

SISTEMA DIGITAL

DE MONITOREO Y ANÁLISIS DE TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS MEDIANTE EL TEST DE KUORINKA

DIGITAL SYSTEM FOR MONITORING AND ANALYSIS OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS USING THE KUORINKA TEST

Edmundo Cabezas-Heredia^{1*}

E-mail: ecabezas@unach.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5708-0054>

Fernando Molina-Granja¹

E-mail: fmolina@unach.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2486-894X>

Luis Cabezas-Chávez¹

E-mail: luisf.cabezas@unach.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3040-2946>

Víctor Miguel Toalombo Vargas¹

E-mail: victor.toalombo@unach.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3732-1556>

Orestes Cachay-Boza²

E-mail: ocachayb@unmsm.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7244-583X>

¹Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.

²Universidad Nacional Mayor San Marcos de Lima, Perú.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Cabezas-Heredia, E., Molina-Granja, F., Cabezas-Chávez, L., Toalombo Vargas, V. M., & Cachay-Boza, O. (2025). Sistema digital de monitoreo y análisis de trastornos musculoesqueléticos mediante el test de kuorinka. *Universidad y Sociedad*, 17(5). e5222.

RESUMEN

El presente estudio propone el monitoreo de síntomas musculoesqueléticos en trabajadores, utilizando como base el Test Nórdico de Kuorinka digitalizado. El objetivo fue procesar y visualizar datos ergonómicos de forma eficiente, para facilitar la toma de decisiones en salud ocupacional. La aplicación piloto se realizó en una planta embotelladora en Riobamba, Ecuador, con una muestra de 10 trabajadores. Los datos se ingresaron mediante formularios digitales y fueron analizados en hojas de cálculo automatizadas, complementadas con visualizaciones interactivas desarrolladas en Power BI, permitiendo análisis automatizados con fórmulas en Excel y visualización dinámica mediante dashboards interactivos en Power BI, lo que facilitó la identificación de zonas críticas de riesgo ergonómico. Los resultados evidenciaron alta prevalencia de molestias en las zonas dorsal y cervical, coincidiendo con tareas repetitivas y levantamiento manual de cargas. El sistema permitió identificar riesgos ergonómicos prioritarios y generar alertas preventivas. Se concluye que la digitalización del Test de Kuorinka, integrada a una herramienta de análisis de datos, mejora significativamente la eficiencia del monitoreo de trastornos musculoesqueléticos y fortalece la gestión preventiva en entornos laborales.

Palabras clave: Salud ocupacional, Test de Kuorinka, Ergonomía digital, Power BI, Síntomas musculoesqueléticos en trabajadores, Sistema de monitoreo.

ABSTRACT

This study proposes the monitoring of musculoskeletal symptoms in workers using the digitalized Nordic Kuorinka Test as a basis. The objective was to efficiently process and visualize ergonomic data to facilitate decision-making



in occupational health. The pilot application was conducted at a bottling plant in Riobamba, Ecuador, with a sample of 10 workers. Data was entered using digital forms and analyzed in automated spreadsheets, complemented by interactive visualizations developed in Power BI. This allowed for automated analysis with Excel formulas and dynamic visualization using interactive dashboards in Power BI, facilitating the identification of critical ergonomic risk zones. The results showed a high prevalence of discomfort in the dorsal and cervical areas, coinciding with repetitive tasks and manual lifting of loads. The system made it possible to identify priority ergonomic risks and generate preventive alerts. It is concluded that the digitalization of the Kuorinka Test, integrated with a data analysis tool, significantly improves the efficiency of musculoskeletal disorder monitoring and strengthens preventive management in work environments.

Keywords: Occupational health, Kuorinka Test, Digital ergonomics, Power BI, Musculoskeletal symptoms in workers, Monitoring system.

INTRODUCCIÓN

Los Trastornos Musculoesqueléticos (TME) representan una de las principales causas de ausentismo y discapacidad laboral a nivel mundial. Tradicionalmente, su evaluación se ha basado en cuestionarios físicos aplicados manualmente, lo que limita la capacidad de análisis continuo y dificultan la toma de decisiones oportunas. En este contexto, la incorporación de tecnologías informáticas puede transformar la forma en que se recolecta, analiza y utiliza la información sobre salud ocupacional.

La presente investigación se centra en la digitalización del Test Nórdico de Kuorinka, una herramienta ampliamente validada para la detección de molestias musculoesqueléticas. El propósito es desarrollar un sistema digital que permita automatizar el proceso de recolección de datos, facilitar su análisis estadístico e implementar visualizaciones interactivas para la detección temprana de riesgos ergonómicos (Kuorinka et al., 1987).

Además trata sobre los trastornos musculoesqueléticos que abarcan diversas afecciones que comprometen el sistema locomotor, incluyendo músculos, huesos, articulaciones, tendones, ligamentos y nervios. Estas condiciones suelen manifestarse con dolor persistente y limitaciones en la movilidad, la destreza y el funcionamiento general, lo que disminuye la capacidad de las personas para participar en sus actividades habituales (Álvarez et al., 2025).

La ergonomía, cuyo origen etimológico proviene del griego *ergon* (trabajo) y *nomos* (ley), se define como la ciencia que estudia la interacción entre las personas y los elementos de un sistema. Inicialmente centrada en el

ámbito laboral, su campo de aplicación se ha ampliado a toda actividad humana. Esta disciplina adopta una visión holística, integrando factores físicos, cognitivos, sociales, organizacionales, ambientales, entre otros. Sus áreas de intervención se superponen, evolucionan y se diversifican constantemente (Alban, 2024).

Desde la perspectiva de la salud ocupacional, la Organización Mundial de la Salud (2021) define los Trastornos Musculoesqueléticos como afecciones que están vinculadas al trabajo, dado que pueden originarse tanto por factores de riesgo presentes en el entorno laboral como por condiciones externas al mismo. Esto implica que los TME pueden ser causados por exposiciones ocupacionales, como esfuerzos físicos repetitivos, posturas inadecuadas o manejo de cargas, así como por elementos no ocupacionales, entre ellos enfermedades preexistentes o actividades extralaborales. Esta visión integral resalta la necesidad de una gestión preventiva que contemple los diversos factores que influyen en la aparición de estos trastornos dentro de los programas de salud ocupacional (Ministerio de la Protección Social, 2007).

Los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral suelen desarrollarse de forma progresiva. Al inicio, los síntomas son esporádicos, pero con el tiempo se vuelven crónicos. Estas lesiones no son producto de grandes traumatismos, sino de esfuerzos repetitivos o posturas inadecuadas mantenidas durante largos periodos. Son micro traumatismos acumulativos que afectan la ergonomía del trabajador, impactando su desempeño laboral y su calidad de vida diaria (Cabezas, 2023).

Los trastornos musculoesqueléticos son problemas que afectan partes del cuerpo como los músculos, nervios, tendones, ligamentos, articulaciones, cartílagos o los discos de la columna. Cuando estas molestias empeoran o duran más tiempo debido a las condiciones del trabajo, se conocen como trastornos musculoesqueléticos ocupacionales (Díaz-Mercado & Santillán-Lima, 2025).

Los desórdenes laborales son afecciones originadas o agravadas por el entorno de trabajo. Pueden generar síntomas intensos como dolor, entumecimiento y hormigueo, así como disminuir la productividad, causar ausencias laborales, incapacidades temporales o permanentes, y dificultar el cumplimiento de funciones, lo que incrementa los costos por compensación laboral (Cabezas-Heredia et al., 2023).

Las lesiones musculoesqueléticas se han convertido en una de las principales causas de incapacidad laboral en todo el mundo, afectando a trabajadores de diversos sectores y generando enormes costos para los sistemas de seguridad social. En Estados Unidos, las compensaciones por estas lesiones superan los 50 mil millones de dólares al año (Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo, 2019)

Los trastornos musculoesqueléticos comprenden alteraciones físicas y funcionales que afectan al sistema musculoesquelético, incluyendo músculos, tendones, ligamentos, nervios y articulaciones. Cuando se originan o agravan por el entorno laboral, se consideran TME de origen ocupacional. Estas afecciones son prevenibles mediante intervenciones adecuadas en el ambiente de trabajo, que promuevan condiciones saludables y seguras. Según datos recientes de la OIT, cada año mueren 2,78 millones de personas por causas relacionadas con el trabajo principalmente enfermedades laborales (2,4 millones) y 374 millones sufren accidentes no mortales. Estos datos subrayan la urgencia de fortalecer una cultura preventiva que valore el bienestar integral de los trabajadores (Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo, 2019).

Los trastornos musculoesqueléticos constituyen una de las principales causas de discapacidad en el ámbito laboral, representando entre el 40 % y 50 % de los costos derivados de enfermedades ocupacionales. Además, son responsables de un alto porcentaje de ausencias prolongadas, como el 49 % de las inasistencias que superan las dos semanas. Estos trastornos afectan con mayor frecuencia a las mujeres, especialmente a medida que avanza la edad, y están estrechamente vinculados con la desigualdad de género en el trabajo. La distribución desigual del trabajo doméstico no remunerado limita las oportunidades de las mujeres para acceder a empleos estables y remunerados, lo que puede contribuir al aumento de estas afecciones (García et al., 2023).

Desde una perspectiva de psicología positiva, es fundamental crear entornos laborales inclusivos y saludables que fomenten el bienestar físico y emocional de todos los trabajadores, independientemente de su género. Esto implica promover la equidad en las oportunidades laborales, reducir las cargas del trabajo no remunerado a través de políticas laborales inclusivas, y proporcionar apoyos psicológicos y ergonómicos que ayuden a prevenir TME. El bienestar de las trabajadoras y trabajadores mejora cuando se les ofrece un entorno que no solo protege su salud física, sino que también valore su salud emocional, promoviendo una cultura laboral positiva que apoye el equilibrio entre la vida personal y profesional.

Invertir en ergonomía permite a las empresas reducir significativamente los costos derivados de enfermedades y accidentes laborales, así como el ausentismo y la rotación del personal crea un entorno de trabajo ergonómico, previene lesiones y enfermedades, disminuyendo los días perdidos y los gastos operativos (Cabezas-Heredia et al., 2023).

La ergonomía mejora la precisión y eficiencia en el trabajo, disminuyendo errores y defectos y esto eleva la calidad del producto, incrementa la satisfacción del cliente y fortalece la rentabilidad empresarial.

La identificación temprana de trastornos musculoesqueléticos en entornos laborales constituye una prioridad en la ergonomía preventiva. En este sentido, el Cuestionario Nórdico Estandarizado, desarrollado por Kuorinka et al. (1987), se ha consolidado como una herramienta fundamental para la evaluación de síntomas musculoesqueléticos auto reportados en trabajadores. Este instrumento fue diseñado con el objetivo de estandarizar la recopilación de información sobre la prevalencia de molestias en distintas regiones anatómicas, tales como el cuello, los hombros, la espalda, las muñecas y las extremidades inferiores.

La estructura del cuestionario permite una aplicación sencilla y rápida, lo cual resulta particularmente útil en estudios epidemiológicos y evaluaciones de campo. Su diseño facilita la comparación de resultados entre distintas poblaciones y sectores productivos, contribuyendo así a la toma de decisiones basadas en evidencia en el ámbito de la salud ocupacional. Diversas investigaciones han demostrado su validez y confiabilidad, posicionándolo como una herramienta robusta para el monitoreo de riesgos ergonómicos (Albán-Galárraga et al., 2024).

Asimismo, el cuestionario puede complementarse con observaciones ergonómicas y mediciones biomecánicas, potenciando su utilidad en intervenciones integrales. En el marco de una estrategia de prevención, su aplicación sistemática permite identificar patrones de riesgo, evaluar la eficacia de intervenciones previas y establecer prioridades en la gestión de la salud laboral.

Se aplica este enfoque en una empresa embotelladora de agua ubicada en Riobamba, provincia de Chimborazo (Ecuador), que presenta altos índices de exposición a tareas físicas repetitivas. La integración de herramientas como formularios electrónicos, hojas de cálculo con macros y plataformas de visualización como Power BI ofrece una solución accesible y escalable para fortalecer la ergonomía digital en empresas de tamaño mediano.

La presente investigación busca realizar un diagnóstico de un entorno laboral donde se refleje las diferentes dolencias del cuerpo humano conocido como TME, por lo tanto, esta investigación se propone responder la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las molestias musculoesqueléticas más frecuentes en los trabajadores de una planta de embotellado, y cómo puede contribuir un sistema digital al monitoreo de estos síntomas?

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue descriptiva ya que se observó, analizó el entorno laboral, el estudio tuvo un enfoque cuantitativo, se realizó la recolección de datos numéricos de las diferentes molestias musculoesqueléticas de los trabajadores por medio del test Nórdico de Kuorinka (Kuorinka et al., 1987).

El diseño de esta investigación fue de carácter no experimental y descriptivo, dado a que no se manipularon variables. Este enfoque permitió observar y analizar el fenómeno de estudio tal como ocurría en el entorno natural de trabajo.

Se realizó en la empresa Industria de Agua y Filtración CIA LTDA, ubicada en la provincia de Chimborazo en la ciudad de Riobamba, en las calles Av. Bolívar Bonilla entre Tokio y Pekín, en el sector Parque Industrial, Ecuador.

El desarrollo de la investigación siguió un proceso estructurado que incluyó las siguientes etapas:

Detección de trastornos musculoesqueléticos se aplicó el Cuestionario Nórdico KUORINKA para diagnosticar posibles molestias dentro de la empresa en la jornada laboral (Kuorinka et al., 1987).

Este diseño permitió describir de manera precisa y detallada los trastornos musculoesqueléticos presentes en los empleados de la empresa, proporcionando un marco integral para la identificación de problemas y la propuesta de soluciones.

La población de este estudio está constituida por 10 trabajadores de la empresa Industria de Agua y Filtración CIA LTDA, ubicada en la ciudad de Riobamba. Esta población está distribuida en diferentes áreas de trabajo, como la producción y la administración, lo que permite una representación en las distintas actividades laborales dentro de la empresa, se trabajó con toda la población.

Se utilizó el test Nórdico de Kuorinka (Kuorinka et al., 1987) sirve para recopilar información sobre dolor, fatiga o disconfort en distintas zonas corporales, consta de 11 preguntas que se aplicaron in situ utilizando Google Forms a todos los trabajadores de la planta, se guardó el anonimato de las personas y la confidencialidad de los datos, los mismos que se exportó a una hoja de Excel para su respectivo análisis. Se diseñaron tableros interactivos en Power BI con segmentación por género, zona afectada y tiempo de duración del dolor. Se usaron gráficos de dispersión, líneas de tiempo y mapas corporales de calor para facilitar la interpretación de resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

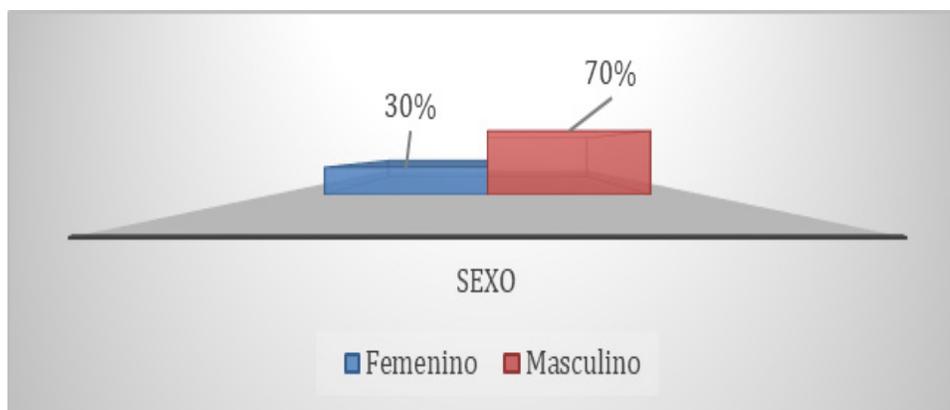
La identificación de los trastornos musculoesqueléticos se pudo identificar aplicando el test de evaluación nórdico KUORINKA en cada uno de los trabajadores de la empresa. Los datos obtenidos fueron visualizados en Power BI mediante gráficos de barras apiladas, matrices de correlación y mapas de calor corporales. Estas herramientas permiten observar patrones de dolor por jornada laboral, distribución por género y coincidencias entre zonas afectadas y duración de episodios

En la figura 1 se muestra los datos del género de los trabajadores encuestados:

El género de los trabajadores tiene un: 30 % femenino y 70 % masculino, esto se debe a las tareas de estibaje que realizar para la elaboración y despacho del agua producida en la planta.

El sistema digital permite identificar que el 70 % de los trabajadores reportaron molestias en la región cervical y dorsal, con episodios de dolor recurrente. Los reportes digitales muestran que los picos de dolor coincidían con jornadas de mayor carga laboral y ausencia de pausas activas.

Fig.1. Género de los trabajadores.



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de Power BI facilita: la detección automática de zonas con mayor incidencia; El cruce de variables para identificar patrones (por ejemplo, género vs zona afectada); y la generación de alertas para seguimiento médico en casos críticos.

En la tabla 1 se muestran los resultados de la pregunta ¿Ha tenido molestias en las diferentes regiones del cuerpo?

Tabla 1. Molestias en las diferentes regiones del cuerpo.

Regiones del cuerpo	Si	No
CUELLO	7	3
HOMBRO	3	7
DORSAL	7	3
CODO	1	9
MUÑECA	2	8

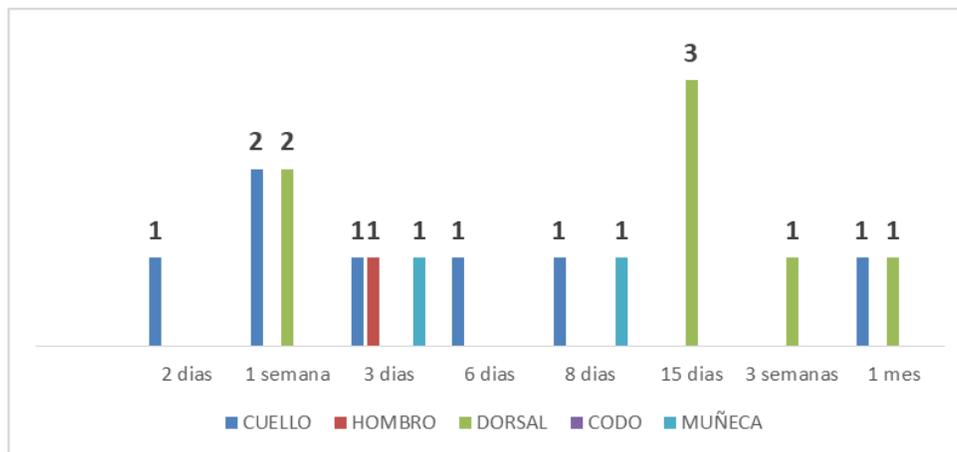
Fuente: Elaboración propia.

Las áreas del cuerpo con mayor incidencia de molestias son: 7 personas con dolor de cuello, 7 en la espalda zona dorsal, 3 en el hombro, 2 en la muñeca y 1 en el codo. Estos resultados sugieren que estas zonas de dolor deben ser evaluadas puesto que pueden generar trastorno músculo esquelético con el tiempo que se presentaran como enfermedad profesional por lo que se recomienda rediseñar la tarea. Los trastornos musculoesqueléticos son una de las principales causas de enfermedad laboral en el mundo, asociados a tareas repetitivas, posturas forzadas y esfuerzo físico. Afectan principalmente la espalda, cuello, hombros y extremidades superiores.

Según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud (2019), en el Trabajo, más del 80% de los trabajadores europeos con problemas de salud laboral reportan dolor musculoesquelético, lo cual impacta negativamente en su productividad y calidad de vida.

La figura 2 muestra el tiempo que han tenido molestias músculo esqueléticas por el trabajo, la zona dorsal y el cuello son las áreas con mayor número de respuestas afirmativas, por lo que significa que existe una criticidad de dolor con posible enfermedad profesional a mediano plazo.

Fig. 2. Tiempo de presencia de molestias músculo esqueléticas en los trabajadores.



Fuente: Elaboración propia.

En los procesos de envasado de agua, los trabajadores están expuestos a movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y posturas mantenidas que pueden generar molestias musculoesqueléticas. Un estudio realizado en Perú por Zamora-Chávez et al. (2020) encuentra que el 78.5% de los trabajadores del área de envasado de agua presentan molestias musculoesqueléticas en los últimos 12 meses, siendo las zonas más afectadas la región lumbar (63.2%), los hombros (51.1%) y el cuello (46.8%). Estos resultados reflejan la necesidad de implementar medidas ergonómicas y pausas activas que reduzcan el riesgo de trastornos musculoesqueléticos en este tipo de labores.

En la Tabla 2 se presenta los resultados de los trabajadores si han necesitado cambiar de puesto de trabajo.

Tabla 2. Si los trabajadores han necesitado cambiar de puesto de trabajo.

Regiones del cuerpo	No
CUELLO	7
HOMBRO	3
DORSAL	7
CODO	1
MUÑECA	2

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de las respuestas en todas las áreas son negativas, lo cual indica que no han presentado problemas físicos recientes en estas partes del cuerpo, sin embargo, existe un % que si manifiestan molestias en estas regiones del cuerpo, esto puede estar relacionado con posturas inadecuadas o prolongadas o por manejo de cargas, al existir una leve sintomatología de dolor se encuentra aún a tiempo de realizar prevención antes de que se convierta en crónica.

En trabajos de envasado de agua, la exigencia física continua puede generar molestias musculoesqueléticas incluso en periodos cortos de tiempo. Un estudio realizado por Zamora-Chávez et al. (2020) reporta que el 62.4% de los trabajadores del área de envasado manifiesta haber experimentado molestias musculoesqueléticas en los últimos 7 días, siendo las zonas más afectadas la región lumbar (48.7%), seguida de los hombros (39.5%) y el cuello (35.2%). Estas cifras evidencian una prevalencia significativa de malestar físico reciente, lo que resalta la necesidad de vigilancia ergonómica continua y estrategias preventivas en este sector laboral. En la Tabla 3 se presenta los resultados de que si los trabajadores han presentado molestias músculo esqueléticas en los 12 últimos meses.

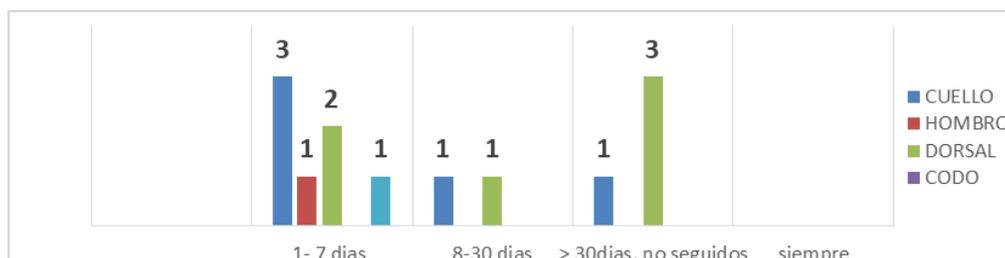
Tabla 3. Molestias en los últimos 12 meses.

Regiones del cuerpo	Si
CUELLO	5
HOMBRO	2
DORSAL	5
CODO	0
MUÑECA	1

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se muestra los resultados de las diferentes regiones del cuerpo que han presentado dolores en los últimos 12 meses: 5 trabajadores en cuello y zona dorsal, lo que se atribuye al levantamiento de cargas, 2 a nivel de hombro y 1 en muñeca que puede ser por uso de herramientas o equipos con vibración con causales. Los trastornos musculoesqueléticos en la columna vertebral, especialmente el dolor lumbar, son una de las principales causas de ausentismo laboral. La OMS (2021) estima que el 39% de los trabajadores sufre de dolor lumbar, mientras que en América Latina la prevalencia alcanza entre el 60% y 70%. Estos problemas se relacionan con posturas inadecuadas, carga física y jornadas extensas (INSST, 2022), por lo que se requieren medidas preventivas efectivas en el entorno laboral. En la figura 3 se presenta los resultados de los trabajadores si han presentado molestias en los 12 últimos meses.

Fig. 3. Han presentado molestias en las regiones del cuerpo en los 12 últimos meses.



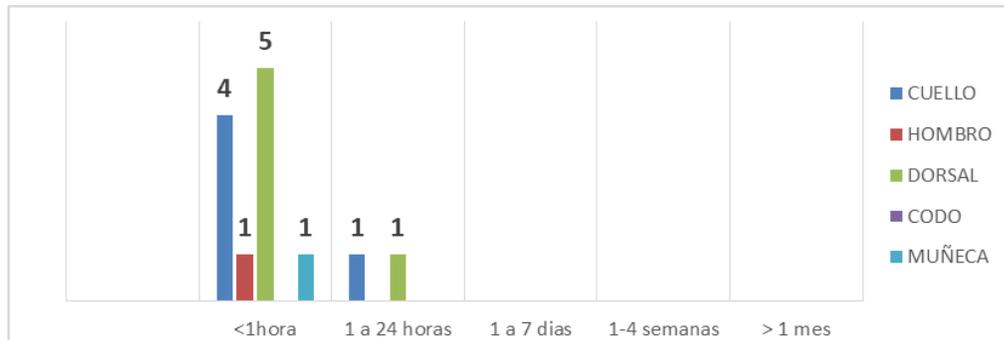
Fuente: Elaboración propia.

De los resultados presentados en la figura se observa que existe patologías de cuello y dorsal por más de 30 días no seguidos con dolor severo que a corto plazo puede derivar en una enfermedad profesional se recomienda mecanizar la tarea de levantamiento de carga, organización del trabajo y rehabilitación en el trabajador.

El dolor lumbar es uno de los TME más frecuentes en trabajadores, con una prevalencia estimada entre el 60% y 80% durante la vida laboral (Hoy et al., 2012). En cerca del 10% de los casos, los síntomas son tan severos que requieren hospitalización o atención especializada (Becker & Childress, 2019). Factores como posturas prolongadas, movimientos repetitivos y carga física contribuyen a su aparición (Punnett & Wegman, 2004), lo que refuerza la importancia de estrategias preventivas en el entorno laboral.

En la figura 4 se presenta los resultados de duración de los episodios de dolor en los trabajadores.

Fig. 4. Tiempo que dura cada episodio de dolor en los trabajadores.



Fuente: Elaboración propia.

Referente al tiempo que dura los episodios de dolor de las diferentes zonas corporales se tiene que van de 1 a 24 horas de frecuencia por lo que esto dificulta la realización de las actividades dentro de la empresa y requieren de atención médica inmediata para no agravar sus zonas de dolor y que pueda ocurrir una dolencia ocupacional relacionada con el trabajo.

Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, 2023), un 8,5 % de los trabajadores expuestos a riesgos psicosociales severos han sido reubicados para proteger su salud. Esta medida se fundamenta en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, que en su artículo 25 exige adaptar el puesto a trabajadores especialmente sensibles, incluyendo la reubicación si es necesario. En la figura 5 se presenta los resultados de cuánto tiempo le ha impedido realizar su trabajo a los trabajadores.

Fig. 5. Cuanto tiempo le han impedido hacer su trabajo a los trabajadores.



Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se aprecia el tiempo que le ha impedido realizar la tarea debido a las diferentes zonas de dolor, siendo estas las siguientes: de 1 a 7 días con una frecuencia de trabajadores 3 en cuello, 1 en hombro y 2 dorsal; de 1 a 4 semanas tenemos 2 dorsal y más de 1 mes 1 de cuello y 1 dorsal, esto se atribuye al levantamiento de carga se requiere acciones inmediatas de intervención en el puesto de trabajo.

El levantamiento manual de cargas es una causa importante de trastornos musculoesqueléticos, especialmente en la zona lumbar. Factores como la carga excesiva, la frecuencia de levantamiento y las malas posturas aumentan el riesgo de lesiones (Punnett & Wegman, 2004).

La OSHA (2001) advierte que exceder los límites recomendados puede dañar discos, tendones y músculos. Además, condiciones laborales inadecuadas también contribuyen a estos trastornos, por lo que es esencial aplicar medidas ergonómicas y capacitar a los trabajadores en técnicas de levantamiento seguro.

En la tabla 4 se presenta los datos de que el trabajador recibió tratamiento médico alguno por su dolor.

Tabla 4. Ha recibido tratamiento por molestias músculoesqueléticas.

REGIONES DEL CUERPO CON MOLESTIAS	SI
CUELLO	1
HOMBRO	
DORSAL	4
CODO	
MUÑECA	

Fuente: Elaboración propia.

Referente a que si ha recibido tratamiento por molestias músculoesqueléticas en diferentes zonas del cuerpo tenemos que 1 persona en cuello y 4 en la parte dorsal, esto implica que existe patología de dolor que requiere de recuperación antes de volverse crónica y que traiga repercusiones para el trabajador.

El tratamiento de los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores requiere un enfoque integral que combine ajustes ergonómicos, terapia física y apoyo psicosocial. Las intervenciones que modifican el entorno laboral, promueven pausas activas y ejercicios de rehabilitación han mostrado eficacia en la reducción de los TME (Punnett & Wegman, 2004). La colaboración de diferentes profesionales de la salud mejora los resultados terapéuticos y la participación activa del trabajador, junto con la educación en salud, es esencial para una recuperación sostenible (Shaw et al., 2008).

En la tabla 5 se presenta los datos de que el trabajador ha tenido molestias en los últimos 7 días.

Tabla 5. Si ha tenido molestias en los últimos 7 días.

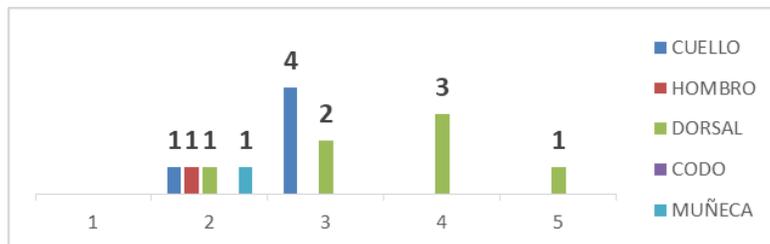
REGIONES DEL CUERPO CON MOLESTIAS	SI
CUELLO	5
HOMBRO	1
DORSAL	6
CODO	
MUÑECA	

Fuente: Elaboración propia.

Aquí se puede apreciar las zonas del cuerpo que muestran molestias en los últimos 7 días, siendo 6 personas en la zona dorsal, 5 en el cuello y 1 en el hombro; esto se debe a la tarea de levantar objetos lejos del cuerpo, por lo que se requiere de intervención inmediata en el puesto de trabajo.

En la figura 6 se muestra las molestias musculoesqueléticas reportadas por los encuestados, se utilizó una escala numérica del 0 al 5 donde: 0 es sin molestias, 1 molestias muy leves, 2 molestias leves, 3 molestias moderadas, 4 molestias fuertes y 5 molestias muy fuertes.

Fig. 6. Nota de las molestias músculo esqueléticas de 0 a 5.



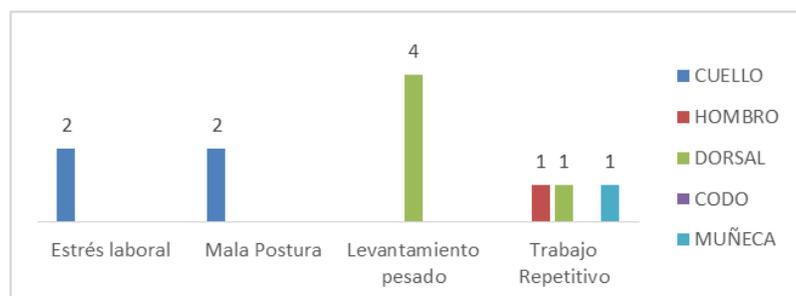
Fuente: elaboración propia.

Los resultados de molestias músculo esqueléticas en escala numérica muestran que el cuello y la zona dorsal presentan molestias moderadas y fuertes por lo que se requiere de vigilancia médica inmediata para poder disminuir el malestar en los trabajadores.

El levantamiento manual de cargas es una de las principales causas de dolor en la región cervical y dorsal entre trabajadores, debido a las posturas forzadas y la sobrecarga mecánica que genera en la columna vertebral. Las tareas que implican levantar pesos de manera repetitiva o adoptar posturas incómodas aumentan significativamente el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos en el cuello y la parte superior de la espalda. Por su parte, Hoozemans et al. (2014) señalan que la exposición prolongada a cargas físicas pesadas incrementa la tensión en los músculos paravertebrales y favorece la aparición de microlesiones, que a largo plazo pueden derivar en dolor crónico. Además, Marras (2008) destaca que la falta de técnicas adecuadas de levantamiento y de pausas activas agrava la fatiga muscular, lo cual predispone aún más a lesiones en estas zonas corporales.

En la figura 7 se muestra las posibles causas de las molestias músculo esquelético de los trabajadores.

Fig. 7. Causas de las Molestias músculo esqueléticas.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados reflejan las causas de la presencia de TME, se debe como principal causa al levantamiento de cargas pesadas, luego por malas posturas, estrés y por trabajo repetitivo, por lo que se debe implementar medidas preventivas para disminuir la sintomatología de dolor como es: pausas activas, organización del trabajo, reducción del tiempo de exposición entre otras.

La prevención de los trastornos musculoesqueléticos en el trabajo implica adaptar herramientas y equipos, promover pausas activas, capacitar en técnicas seguras y rotar tareas para evitar sobrecargas (INSST, 2021). También es esencial fomentar la participación de los trabajadores en la identificación de riesgos y soluciones (OIT, 2020), así como realizar evaluaciones ergonómicas continuas y actuar ante los primeros signos de molestias (Punnett & Wegman, 2004).

El uso de herramientas informáticas no solo agiliza la recolección de datos, sino que permite establecer un sistema de monitoreo continuo. A diferencia de los métodos tradicionales, esta estrategia digital reduce el margen de error humano, centraliza la información y facilita el análisis multidimensional.

Además, la visualización interactiva promueve una mejor comprensión por parte de los responsables de salud laboral, y permite justificar con evidencia la necesidad de rediseños ergonómicos o reubicación de trabajadores.

Este enfoque es especialmente útil en contextos como el de Chimborazo, donde muchas empresas aún no han incorporado tecnologías preventivas en su gestión laboral. La replicabilidad del sistema en otras industrias de la región es alta, dada su base tecnológica de bajo costo.

Los autores agradecen a la "Red de Investigación en Ingeniería e Informática – Ri³" por su apoyo y acompañamiento para la ejecución del proyecto y la difusión de este artículo.

El Test Nórdico de Kuorinka es una herramienta válida y sencilla que permite detectar de manera temprana la presencia de síntomas musculoesqueléticos en diferentes regiones corporales, facilitando la intervención preventiva antes de que se desarrollen TME más graves.

CONCLUSIONES

Mediante la aplicación del Test Nórdico, las organizaciones pueden obtener información detallada sobre las zonas corporales más afectadas, lo que favorece el diseño de programas de prevención personalizados y mejoras ergonómicas

específicas en los puestos de trabajo, como en este caso que por el levantamiento de objetos pesados en el proceso de embotellado de agua se tiene la afectación grave en cuello y dolor lumbar en los trabajadores.

El uso sistemático del Test Nórdico contribuye al monitoreo continuo del estado musculoesquelético de los trabajadores, promoviendo una cultura de salud ocupacional y ayudando a reducir la incidencia de TME a largo plazo. La digitalización del Test de Kuorinka mediante formularios electrónicos y plataformas como Excel y Power BI es viable, accesible y mejora la eficiencia del monitoreo de TME.

La integración de análisis automatizados permite una intervención temprana y focalizada sobre los factores de riesgo ergonómico. Este modelo puede escalarse e integrarse con sistemas más complejos, como apps móviles, sensores de movimiento o plataformas de inteligencia artificial en salud ocupacional. Se recomienda a las instituciones educativas y empresariales incorporar este enfoque informático en sus programas de ergonomía laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albán-Galárraga, M. J., Jaque-Puca, D. G., Muyulema Allaica, J. C., & Coque-Patiño, C. G. (2024). Desarrollo y evaluación de un exoesqueleto de rodilla: Innovación terapéutica para rehabilitación efectiva y accesible. *Technology Rain Journal*, 3(1). <https://doi.org/10.55204/trj.v3i1.e28>

Álvarez Sepúlveda, M., Salinas Cabello, F., Sandoval-Obando, E., & Fuentes-Vilugrón, G. (2025). Impacto de la pandemia sobre la salud mental de las mujeres trabajadoras de un centro de salud en Vilcún (Chile): un estudio exploratorio. *Región Científica*, 4(1), 2025452. <https://doi.org/10.58763/rc2025452>

Becker, A., & Childress, M. A. (2019). Nonspecific low back pain and return to work. *American family physician*, 100(11), 697-703. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2019/1201/p697.html>

Cabezas-Heredia, E., Molina-Granja, F., Montenegro-Bosquez, G., Salazar, M., Santillán-Lima, J., Ramirez, S., & Cachay-Boza, O. (2023). Assessment of technological stress levels in university staff: case study. *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology*, 9. <https://pdfs.semanticscholar.org/bf31/6441641a924d8fa79aa56017c1729adb0402.pdf>

Díaz-Mercado, J. L., & Santillán-Lima, P. (2025). Análisis del síndrome de burnout en el personal operativo del hospital del pediatra Alfonso Villagómez de la ciudad de Riobamba. *Technology Rain Journal*, 4(1). <https://doi.org/10.55204/trj.v4i1.e69>

Hoozemans, M. J. M., Knelange, E. B., Frings-Dresen, M. H. W., Veeger, H. E. J., & Kuijer, P. P. F. M. (2014). Are pushing and pulling work-related risk factors for upper extremity symptoms? A systematic review of observational studies. *Occupational and environmental medicine*, 71(11), 788-795. <https://doi.org/10.1136/oemed-2013-101837>

Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, F., Woolf, A., Vos, T., & Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis & Rheumatism*, 64(6), 2028-2037. <https://doi.org/10.1002/art.34347>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2023). Informe anual de riesgos laborales 2022. Ministerio de Trabajo y Economía Social. https://www.mites.gob.es/itss/ITSS/ITSS_Descargas/Que_hacemos/Memorias/Memoria_ITSS_2022_2.pdf

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, Å., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233-237. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-x](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-x)

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, núm. 269, de 10 de noviembre de 1995, páginas 32590 a 32611. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-24292>

Ministerio de la Protección Social. (2007). *Guía técnica de atención integral basada en la evidencia para la salud ocupacional: Desórdenes musculoesqueléticos relacionados con el trabajo*. Bogotá, Colombia. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n%2520/bib/128162.o&ved=2ahUKewie6ly096qOAxWYQjABHf7SJm4QFnoECA8QAQ&usq=AOvVaw18VitJ4qYpqPkn6gslV4g8>

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Dolor lumbar: una carga global*. <https://www.who.int/>

Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>

Regalado García, G. N., Regalado García, K. G., Arevalo Rojas, J. A., & Escalona León, D. (2023). Trastornos musculoesqueléticos asociados a la actividad laboral. *Salud, Ciencia y Tecnología*, (3), 441. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9072026>

Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo. (2019) <https://posipedia.com.co/wp-content/uploads/2019/08/seguridad-salud-centro-futuro-trabajo.pdf>

- Shaw, W. S., Robertson, M. M., Pransky, G., & McLellan, R. K. (2008). Employee perspectives on the role of supervisors to prevent workplace disability after injuries. *Journal of Occupational Rehabilitation*, *18*(1), 82–93. <https://doi.org/10.1007/s10926-007-9111-7>
- Zamora-Chávez, S. C., Vásquez-Alva, R., Luna-Muñoz, C., & Carvajal-Villamizar, L. L. (2020). Factores asociados a trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de limpieza del servicio de emergencia de un hospital terciario. *Revista de la Facultad de medicina humana*, *20*(3), 388-396. <http://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v20i3.3055>