarial o de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST). Para ello, se prevé:

- Uso de APIs RESTful para intercambio de datos con plataformas externas (ej. software de RRHH, sistemas de salud laboral).
- Exportación de reportes en formatos estándar (CSV, PDF, JSON).
- Estructura modular que permita escalabilidad y personalización por empresa.
- Compatibilidad con sistemas operativos Android, iOS y Windows para facilitar adopción.

#### Consideraciones de Ciberseguridad

Además del cumplimiento legal (Ley 1581 de 2012), el sistema deberá aplicar prácticas técnicas específicas de protección:

**Tabla 8**

#### *Consideraciones de ciberseguridad*

Área	Medida Técnica
Transmisión de datos	Cifrado de extremo a extremo (TLS 1.3 o superior) para conexiones entre sensores, dispositivos y la nube.
Autenticación de usuarios	Sistema de inicio de sesión seguro con autenticación multifactor (2FA) para perfiles administrativos.
Almacenamiento en la nube	Cifrado de base de datos en reposo (AES-256), backups automáticos, políticas de retención de datos.
Control de accesos	Roles diferenciados (trabajador, SST, administrador), con acceso segmentado a funciones y datos.
Actualizaciones de seguridad	Ciclos regulares de mantenimiento, parches y auditorías de vulnerabilidades.

Nota. La tabla muestra las consideraciones de ciberseguridad del sistema

#### ***6.4.7 Módulo de análisis de datos***

Este módulo procesa los datos recopilados y realiza un análisis comparativo frente a parámetros ergonómicos de referencia, como los tiempos recomendados de exposición visual continua o los límites biomecánicos de las posturas. Entre sus funciones conceptuales se incluyen la identificación de patrones de riesgo (sedentarismo prolongado, posturas incorrectas repetidas, omisión de pausas), generación de reportes automáticos y detección de anomalías o tendencias que ameriten seguimiento por parte del área de SST.

#### ***6.4.8 Módulo de notificaciones y retroalimentación***

Este componente se encarga de enviar alertas, recordatorios y mensajes informativos al usuario, en función del análisis de los datos capturados. Las notificaciones pueden ser preventivas como recordatorios para realizar pausas activas o ejercicios oculares, correctivas cuando se detecta una postura inadecuada mantenida por un tiempo prolongado, informativas con recomendaciones diarias, consejos ergonómicos y hábitos saludables.

La retroalimentación debe ser clara, breve y no invasiva, a través de vibraciones, notificaciones emergentes o mensajes de voz, dependiendo del dispositivo utilizado.

#### ***6.4.9 Interfaz de usuario (conceptual)***

Aunque este sistema no contempla el desarrollo de una interfaz gráfica real, se propone de forma conceptual una interfaz intuitiva y amigable, que permita a los trabajadores visualizar su progreso diario y además consultar reportes semanales de exposición y desempeño ergonómico, configurar sus preferencias (frecuencia de alertas, horarios de trabajo, tipo de mensajes).

#### ***6.4.10 Flujo de datos***

El flujo de datos dentro del sistema se establece de la siguiente manera:

1. Captura de datos por los sensores del dispositivo wearable.
2. Transmisión a la unidad local (smartphone o computador).
3. Envío a la nube, donde se almacenan y clasifican.
4. Procesamiento y análisis en el módulo correspondiente.
5. Retroalimentación, enviada de nuevo al usuario y/o área de SST.
6. Visualización de resultados mediante la interfaz conceptual.

Este flujo cíclico permite la continuidad operativa y la mejora progresiva.

### Figura 5

#### *Flujo del proceso*



Nota. El gráfico muestra el flujo de datos dentro del sistema

#### **6.4.11 Seguridad y privacidad de los datos**

El sistema contempla la aplicación de principios de protección de datos personales y confidencialidad, en concordancia con la Ley 1581 (2012) (Ley de Protección de Datos

Personales en Colombia) y los lineamientos de ciberseguridad en ambientes laborales, los cuales serán custodiados por el área de talento humano.

Las medidas propuestas incluyen:

- Transmisión cifrada de datos.
- Acceso restringido a usuarios autorizados
- Consentimiento informado del usuario antes del inicio del monitoreo.

Garantizar la seguridad y privacidad de la información es esencial para fomentar la confianza y aceptación del sistema por parte de los trabajadores y asegurar el cumplimiento legal.

## **6.5 Funcionalidades Clave del Sistema**

### ***6.5.1 Especificaciones Técnicas de Monitoreo e Integración con Indicadores Ergonómicos***

Esta sección detalla la relación directa entre los indicadores a monitorear, los sensores requeridos, los umbrales de activación, y cómo estos parámetros se traducen en especificaciones de diseño ergonómico. Asimismo, se incorporan factores contextuales del trabajo de oficina en Colombia que afectan la configuración del sistema.

**Tabla 9***Contextualización del Sistema*

<b>Indicador a Monitorear</b>	<b>Sensor Propuesto</b>	<b>Variable Medida</b>	<b>Umbral de Activación</b>	<b>Acción del Sistema</b>
Inclinación excesiva del cuello mayor a 30 grados por más de 10 min.	Sensor postural inercial (IMU) en cuello o parte alta de la espalda	Ángulo de flexión cervical	>30° mantenido por más de 10 minutos continuos	Notificación correctiva + vibración del dispositivo
Encorvamiento torácico o lumbar	Sensor postural en espalda media/baja	Ángulo de curvatura espinal	Curvatura mayor a 45° mantenida por más de 15 minutos	Alerta visual y registro del evento
Tiempo de exposición visual continua	Sensor óptico en gafas inteligentes o sensor de proximidad + temporizador	Tiempo de visión continua a <70 cm	>20 minutos sin interrupciones visuales	Alerta para realizar pausa visual de 20-20-20
Nivel de parpadeo	Sensor óptico o infrarrojo en gafas	Frecuencia de parpadeo por minuto	<10 parpadeos por minuto mantenido durante más de 3 minutos consecutivos	Alerta breve sobre fatiga ocular
Iluminación ambiental	Sensor de luz ambiental (luxómetro)	Intensidad lumínica	<300 o >1000 lux	Recomendación para ajustar luz artificial o cortinas
Movimiento del cuerpo	Acelerómetro o giroscopio en banda o reloj inteligente	Cantidad de cambios de posición	<3 cambios por hora	Recomendación de pausa activa o caminata breve

**6.5.2 Factores Contextuales del Trabajo de Oficina en Colombia**

El sistema propuesto tiene en cuenta las condiciones laborales más comunes del entorno colombiano, entre ellas:

- La prevalencia del teletrabajo e híbrido desde la pandemia, especialmente en sectores administrativos ha complicado la desconexión laboral.

Implicación: El sistema debe funcionar en entornos fuera de la oficina tradicional, adaptándose a escritorios improvisados y sillas no ergonómicas ya que lo que reduce es la posibilidad de cumplir con los ejercicios que se proponen.

- Limitado acceso a mobiliario certificado (ej. sillas con soporte lumbar, escritorios ajustables).

Implicación: El monitoreo postural debe compensar con mayor sensibilidad, ya que las condiciones de base no son ideales.

- Uso frecuente de computadores portátiles sin accesorios ergonómicos (bases, teclados externos).

Implicación: Mayor riesgo de posturas forzadas de cuello y espalda; el sistema debe alertar en tiempos más cortos.

- Altos niveles de informalidad laboral en algunos sectores, que dificultan la vigilancia presencial.

Implicación: El sistema debe permitir autonomía del usuario y funcionar sin intervención continua del área SST.

### ***6.5.3 Traducción de Principios Ergonómicos en Especificaciones de Diseño***

**Tabla 10**

*Principios Ergonómicos y Especificaciones de Diseño*

<b>Principio Ergonómico</b>	<b>Requisito de Diseño Funcional</b>
El cuello no debe permanecer flexionado más de 30° por períodos prolongados	El sensor debe emitir alerta si se supera el ángulo de 30° por más de 10 minutos

<b>Principio Ergonómico</b>	<b>Requisito de Diseño Funcional</b>
Se recomienda una pausa visual cada 20 minutos mirando a 6 metros durante 20 segundos	El sistema debe activar un recordatorio de pausa visual cada 20 minutos continuos de exposición
La iluminación debe mantenerse entre 300 y 1000 lux en estaciones de trabajo	El sistema debe medir la luz ambiental y emitir advertencia si el valor está fuera de este rango
La espalda debe mantenerse recta con soporte lumbar durante más del 80% del tiempo sentado	El sensor debe registrar el porcentaje de tiempo con postura adecuada y generar informe semanal
Se recomienda al menos una pausa activa de 5 minutos por cada hora de trabajo continuo	El sistema debe sugerir pausas activas si se detecta sedentarismo superior a 60 minutos

Nota: La tabla muestra los principios ergonómicos y las especificaciones de diseño

La tabla de Principios Ergonómicos y Requisitos de Diseño Funcional destaca un enfoque integral para promover la salud y el bienestar en el lugar de trabajo. Se prioriza la prevención de lesiones cervicales mediante alertas por flexión prolongada superior a 30° durante más de 10 minutos, junto con pausas visuales recomendadas cada 20 minutos. La iluminación adecuada (300-1000 lux) y el monitoreo ambiental reflejan una atención a las condiciones físicas del entorno. Asimismo, el soporte lumbar y las pausas activas de 5 minutos por hora de trabajo continuo buscan mitigar problemas de postura y sedentarismo, con informes semanales que refuerzan el seguimiento.

El sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos, basado en tecnología wearable, está diseñado para cumplir una serie de funciones que permiten identificar condiciones de riesgo, promover hábitos saludables y facilitar la toma de decisiones preventivas.

#### **6.5.4 Monitoreo postural**

Mediante sensores colocados en puntos clave del cuerpo (espalda, cuello, muñeca), el sistema permite:

- Detectar posturas incorrectas mantenidas (ej. inclinación excesiva del cuello, encorvamiento)

de la espalda).

- Registrar y dar recomendaciones en tiempo real durante la duración de cada postura y los cambios de posición a lo largo de la jornada.
- Establecer patrones de comportamiento sedentario o estático que puedan generar molestias musculoesqueléticas, de acuerdo con los resultados que arrojen los sensores que evidencien la ejecución de las pausas activas.

#### ***6.5.5 Vigilancia del tiempo de exposición visual***

El sistema registra de forma automática el tiempo de exposición continua a pantallas, considerando:

- Tiempo sin pausas visuales mayores a 20 minutos.
- Distancia entre los ojos y la pantalla.

A partir de estos datos, se generan alertas que invitan al usuario a realizar pausas visuales activas, orientadas a reducir la fatiga ocular y prevenir el síndrome de visión por computadora.

#### ***6.5.6 Generación de alertas y retroalimentación en tiempo real***

El sistema incluye un módulo de notificaciones inteligentes, que proporciona retroalimentación inmediata al usuario, a través de:

- Vibraciones suaves en el dispositivo wearable.
- Notificaciones en pantalla del computador o teléfono móvil.
- Mensajes breves con recomendaciones personalizadas.
- Alertas ajustables de acuerdo con la actividad de cada usuario con el fin de aumentar la frecuencia a quienes se necesite.

Las alertas se activan en casos como:

- Permanencia en una mala postura por más de 15 minutos.

- Exposición visual continua por más de 20 minutos sin pausa.
- Niveles de iluminación fuera del rango ergonómicamente adecuado.

Estas notificaciones buscan modificar el comportamiento en tiempo real, promoviendo la autoconciencia y la autorregulación del usuario.

#### ***6.5.7 Seguimiento del comportamiento y generación de reportes***

El sistema almacena los datos recolectados y genera informes semanales o mensuales, que pueden ser consultados por el trabajador y el área de SST. Estos reportes incluyen:

- Tiempo total en malas posturas.
- Cobertura de cifrado de datos.
- Frecuencia de pausas activas realizadas.
- Niveles de cumplimiento de los indicadores ergonómicos y visuales.

#### ***6.5.8 Soporte a la gestión del Sistema de SST***

El sistema actúa también como una herramienta de apoyo para el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), al facilitar:

- La identificación de condiciones inseguras o inadecuadas del puesto de trabajo.
- El diseño de planes de intervención preventiva basados en datos.
- La generación de evidencia para auditorías internas o externas.
- El fortalecimiento de la cultura preventiva dentro de la organización.

Estas funcionalidades clave están diseñadas para trabajar de manera integrada, permitiendo que el sistema contribuya de forma significativa a la prevención temprana de riesgos laborales, sin requerir intervención médica directa ni reemplazar el criterio del profesional en SST ya que el sistema exporta datos para que facilitar auditorías y planes de mejora en la empresa.

La implementación de un mapa de riesgos de factores visuales y ergonómicos es de suma importancia ya que promueve una percepción clara y rápida de los riesgos al visualizar los peligros de forma gráfica, los trabajadores y supervisores pueden identificar fácilmente las áreas problemáticas de iluminación, ergonomía o exposición, lo que genera una mayor conciencia y capacidades de respuesta, también ayuda en la priorización eficiente de acciones al mostrar claramente qué puestos o tareas administrativas tienen mayor exposición o representan mayor riesgo, facilita enfocar esfuerzos y recursos en las mejoras más urgentes.

De igual manera aumenta la seguridad, salud y productividad ya que la ergonomía busca adaptar el entorno al trabajador para prevenir lesiones musculoesqueléticas, fatiga visual y otros problemas de salud evaluando y mitigando riesgos ergonómicos reduciendo el ausentismo, errores, y costos médicos, además de mejorar el compromiso y productividad del empleado.

## Figura 6

*Mapa de riesgos visuales y ergonómicos.*



## **7. Protocolo de Implementación en la Empresa**

La implementación del sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos en empleados de oficina debe seguir un protocolo estructurado que garantice su eficacia, aceptación y sostenibilidad en el tiempo. Este protocolo se propone en cuatro fases secuenciales, las cuales permiten una integración progresiva del sistema dentro del marco del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

### **7.1 Fase 1: Diagnóstico previo y planificación**

Objetivo: Establecer las condiciones iniciales, necesidades y capacidades de la empresa para implementar el sistema en aproximadamente 4 meses.

Actividades:

- Realizar una revisión ergonómica y visual de los puestos de trabajo actuales.
- Aplicar encuestas o entrevistas para conocer síntomas frecuentes entre los empleados (fatiga visual, dolores musculoesqueléticos, sedentarismo).
- Identificar usuarios piloto (grupo inicial de prueba).
- Verificar la infraestructura tecnológica mínima (smartphones, conectividad, red interna) y la capacidad de integración con sistemas actuales en las empresas.
- Determinar el presupuesto para adquisición de dispositivos wearable y posibles licencias, revisando así opciones de financiamiento o adquisición gradual del sistema.

Responsables: Área de SST y Talento Humano.

### **7.2 Fase 2: Capacitación y sensibilización**

Objetivo: Promover la aceptación del sistema y educar a los usuarios en su uso adecuado mediante la ejecución de una matriz que se implementa de manera estructurada, que integra tanto el plan de capacitación inicial como un plan de seguimiento para medir la efectividad en el

tiempo.

**Tabla 11**

*Matriz de capacitación y seguimiento.*

<b>Fase</b>	<b>Actividad / Elemento</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicadores / Medición</b>	<b>Frecuencia / Seguimiento</b>
Capacitación	-Realizar capacitaciones teórico-prácticas sobre el -Uso de dispositivos wearable. -Identificación de alertas e interpretación. -Importancia de pausas activas y hábitos ergonómicos saludables (incluye incentivos).	Área de SST	- % de asistencia - Evaluación de satisfacción post-capacitación.	Desde el inicio; repetir si hay baja asistencia o satisfacción
Información	-Divulgar protocolo de privacidad y uso de datos. - Obtener consentimiento informado de los trabajadores.	Área de SST	- % de trabajadores con consentimiento firmado - Nivel de comprensión (autoevaluaciones o encuestas breves)	Inmediato y verificar mensualmente hasta lograr cobertura completa
Materiales	Implementar apoyos visuales (carteles, tutoriales breves).	Área de SST	- N° de materiales distribuidos - Visibilidad: % de empleados que los han visto o consultado	Continuo; rotación o actualización según necesidad
Seguimiento	Medir efectividad mediante	Área de SST	-Participación en pausas activas. -Satisfacción laboral / clima.	Medición periódica (mensual o trimestral)

<b>Fase</b>	<b>Actividad / Elemento</b>	<b>Responsable</b>	<b>Indicadores / Medición</b>	<b>Frecuencia / Seguimiento</b>
Ajustes / Mejora	indicadores clave de rendimiento.  - Revisar resultados de seguimiento. - Ajustar plan de capacitación o materiales según resultados.	Área de SST	-Reportes de molestias o lesiones  - Identificar brechas o mejoras según los indicadores claves de rendimiento.	Debe hacerse de manera cíclica para analizar y ajustar cada período de seguimiento

### 7.3 Fase 3: Implementación piloto del sistema

Objetivo: Evaluar el comportamiento y eficacia del sistema en un grupo controlado de trabajadores, mediante indicadores que nos permitan validar el éxito del sistema.

Actividades:

- Asignar los dispositivos a los usuarios seleccionados.
- Realizar un seguimiento continuo 6 horas al día durante 4 a 8 semanas, con:
  - ✓ Registro de datos de exposición.
  - ✓ Frecuencia de alertas.
  - ✓ Reacciones de los usuarios.
- Aplicar encuestas de satisfacción y entrevistas para evaluar la experiencia de uso, además incluir indicadores cuantitativos y cualitativos que permiten evaluar la eficacia, como niveles de fatiga y productividad.
- Recolectar retroalimentación del equipo de SST para ajustar el diseño funcional.

Responsables: Área de SST, soporte técnico del sistema, usuarios participantes, los cuales durante el piloto mantendrán contacto y comunicación directa con el área, la cual realiza reuniones periódicas de seguimiento para detectar y resolver problemas durante la

implementación (piloto).

#### **7.4 Fase 4: Evaluación y escalamiento**

Objetivo: Analizar los resultados de la prueba piloto y definir la viabilidad del escalamiento a toda la organización, mostrando a la empresa que la inversión es justificable debido a que previene gastos y cubrimientos por posibles enfermedades laborales.

Actividades:

- Elaborar un informe de resultados, incluyendo:
  - ✓ Indicadores de uso del sistema.
  - ✓ Cambios en hábitos posturales y visuales.
  - ✓ Nivel de satisfacción del usuario.
- Identificar barreras o resistencias encontradas.
- Proponer mejoras al sistema basado en los datos recolectados.
- Presentar un plan de escalamiento gradual por áreas.
- Establecer un cronograma de mantenimiento, soporte y actualizaciones, las cuales deberán revisarse anualmente con el fin de evidenciar si se deben realizar ajustes, todo con el fin de dar cumplimiento a la mejora continua y que no se convierta en un sistema obsoleto para la empresa.

Responsables: Comité de SST, gerencia, talento humano.

Este protocolo busca asegurar que la implementación del sistema no solo sea viable técnicamente, sino que genere un verdadero cambio cultural hacia la prevención y el autocuidado, como parte integral del bienestar laboral para todos los trabajadores de oficina incluyendo a personas con discapacidad o condiciones especiales de ser necesario.

## 8. Conclusiones

El análisis diagnóstico realizado en la población objetivo evidencia que existe una alta prevalencia de síntomas asociados al Síndrome Visual Informático y a posibles trastornos musculoesqueléticos, producto de jornadas laborales prolongadas frente a pantallas y de la omisión de pausas activas. Esta situación se alinea con lo reportado en la literatura, en donde se establece que la exposición continua a dispositivos digitales sin interrupciones genera efectos negativos sobre la salud física y visual.

El diseño del sistema de monitoreo basado en tecnología *wearable* se plantea como una solución viable y pertinente para intervenir de forma preventiva los factores de riesgo ergonómico y visual. Si bien no se llevó a cabo una implementación funcional, el desarrollo del prototipo permitió delimitar componentes técnicos clave como el sistema de alertas, el registro automático de pausas y la generación de reportes.

Se concluye que los objetivos del proyecto se cumplen satisfactoriamente dentro de las limitaciones propias de una investigación de tipo proyectiva con alcance de diseño. El uso de metodologías cualitativas y cuantitativas permitió una comprensión más completa del problema, aunque se reconoce que la muestra no probabilística introduce sesgos potenciales que restringen la generalización de los hallazgos.

El análisis cualitativo obtenido mediante entrevistas semiestructuradas revela que los empleados perciben de manera mayoritariamente positiva el uso de dispositivos wearables como herramientas facilitadoras de pausas activas, la mayoría de empleados mostró apertura para integrar wearables en su rutina, destacando su confort y utilidad para medir actividad y estado físico básico. No obstante, algunos expresaron inquietudes sobre la usabilidad y ergonomía de ciertos dispositivos.

## 9. Recomendaciones

Para próximos estudios, sería clave implementar este sistema de monitoreo portátil en el día a día laboral. Si bien aquí detallamos el prototipo, verlo en acción nos daría una idea de cómo se usa a largo plazo, si realmente ayuda a reducir molestias físicas y visuales, y cómo encaja en los programas de salud del trabajo.

Igualmente, estaría bien probar el estudio en otros ámbitos aparte de lo administrativo, como en la educación o la tecnología, donde también se usan mucho las pantallas. Así, veríamos si la opinión sobre el problema y la utilidad del sistema cambian según el trabajo.

Otra idea interesante sería comparar distintos tipos de tecnología portátil (gafas, pulseras, relojes, etc.) para ver cuál se adapta mejor, es más cómoda y funciona mejor. Además, podríamos examinar aspectos como la calidad del sueño, el ejercicio diario o el estado de ánimo, usando sensores más modernos para tener una visión más completa del bienestar en el trabajo.

En cuanto a cómo investigar, convendría tener un grupo más grande de personas y elegir las al azar para que los resultados sean más fiables. Y para saber si el sistema de monitoreo es realmente útil.

**Referencias bibliográficas**

- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (2024). Smart digital monitoring systems for occupational safety and health: Implementation at the workplace [PDF]. <https://healthy-workplaces.osha.europa.eu>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/074959789190020T>
- American Optometric Association. (2020). Computer vision syndrome.
- Bakker, A. B., y Demerouti, E. (2007). The Job Demands-Resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22(3), 309-328. <https://psycnet.apa.org/record/2007-03960-005>
- Barredo, R. D. V., y Mahon, K. (2007). The effects of exercise and rest breaks on musculoskeletal discomfort during computer tasks: An evidence-based perspective. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK73578/>
- Blehm, C., Vishnu, S., Khattak, A., Mitra, S., y Yee, R. W. (2005). Computer vision syndrome: A review. *Survey of Ophthalmology*, 50(3), 253–262. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15850814/>
- Blehm, C., Vishnu, S., Khattak, A., Mitra, S., y Yee, R. W. (2005). Computer vision syndrome: A review. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15850814/>
- Bonato, P. (2010). Wearable sensors and systems. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 29(3), 25–36. [https://www.researchgate.net/publication/45365464\\_Wearable\\_Sensors\\_and\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/45365464_Wearable_Sensors_and_Systems)
- Cáceres-Muñoz, V. S., Magallanes-Meneses, A. A., Torres-Coronel, D., Copara-Moreno, P., Escobar-Galindo, M., y Mayta-Tristán, P. (2017). Efecto de un programa de pausa

activa más folletos informativos en la disminución de molestias musculoesqueléticas en trabajadores administrativos.

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342017000400005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342017000400005)

Camacho Correa, A., y Suárez Rojas, D. V. (2020). Relación entre los síntomas de fatiga visual y el uso de dispositivos tecnológicos en los docentes del Colegio José Asunción Silva.

<https://repositorio.unbosque.edu.co/items/ec91bc57-3ae5-46c3-bcd3-a80de3bbce78>

Davis, K. G., y Kotowski, S. E. (2014). Postural variability: An effective way to reduce

musculoskeletal discomfort in office work. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25490805/>

Decreto 1072 (2015) Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Presidencia de la República de Colombia.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77303>

Decreto-Ley 1295 (1994) Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales. Presidencia de la República de Colombia.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1969>

Diener, E. (2000). Subjective well-being: The science of happiness and a proposal for a national index. <https://psycnet.apa.org/record/2000-13324-004>

Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., Quéré, C. L., Luijkx, I. T., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Alkama, R., . . . Wright, R. (2022). Global Carbon Budget 2022. *Earth System Science Data*, 14(11), 4811-

4900. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>

González-Méijome, J. M., Piñero Lloréns, D., y Villa-Collar, C. (2019). Optometry research

agenda for the next decade: 20/20 by 2030. *Journal of Optometry*, 12(1), 1–5.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31607431/>

Hendrick, H. W., y Kleiner, B. M. (2001). Macroergonomics: An introduction to work system design. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1113113>

Kang, M. T., Jan, C., Li, S., Yusufu, M., Liang, X., Cao, K., Liu, L. R., Li, H., Wang, N., y Congdon, N. (2021). Prevalence and risk factors of pseudomyopia in a Chinese children population: the Anyang Childhood Eye Study. *The British Journal of Ophthalmology*, 105(9), 1216–1221. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32859718/>

Karasek, R., y Theorell, T. (1990). Healthy work: Stress, productivity, and the reconstruction of working life. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1955102>

Lazarus, R. S., y Folkman, S. (1984). Stress, appraisal, and coping. Springer Publishing Company.

[https://books.google.com/books/about/Stress\\_Appraisal\\_and\\_Coping.html?id=i-ySQQuUpr8C](https://books.google.com/books/about/Stress_Appraisal_and_Coping.html?id=i-ySQQuUpr8C)

Ley 100 (1993) Por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral y se dictan otras disposiciones. Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 41.148.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1096>

Ley 1341 (2009) Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Congreso de Colombia. Diario Oficial No. 47.426.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36858>

Ley 1562 (2012) Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. Congreso de Colombia. Diario Oficial

No. 48.488.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49114>

Ley 9 (1979). (1979). Por la cual se dictan medidas sanitarias. Congreso de Colombia Diario Oficial No. 35.138.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2709>

Li, X., Dunn, J., Salins, D., Zhou, G., Zhou, W., Schüssler-Fiorenza Rose, S. M., ... y Snyder, M. P. (2017). Digital health: Tracking physiomes and activity using wearable biosensors reveals useful health-related information. *PLoS Biology*, 15(1).

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28081144/>

Michishita, R., Jiang, Y., Ariyoshi, D., Yoshida, M., Moriyama, H., y Yamato, H. (2017). The practice of active rest by workplace units improves personal relationships, mental health, and physical activity among workers.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5478529/>

Min, C., Lee, E., Park, S., y Kang, S. (2019). Tiger: Wearable glasses for the 20-20-20 rule to alleviate computer vision syndrome.

[https://www.researchgate.net/publication/333745782\\_TigerWearable\\_Glasses\\_for\\_the\\_20-20-20\\_Rule\\_to\\_Alleviate\\_Computer\\_Vision\\_Syndrome](https://www.researchgate.net/publication/333745782_TigerWearable_Glasses_for_the_20-20-20_Rule_to_Alleviate_Computer_Vision_Syndrome)

Naranjo Restrepo, D., y Silva, I. (2013). Relación entre ausentismo laboral y síntomas músculo-esqueléticos en trabajadores de la salud.

<https://repository.urosario.edu.co/items/50a2f478-097a-466d-badb-8ed66a1bda34>

Ochoa Díaz, C. E., Centeno Maldonado, P. A., Hernández Ramos, E. L., Guamán Chacha, K. A., & Castillo Vizuete, J. R. (2020). La seguridad y salud ocupacional de los trabajadores y el mejoramiento del medio ambiente laboral referente a las pausas activas. Universidad

y Sociedad, 12(5), 308–313.

Palmer, K. T., Harris, E. C., Linaker, C., Barker, M., Lawrence, W., Cooper, C., y Coggon, D.

(2012). Effectiveness of community- and workplace-based interventions to manage musculoskeletal-related sickness absence and job loss: A systematic review.

*Rheumatology*, 51(2), 230–242. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21415023/>

Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L., y Rodgers, M. (2012). A review of wearable sensors and

systems with application in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and*

*Rehabilitation*, 9(21). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-21>

Penagos-Moreno, I., y García-Saa, C. (2016). Ausentismo por accidentes y enfermedad laboral y

costos indirectos relacionados con la lumbalgia no específica en una entidad prestadora de servicios de salud en Cali 2013. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 1(1).

[https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/rc\\_salud\\_ocupa/article/view/4884](https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/rc_salud_ocupa/article/view/4884)

Pérez, F. S., Molina, J. J. M., Sánchez, V. M. G., & Ortega, F. Z. (2021). Revisión teórica de

programas de educación para la salud en España. *Sportis Scientific Journal Of School Sport Physical Education And Psychomotricity*, 7(1), 1-

24. <https://doi.org/10.17979/sportis.2021.7.1.6530>

Pinglo, L. A. M., Cisneros, J. D. D., Torres, E. R., & Gamboa, A. J. P. (2023). La resiliencia en

el contexto universitario, un estudio mixto exploratorio. *Pensamiento*

*Americano*, 16(31), 1-15. <https://doi.org/10.21803/penamer.16.31.636>

Punnett, L., y Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The

epidemiologic evidence and the debate. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14759746/>

Ranasinghe, P., Wathurapatha, W. S., Perera, Y. S., Lamabadusuriya, D. A., Jayawardana, N., y

Katulanda, P. (2016). Computer vision syndrome among computer office workers in a

developing country: Evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Research Notes*, 9, 150. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26956624/>

Resolución 0312 (2019) Por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Ministerio del Trabajo.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=95152>

Resolución 2346 (2007) Por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales. Diario Oficial 46691 Ministerio de la Protección Social.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=25815>

Reyes, N. (2019). Identificación del síndrome visual informático y guía de pausas activas oculares para su prevención en los empleados de la empresa Gulf Coast Avionics S.A.S Bogotá.

[https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/10372/1/TE.RLA\\_ReyesRinconNancy\\_2019.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/10372/1/TE.RLA_ReyesRinconNancy_2019.pdf)

Rivera-Escobar, M. F. (2023). Impacto de la tecnología wearable en la prevención de lesiones musculoesqueléticas. *Sanitas: Revista Arbitrada de Ciencias de la Salud*, 1(1), 1–15.

<https://revistasinstitutoperspectivasglobales.org/index.php/sanitas/article/view/42>

Robertson, M. M., Ciriello, V. M., y Garabet, A. M. (2013). Office ergonomics training and a sit-stand workstation: Effects on musculoskeletal and visual symptoms and performance of office workers. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22727324/>

Rodríguez, J. P., y Gómez, L. M. (2020). Alteraciones en la salud visual y ocular por el uso de pantallas y dispositivos electrónicos en trabajadores de la IPS Proteger.

<https://repositorio.ecci.edu.co/entities/publication/095fb506-8ff1-4f6b-802b->


7df223455436

- Rosenfield, M. (2011). Computer vision syndrome: A review of ocular causes and potential treatments. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21480937/>
- Sanders, M. S., y McCormick, E. J. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*. McGraw-Hill, Inc. <https://psycnet.apa.org/record/1993-97550-000>
- Schulte, P., & Vainio, H. (2010). Well-being at work – overview and perspective. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 36(5), 422–429.  
<https://doi.org/10.5271/sjweh.3076>
- Seneviratne, S., Hu, Y., Nguyen, T., Lan, G., Khalifa, S., y Hassan, M. (2017). A survey of wearable devices and challenges. *IEEE Communications Surveys y Tutorials*.  
[https://www.researchgate.net/publication/318717275\\_A\\_Survey\\_of\\_Wearable\\_Devices\\_and\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/318717275_A_Survey_of_Wearable_Devices_and_Challenges)
- Sheppard, A. L., y Wolffsohn, J. S. (2018). Digital eye strain: Prevalence, measurement and amelioration. *BMJ Open Ophthalmology*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29963645/>
- Shryack, J., Steger, M. F., Krueger, R. F., & Kallie, C. S. (2010). The structure of virtue: An empirical investigation of the dimensionality of the virtues in action inventory of strengths. *Personality And Individual Differences*, 48(6), 714-719. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.01.007>
- Stefana, E., Marciano, F., Rossi, D., Cocca, P., y Tomasoni, G. (2021). Wearable Devices for Ergonomics: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 21(3), 777.  
<https://doi.org/10.3390/s21030777>
- Straker, L., Burgess-Limerick, R., Pollock, C., y Maslen, B. (2008). Principles for the wise use of computers by children. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19851906/>

- Swain, J. (2018). A Hybrid Approach to Thematic Analysis in Qualitative Research: Using a Practical Example. En *SAGE Publications Ltd eBooks*. <https://doi.org/10.4135/9781526435477>
- Taylor Díaz, H. E., Redondo Pérez, V. L., y Zumárraga Moná, J. M. (2020). Propuesta de un programa de vigilancia epidemiológica para la conservación visual de los trabajadores expuestos al uso de pantallas en la empresa Infotech de Colombia S.A.S [Trabajo de grado, Universidad ECCI]. Repositorio Institucional Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/entities/publication/a9009de9-fdba-454e-8c1b-b65397e25951>
- Valencia, C. F. P., & Salazar, W. (2021). Electronic government in ecuador. Vulnerability of quality principle. A theoretical approach. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 25(111), 201-211. <https://doi.org/10.47460/uct.v25i111.531>
- Van Horn, J. E., Taris, T. W., Schaufeli, W. B., y Schreurs, P. J. (2004). The structure of occupational well-being: A study among Dutch teachers. <https://www.wilmarschaufeli.nl/publications/Schaufeli/212.pdf>
- Warr, P. (1990). The measurement of well-being and other aspects of mental health. [https://www.researchgate.net/publication/228079235\\_The\\_Measurement\\_of\\_Well-Being\\_and\\_Other\\_Aspects\\_of\\_Mental\\_Health](https://www.researchgate.net/publication/228079235_The_Measurement_of_Well-Being_and_Other_Aspects_of_Mental_Health)
- Warr, P. (2007). Work, happiness, and unhappiness. <https://psycnet.apa.org/record/2007-05763-000>

Apéndices

Apéndice A Formato de validación de instrumentos



**UNIMINUTO**  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Educación de calidad al alcance de todos  
Vigilada MinEducación

**VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

1. **Datos Generales Evaluador**
  - 1.1. Apellidos y nombres del experto: *Nelly Johanna Suárez M.*
  - 1.2. Cargo: *Optómetra*
  - 1.3. Nombre del instrumento: *Entrevista para entender las percepciones, experiencias y expectativas de empleados de oficina frente al uso de tecnología wearable.*
  - 1.4. Título de la investigación: *Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina.*
2. **Datos generales Autor**
  - 2.1. Nombre estudiantes: *AM MILENA VELÁSQUEZ, GABRIEL ALEJANDRO REJILLO*
  - 2.2. ID's: *1053208, 551432.*
3. **Aspecto de la validación**

Aspecto	Criterios	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Excelente 5
1. Claridad y organización	Formulada en lenguaje apropiado y cuenta con organización lógica					X
2. Coherencia	Las preguntas están relacionadas con la hipótesis, las variables e indicadores del proyecto.					X
3. Extensión	El número de preguntas no es excesivo y está en relación con las variables, dimensiones e indicadores del problema.				X	
4. Metodología	El instrumento corresponde con la metodología escogida				X	
5. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el tipo de investigación					X
<b>Conteo total de marcas</b> (Sumatoria de todos los aspectos evaluados)						23

## 4. Calificación

Desaprobado	< 15
Requiere Correcciones	15 puntos
Aprobado	16 - 25 puntos

## 6. Firmas

Evaluador: Nelly Johanna Suárez MCédula: 37860057Estudiante: Alexandro MejíaEstudiante: Alexandro Mejía



### VALIDACION DEL INSTRUMENTO

#### 1. Datos Generales Evaluador

- 1.1. Apellidos y nombres del experto: MARIA CLAUDIA CORREDOR SILVA
- 1.2. Cargo: COORDINADORA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
- 1.3. Nombre del instrumento: Entrevista para entender las percepciones, experiencias y expectativas de empleados de oficina frente al uso de tecnología wearable.
- 1.4. Título de la investigación: Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina.

#### 2. Datos generales Autor

- 2.1. Nombre estudiantes: ANA MILENA VELASQUES DIAZ/ GABRIEL ALEJANDRO MEJIA AGUILAR
- 2.2. ID's: 10532208/551432

#### 3. Aspecto de la validación

Aspecto	Criterios	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Excelente 5
1. Claridad y organización	Formulada en lenguaje apropiado y cuenta con organización lógica				X	
2. Coherencia	Las preguntas están relacionadas con la hipótesis, las variables e indicadores del proyecto.				X	
3. Extensión	El número de preguntas no es excesivo y está en relación con las variables, dimensiones e indicadores del problema.					X
4. Metodología	El instrumento corresponde con la metodología escogida					X
5. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el tipo de investigación				X	
Conteo total de marcas (Sumatoria de todos los aspectos evaluados)						22

#### 4. Calificación

Desaprobado	< 15
Requiere Correcciones	15 puntos
Aprobado	16 - 25 puntos

## 6. Firmas

Evaluador: VariadualCédula: 1098 689 601Estudiante: Alexander SalazarEstudiante: Alejandro Mejia



**VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

**1. Datos Generales Evaluador**

- 1.1. Apellidos y nombres del experto: *Rodriguez Quiroz Diana Maria*
- 1.2. Cargo: *Fonoaudiologa Esp. Salud Ocupacional*
- 1.3. Nombre del instrumento: *Entrevista para entender las percepciones, experiencias y expectativas de empleados de oficina frente al uso de tecnología wearable.*
- 1.4. Título de la investigación: *Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina.*

**2. Datos generales Autor**

- 2.1. Nombre estudiantes: *AND MILAN KENSOUE DIAZ, - Alejandro Mejia*
- 2.2. ID's: *1053208, 551432*

**3. Aspecto de la validación**

Aspecto	Criterios	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Excelente 5
1. Claridad y organización	Formulada en lenguaje apropiado y cuenta con organización lógica					X
2. Coherencia	Las preguntas están relacionadas con la hipótesis, las variables e indicadores del proyecto.					X
3. Extensión	El número de preguntas no es excesivo y está en relación con las variables, dimensiones e indicadores del problema.				X	
4. Metodología	El instrumento corresponde con la metodología escogida					X
5. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el tipo de investigación					X
Conteo total de marcas (Sumatoria de todos los aspectos evaluados)					4	20

4. Calificación 24 puntos

Desaprobado	< 15
Requiere Correcciones	15 puntos
Aprobado	16 - 25 puntos

6. Firmas

Evaluador: Diana Mª Rodríguez

Cédula: 37842182 3/99

Estudiante: NOMILIA VEGAS

Estudiante: Néstor Mejía



## VALIDACION DEL INSTRUMENTO

## 1. Datos Generales Evaluador

1.1. Apellidos y nombres del experto: *Sandra Milena Santamaria Marango*1.2. Cargo: *contratista, especialista en Salud ocupacional.*1.3. Nombre del instrumento: *Entrevista para entender las percepciones, experiencias y expectativas de empleados de oficina frente al uso de tecnología wearable.*1.4. Título de la investigación: *Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina.*

## 2. Datos generales Autor

2.1. Nombre estudiantes: *Ana Milena Velázquez, Gabriel Alejandro Mejía*2.2. ID's: *1053208, 551432*

## 3. Aspecto de la validación

Aspecto	Criterios	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Excelente 5
1. Claridad y organización	Formulada en lenguaje apropiado y cuenta con organización lógica					X
2. Coherencia	Las preguntas están relacionadas con la hipótesis, las variables e indicadores del proyecto.				X	
3. Extensión	El número de preguntas no es excesivo y está en relación con las variables, dimensiones e indicadores del problema.					X
4. Metodología	El instrumento corresponde con la metodología escogida					X
5. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el tipo de investigación					X
Cuento total de marcas (Sumatoria de todos los aspectos evaluados)						24

## 4. Calificación

Desaprobado	< 15
Requiere Correcciones	15 puntos
Aprobado	16 - 25 puntos

## 6. Firmas

Evaluador:

Cédula:

37.510.131 B/ga.

Estudiante:

Andrés Sánchez

Estudiante:

Alejandro Mejía



## VALIDACION DEL INSTRUMENTO

## 1. Datos Generales Evaluador

- 1.1. Apellidos y nombres del experto: *Calderón Mejía Angela*
- 1.2. Cargo: *Médico Especialista en Salud Ocupacional*
- 1.3. Nombre del instrumento: Entrevista para entender las percepciones, experiencias y expectativas de empleados de oficina frente al uso de tecnología wearable.
- 1.4. Título de la investigación: Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina.

## 2. Datos generales Autor

- 2.1. Nombre estudiantes: *ANA MILA VELAQUE Y ALEJANDRO MEJIA*
- 2.2. ID's: *1053208 - 551432*

## 3. Aspecto de la validación

Aspecto	Criterios	Deficiente	Baja	Regular	Buena	Excelente
		1	2	3	4	5
1. Claridad y organización	Formulada en lenguaje apropiado y cuenta con organización lógica				X	
2. Coherencia	Las preguntas están relacionadas con la hipótesis, las variables e indicadores del proyecto.				X	
3. Extensión	El número de preguntas no es excesivo y está en relación con las variables, dimensiones e indicadores del problema.				X	
4. Metodología	El instrumento corresponde con la metodología escogida					X
5. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el tipo de investigación				X	
Conteo total de marcas (Sumatoria de todos los aspectos evaluados)					16	5

4. Calificación 21 puntos

Desaprobado	< 15
Requiere Correcciones	15 puntos
Aprobado	16 - 25 puntos

6. Firmas

Evaluador: Helca C.

Cédula: 63456642

Estudiante: Andrés Velásquez

Estudiante: Alejandro Mejía

Apéndice B formato de encuesta semiestructurada.



**Entrevista para entender las percepciones, experiencias y expectativas de empleados de oficina frente al uso de tecnología wearable como estrategia preventiva para trastornos visuales y ergonómicos.**

**Nombre:**

**Edad:**

**Género:**

**Cargo:**

**Años de experiencia laboral:**

**Tiempo promedio frente a pantallas por jornada:**

**Preguntas:**

1. ¿Qué entiende usted por pausas activas y cómo las integra en su rutina diaria?
2. ¿Qué beneficios o dificultades ha percibido al realizar pausas activas durante su jornada laboral?
3. ¿Ha tenido alguna experiencia previa con dispositivos portables (wearables), como relojes inteligentes, bandas o gafas? Cuéntenos cómo fue.
4. ¿Qué piensa sobre el uso de este tipo de tecnología en el trabajo para monitorear hábitos de salud como posturas o descansos visuales?
5. ¿Le parecería útil contar con un sistema que le recuerde cuándo hacer pausas activas o descansar la vista? ¿Por qué?
6. ¿Qué tan cómodo se sentiría usando un dispositivo wearable durante su jornada laboral?
7. ¿Tendría preocupaciones en cuanto a la privacidad de sus datos o al monitoreo constante de sus actividades? ¿Cuáles serían?
8. ¿Qué factores cree que facilitarían o dificultarían la implementación de esta tecnología en su empresa?
9. ¿Qué beneficios esperaría obtener si se usara un sistema como este?
10. ¿Qué sugerencias o mejoras propondría usted para que este sistema fuera aceptado y útil en su entorno laboral?

## Apéndice C Cuestionario síndrome visual informático CVS-Q.

**Cuestionario de Síndrome Visual Informático para Colombia CVS-Q (Colombia)<sup>®</sup>**

**Instrucción:** Indique si percibe alguno de los siguientes síntomas, a lo largo del tiempo del uso del computador en el trabajo. Para cada síntoma señale:

A. En primer lugar, la **FRECUENCIA** con que aparece el síntoma teniendo en cuenta que:

- Nunca = en ninguna ocasión
- Ocasionalmente = de forma esporádica o una vez por semana
- A menudo o siempre = 2 o 3 veces por semana o casi todos los días

B. En segundo lugar, la **INTENSIDAD** con que lo siente

Recuerde: si señala nunca en frecuencia no debe marcar en intensidad.

Síntoma	A. Frecuencia			B. Intensidad	
	Nunca	Ocasionalment e	A menudo o siempre	Moderada	Intensa
1. Ardor ocular					
2. Picor o picazón ocular					
3. Sensación de cuerpo extraño					
4. Lagrimeo					
5. Parpadeo excesivo					
6. Enrojecimiento ocular					
7. dolor ocular					
8. Pesadez de párpados					

9. Resequedad ocular		
10. Visión borrosa		
11. Visión doble		
12. Dificultad al enfocar visión de cerca		
13. Aumento de sensibilidad a la luz		
14. Reflejos, luces o anillos de colores alrededor de los objetos		
15. Sensación de ver peor		
16. Dolor de cabeza		

*A rellenar por el investigador*

Cálculo de la PUNTUACIÓN TOTAL considerando que:

- Frecuencia:
  - NUNCA = 0
  - OCASIONALMENTE = 1
  - A MENUDO O SIEMPRE = 2
- Intensidad:
  - MODERADA = 1
  - INTENSA = 2
- Severidad:

Según la puntuación de los especialistas se obtuvo un alto desempeño en la elaboración de las preguntas realizando unas recomendaciones de los especialistas en la validación de los instrumentos, se menciona mejorar el lenguaje neutro de las preguntas sin sesgar el juicio en las respuestas y la cantidad de ellas para acertar en la comprensión de dichas entrevistas.

## Apéndice D Formato de consentimiento informado

De conformidad con lo dispuesto en la normatividad vigente sobre protección de datos personales, en especial la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1074 de 2015 autorizo libre, expresa e inequívocamente a: **ANA MILENA VELASQUEZ DIAZ y GABRIEL ALEJANDRO MEJIA AGUILAR**, estudiantes de la especialización en gerencia en riesgos laborales, seguridad y salud en el trabajo, de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Para que realicen la recolección y tratamiento de mis datos personales que suministro de manera veraz y completa, los cuales serán utilizados para aplicar el cuestionario de Síndrome Visual Informático para Colombia CVS-Q. el cual será presentado como Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina. Incluido en el trabajo de grado como requisitos para optar el título de la especialización en gerencia en riesgos laborales, seguridad y salud en el trabajo.

Así mismo, declaro que conozco que la recolección y tratamiento de mis datos se realizará de conformidad con la Política de Tratamiento de Datos Personales, manifestando que he sido informado(a) de forma clara y suficiente de los fines de su tratamiento y la posibilidad que tenía de no efectuar la autorización en aquella información considerada sensible.

Manifiesto que, como titular de la información, fui informado de los derechos con que cuento como titular de la información, especialmente a conocer, actualizar y rectificar mi información personal, revocar la autorización y solicitar la supresión del dato, las cuales podré ejercer a través de los canales presenciales a la señora ANA MILENA VELASQUEZ DIAZ y al señor GABRIEL ALEJANDRO MEJIA AGUILAR.

Se suscribe en la ciudad de Girón, el día 16 de julio de 2025.

Firma  
Nombre  
Cédula

Anayibe Rodríguez C  
Anayibe Rodríguez C  
63.498.832. Bl w

De conformidad con lo dispuesto en la normatividad vigente sobre protección de datos personales, en especial la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1074 de 2015 autorizo libre, expresa e inequívocamente a: **ANA MILENA VELASQUEZ DIAZ y GABRIEL ALEJANDRO MEJIA AGUILAR**, estudiantes de la especialización en gerencia en riesgos laborales, seguridad y salud en el trabajo, de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Para que realicen la recolección y tratamiento de mis datos personales que suministro de manera veraz y completa, los cuales serán utilizados para aplicar el cuestionario de Síndrome Visual Informático para Colombia CVS-Q. el cual será presentado como Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina. Incluido en el trabajo de grado como requisitos para optar el título de la especialización en gerencia en riesgos laborales, seguridad y salud en el trabajo.

Así mismo, declaro que conozco que la recolección y tratamiento de mis datos se realizará de conformidad con la Política de Tratamiento de Datos Personales, manifestando que he sido informado(a) de forma clara y suficiente de los fines de su tratamiento y la posibilidad que tenía de no efectuar la autorización en aquella información considerada sensible.

Manifiesto que, como titular de la información, fui informado de los derechos con que cuento como titular de la información, especialmente a conocer, actualizar y rectificar mi información personal, revocar la autorización y solicitar la supresión del dato, las cuales podré ejercer a través de los canales presenciales a la señora ANA MILENA VELASQUEZ DIAZ y al señor GABRIEL ALEJANDRO MEJIA AGUILAR.

Se suscribe en la ciudad de Girón, el día 16 de julio de 2025.

Firma  
Nombre  
Cédula

Elizabeth Pedrosa Rodriguez  
ELIZABETH PEDROZA RODRIGUEZ  
63355836 / Bucaramanga

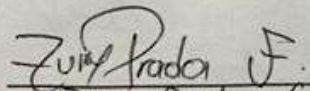
De conformidad con lo dispuesto en la normatividad vigente sobre protección de datos personales, en especial la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1074 de 2015 autorizo libre, expresa e inequívocamente a: **ANA MILENA VELASQUEZ DIAZ y GABRIEL ALEJANDRO MEJIA AGUILAR**, estudiantes de la especialización en gerencia en riesgos laborales, seguridad y salud en el trabajo, de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Para que realicen la recolección y tratamiento de mis datos personales que suministro de manera veraz y completa, los cuales serán utilizados para aplicar el cuestionario de Síndrome Visual Informático para Colombia CVS-Q. el cual será presentado como Diseño de un sistema de monitoreo y prevención de trastornos visuales y ergonómicos relacionados con el trabajo, basado en tecnología wearable para empleados de oficina. Incluido en el trabajo de grado como requisitos para optar el título de la especialización en gerencia en riesgos laborales, seguridad y salud en el trabajo.

Así mismo, declaro que conozco que la recolección y tratamiento de mis datos se realizará de conformidad con la Política de Tratamiento de Datos Personales, manifestando que he sido informado(a) de forma clara y suficiente de los fines de su tratamiento y la posibilidad que tenía de no efectuar la autorización en aquella información considerada sensible.

Manifiesto que, como titular de la información, fui informado de los derechos con que cuento como titular de la información, especialmente a conocer, actualizar y rectificar mi información personal, revocar la autorización y solicitar la supresión del dato, las cuales podré ejercer a través de los canales presenciales a la señora ANA MILENA VELASQUEZ DIAZ y al señor GABRIEL ALEJANDRO MEJIA AGUILAR.

Se suscribe en la ciudad de Girón, el día 16 de julio de 2025.

Firma  
Nombre  
Cédula

  
\_\_\_\_\_  
Zulay Prada F.  
\_\_\_\_\_  
63.493.761

Apéndice E Bosquejo o prototipo de sistema de monitoreo

