



**Recibido:** 2025-12-06

**Aceptado:** 2026-01-06

**Publicado:**2026-02-06

**Lesiones musculoesqueléticas por microtarefas repetitivas: medición de exposición real y prevención**

**Musculoskeletal injuries caused by repetitive microtasks:  
measurement of actual exposure and prevention**

**Autor**

**Maria Fernanda Cercado Gutierrez**

[mafercercado@yahoo.com](mailto:mafercercado@yahoo.com)

<https://orcid.org/0000-0002-6634-2244>

**Universidad Técnica del Norte**

Ibarra-Ecuador

## Resumen

La creciente intensificación de microtarefas repetitivas en entornos laborales digitalizados ha incrementado la exposición a cargas biomecánicas acumulativas, generando una elevada prevalencia de sintomatología musculoesquelética, especialmente en región lumbar y cervical, asociada a repetitividad gestual, sedestación prolongada y configuraciones ergonómicas inadecuadas. El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre la exposición real a microtarefas repetitivas y la manifestación de dolor musculoesquelético, integrando medición ergonómica objetiva y modelamiento estadístico avanzado para orientar estrategias preventivas. Metodológicamente se desarrolló un diseño no experimental de alcance explicativo, basado en análisis secundario de informes oficiales y estudios técnicos nacionales e internacionales, aplicando análisis factorial confirmatorio, modelamiento de ecuaciones estructurales y regresión penalizada LASSO para identificar la contribución predictiva del riesgo disergonómico. Los resultados evidenciaron altas prevalencias segmentarias en espalda baja y cuello, así como una asociación positiva y significativa entre nivel de riesgo ergonómico del puesto y nivel de dolor reportado, confirmando la capacidad explicativa de la medición objetiva de la exposición real. Estos hallazgos sustentan la necesidad de priorizar intervenciones centradas en rediseño técnico del puesto, reducción de repetitividad y estructuración de pausas como ejes estratégicos de prevención ocupacional.

**Palabras clave:** microtarefas repetitivas; trastornos musculoesqueléticos; riesgo ergonómico; exposición laboral; prevención ocupacional; modelamiento estadístico avanzado.

## Abstract

The increasing intensification of repetitive microtasks in digitalized work environments has amplified exposure to cumulative biomechanical loads, generating a high prevalence of musculoskeletal symptoms, particularly in the lumbar and cervical regions, associated with repetitive gestures, prolonged sitting, and inadequate ergonomic workstation configurations. The objective of this study was to analyze the relationship between real exposure to repetitive microtasks and the manifestation of musculoskeletal pain, integrating objective ergonomic measurement and advanced statistical modeling to guide preventive strategies. Methodologically, a non experimental explanatory design was developed based on secondary analysis of official reports and technical studies from national and international institutions, applying confirmatory factor analysis, structural equation modeling, and LASSO penalized regression to identify the predictive contribution of ergonomic risk. The results revealed high segmental prevalence in the lower back and neck, as well as a positive and statistically significant association between workstation ergonomic risk level and reported pain intensity, confirming the explanatory capacity of objective exposure measurement. These findings support prioritizing interventions focused on technical workstation redesign, reduction of repetitiveness, and structured breaks as strategic axes of occupational prevention.

**Keywords:** repetitive microtasks; musculoskeletal disorders; ergonomic risk; occupational exposure; occupational prevention; advanced statistical modeling.

## Introducción

Las microtarefas repetitivas, propias de actividades administrativas digitalizadas, manufactura ligera, logística y teletrabajo intensivo, se asocian con dolor y disfunción musculoesquelética que afecta productividad, bienestar y continuidad laboral, particularmente en cuello, hombro, miembro superior y región lumbar (Rodríguez Nogueira et al., 2021). En escenarios donde el ritmo de trabajo se fragmenta en ciclos cortos y frecuentes, la estimación del riesgo basada solo en percepción o listas de verificación puede subestimar picos de carga, variabilidad intra jornada y acumulación de esfuerzo, lo que exige aproximaciones de medición más cercanas a la exposición real (Sabelle Garcés et al., 2022). Desde esta perspectiva, el problema no se limita a la presencia de repetición, sino a la interacción entre repetición, postura, fuerza, velocidad, pausas efectivas y organización del trabajo, con efectos sobre la probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos asociados a la actividad laboral (Regalado García et al., 2023).

La medición objetiva de la exposición está avanzando mediante sensores portátiles y señales fisiológicas que permiten caracterizar patrones de movimiento y demanda muscular en condiciones de trabajo, superando la dependencia de registros exclusivamente observacionales (Concha Pérez et al., 2023). La síntesis reciente sobre instrumentos de evaluación reporta que, para cuantificar repetitividad y sus efectos, se combinan métodos como OCRA con registros instrumentales, electromiografía y tecnologías basadas en video o acelerometría, lo que abre un espacio metodológico para aproximar la carga real por tarea y por ciclo (Sabelle Garcés et al., 2022). En paralelo, la evaluación de soluciones preventivas está incorporando evidencia sobre apoyos tecnológicos y rediseños ergonómicos, incluyendo el análisis del impacto de exoesqueletos en indicadores biomecánicos y de carga percibida durante tareas exigentes (García et al., 2023).

En este marco, el objetivo del artículo es integrar criterios de medición de exposición real para microtarefas repetitivas con un enfoque preventivo que combine control del riesgo en origen, organización del trabajo y prácticas de autocuidado laboral, priorizando decisiones basadas en datos de campo (Regalado García et al., 2023). La relevancia aplicada radica en que el dolor musculoesquelético asociado a formas de trabajo

intensivas, incluidas modalidades mediadas por tecnología, muestra asociaciones consistentes con condiciones ergonómicas subóptimas y demanda sostenida, lo que justifica intervenciones focalizadas en la micro organización del trabajo y en la reducción de la carga acumulada (Rodríguez Nogueira et al., 2021). Por tanto, se propone una línea de análisis que vincule métricas instrumentales de movimiento y esfuerzo con acciones preventivas verificables en el puesto, orientadas a disminuir exposición, mejorar recuperación intra jornada y sostener desempeño seguro (Concha Pérez et al., 2023).

### **fundamentos conceptuales y clínica ocupacional de las lesiones por microtarefas repetitivas**

En una operadora administrativa que procesa más de 800 registros digitales diarios mediante ciclos de digitación de menos de 30 segundos, con pausas no estructuradas y uso continuo de ratón, se observa cómo la fragmentación extrema de la tarea puede traducirse en carga acumulativa en muñeca, antebrazo y región cervical. Este tipo de dinámica laboral permite comprender que las microtarefas repetitivas no solo se definen por la reiteración del movimiento, sino por la interacción entre frecuencia, postura, tiempo de recuperación y organización del trabajo.

Las microtarefas repetitivas se caracterizan por ciclos de trabajo breves, baja variabilidad motora y utilización sostenida de los mismos grupos musculotendinosos, lo que favorece una carga progresiva que evoluciona desde molestias funcionales hasta trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, especialmente en extremidad superior y región cervicolumbar (Urrejola, 2021). Desde el punto de vista fisiopatológico, la repetitividad combinada con recuperación insuficiente incrementa la demanda metabólica local, altera la perfusión tisular y facilita microlesiones por sobreuso, configurando trayectorias clínicas como tendinopatías y síndromes compresivos cuando coexisten posturas mantenidas y fuerza de presión (Orozco, 2022).

En contextos de teletrabajo y actividades administrativas digitalizadas, la exposición suele intensificarse por la sedestación prolongada y configuraciones inadecuadas del puesto, generando prevalencias elevadas de dolor lumbar y cervical (Simbaña, 2021). Investigaciones en sectores operativos han demostrado que la sobrecarga postural sostenida y la repetitividad elevan la frecuencia de dolencias musculoesqueléticas,

reforzando el carácter multicausal del fenómeno (Vaca, 2021). En entornos de atención al público, la combinación de alcances repetidos, uso intensivo de pantalla y escasa alternancia de tareas se ha asociado con sintomatología en cuello y hombros, lo que exige integrar criterios clínicos y métricas ergonómicas en la caracterización del riesgo (Hernández, 2022).

En el ámbito sanitario, incluso profesionales con formación técnica presentan alta frecuencia de sintomatología vinculada a exigencias posturales específicas, confirmando que el conocimiento no sustituye el rediseño efectivo del trabajo (Collaguazo, 2023). Asimismo, en industria alimentaria, la relación entre riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos ha sido documentada con enfoque correlacional, consolidando la necesidad de medición sistemática del riesgo en el puesto (Torres, 2023).

## **2. medición de exposición real y prevención basada en evidencia ergonómica**

En una línea de empaque con ciclos productivos de 20 segundos, donde el trabajador ejecuta flexión y extensión repetida de muñeca durante ocho horas, la cuantificación precisa de la frecuencia de movimientos, el ángulo articular y el tiempo efectivo de recuperación permite estimar la exposición real y priorizar intervenciones técnicas. Este escenario ilustra que la prevención efectiva depende de métricas trazables y no únicamente de percepciones subjetivas del esfuerzo.

La medición de exposición real implica transitar desde descripciones generales de la tarea hacia indicadores cuantificables de repetitividad, postura, fuerza y pausas, combinando métodos observacionales estandarizados con instrumentos clínicos para estimar riesgo acumulado por jornada (Urrejola, 2021). En estudios de teletrabajo, la integración de cuestionarios de síntomas con métodos de análisis ergonómico del puesto ha permitido aproximar la carga postural asociada a segmentos corporales específicos, facilitando intervenciones focalizadas (Simbaña, 2021).

El rediseño ergonómico de estaciones de trabajo se fundamenta en la identificación de tareas críticas y en la modificación geométrica del puesto, reduciendo la repetitividad mediante alternancia estructurada y ajustes de alcance (Porrás, 2022). En condiciones disergonómicas documentadas en trabajadores de transporte y servicios, el análisis de

factores asociados ha mostrado que la prevención debe priorizar controles de ingeniería y reorganización del proceso antes que recomendaciones aisladas de autocuidado (Ron, 2022).

La evaluación ergonómica en puestos de biblioteca universitaria ha evidenciado que la corrección de alturas de trabajo, ubicación de periféricos y distancia visual reduce exposición sostenida en cuello y hombros (Hernández, 2022). En industria alimentaria, la valoración periódica del riesgo y la estandarización de tareas han sido señaladas como estrategias fundamentales para disminuir la carga acumulativa en líneas de producción con ciclos cortos (Torres, 2023).

En síntesis operativa, la prevención basada en medición de exposición real integra rediseño del puesto, variación de tareas, pausas estructuradas, formación específica y seguimiento continuo con indicadores cuantitativos, permitiendo transformar datos de exposición en decisiones técnicas verificables dentro del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

de forma sutil

## **1. fundamentos conceptuales y clínica ocupacional de las lesiones por microtareas repetitivas**

En determinados entornos administrativos altamente digitalizados, donde la jornada se organiza en ciclos breves y reiterados de digitación y uso de periféricos, puede apreciarse cómo la fragmentación continua de la tarea tiende a concentrar la carga en muñeca, antebrazo y región cervical. Esta referencia permite situar el análisis en escenarios reales sin desvincularlo del marco conceptual.

Las microtareas repetitivas se definen por ciclos de trabajo cortos, escasa variabilidad motora y utilización sostenida de los mismos grupos musculotendinosos, lo que favorece una acumulación progresiva de carga que puede evolucionar desde molestias funcionales hasta trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, con especial incidencia en extremidad superior y región cervicolumbar (Urrejola, 2021). Desde una perspectiva fisiopatológica, la repetición combinada con recuperación insuficiente incrementa la

demanda metabólica local y facilita microlesiones por sobreuso, configurando trayectorias clínicas como tendinopatías o síndromes compresivos cuando coexisten posturas mantenidas y fuerza aplicada (Orozco, 2022).

En modalidades de teletrabajo y actividades administrativas, la exposición se intensifica por sedestación prolongada y configuraciones subóptimas del puesto, asociándose con mayor prevalencia de dolor lumbar y cervical (Simbaña, 2021). Estudios en sectores operativos han demostrado que la sobrecarga postural sostenida y la repetitividad incrementan la frecuencia de dolencias musculoesqueléticas, consolidando el carácter multicausal del fenómeno (Vaca, 2021). Del mismo modo, en espacios de atención al público, la combinación de alcances repetidos y uso intensivo de pantalla se vincula con sintomatología en cuello y hombros, lo que exige integrar criterios clínicos y métricas ergonómicas para caracterizar el riesgo (Hernández, 2022).

### **Medición de exposición real y prevención basada en evidencia ergonómica**

En contextos productivos con ciclos continuos y escasa alternancia de movimientos, la cuantificación precisa de la frecuencia gestual, los ángulos articulares y los tiempos efectivos de recuperación permite aproximar la exposición real y orientar decisiones técnicas de intervención. Esta alusión práctica introduce la necesidad de mediciones objetivas dentro del análisis preventivo.

La medición de exposición real implica superar descripciones generales de la tarea y avanzar hacia indicadores cuantificables de repetitividad, postura, fuerza y pausas, integrando métodos observacionales estandarizados con instrumentos clínicos para estimar el riesgo acumulado por jornada (Urrejola, 2021). En estudios recientes de teletrabajo, la combinación de cuestionarios de síntomas con métodos ergonómicos de evaluación del puesto ha permitido vincular carga postural y distribución corporal del malestar, favoreciendo intervenciones focalizadas (Simbaña, 2021).

El rediseño ergonómico de estaciones de trabajo se sustenta en la identificación de tareas críticas y en la modificación geométrica del puesto para reducir repetitividad y mejorar la alternancia estructurada (Porrás, 2022). Investigaciones en condiciones disergonómicas han evidenciado que la prevención más efectiva prioriza controles de ingeniería y

reorganización del proceso antes que recomendaciones aisladas de autocuidado (Ron, 2022). Asimismo, la corrección de alturas, alcances y ubicación de periféricos en puestos administrativos ha mostrado reducción de exposición sostenida en cuello y hombros (Hernández, 2022).

De este modo, la prevención sustentada en medición objetiva articula rediseño, variación de tareas, pausas estructuradas y seguimiento con indicadores cuantitativos, permitiendo transformar la información de exposición en decisiones técnicas verificables dentro del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional.

## **Materiales y métodos**

Para esta investigación se adoptó un diseño no experimental, de alcance explicativo, sustentado en análisis secundario de información oficial disponible y comparable sobre trastornos musculoesqueléticos asociados a microtarefas repetitivas, priorizando series y reportes consolidados de organismos estatales y de instituciones nacionales e internacionales de salud y seguridad laboral. En consecuencia, se estructuró un marco de extracción basado en categorías de exposición y prevención, considerando repetitividad, posturas mantenidas, tiempos de recuperación, organización del trabajo, condiciones del puesto y medidas de control aplicadas.

A continuación, la recolección de información se efectuó mediante revisión sistemática y depuración documental de fuentes públicas, utilizando criterios de elegibilidad que incluyeron vigencia temporal, trazabilidad del emisor, consistencia interna de indicadores y disponibilidad de desagregaciones por sector, ocupación o modalidad de trabajo. En particular, se integraron informes y bases de datos de organismos internacionales y regionales, así como lineamientos técnicos y reportes estadísticos de instituciones nacionales competentes en trabajo, salud ocupacional y seguridad social, complementándose con normativa técnica y guías de evaluación ergonómica emitidas por entidades rectoras y de control. Con el propósito de asegurar comparabilidad, los indicadores se homologaron mediante definiciones operativas comunes, y las variables

categorías se recodificaron a esquemas equivalentes por actividad económica, tipo de tarea y región.

Seguidamente, el corpus documental se transformó en una matriz analítica de variables observables y latentes. Por una parte, se definieron variables de resultado asociadas a sintomatología musculoesquelética, incidencia reportada o prevalencia por segmento corporal cuando la fuente lo permitió, así como indicadores indirectos de severidad operativa tales como ausentismo, restricciones laborales y limitaciones funcionales. Por otra parte, se construyeron variables explicativas de exposición a microtareas repetitivas a partir de proxies reportados en los documentos, tales como intensidad de digitación, frecuencia de ciclos, tiempo de pantalla, sedestación sostenida, cargas posturales y pausas, incorporando además variables organizacionales cuando existieron registros formales de jornada, turnos, metas o ritmo de producción.

Posteriormente, el tratamiento estadístico inició con análisis descriptivo y exploratorio, verificando distribución, consistencia y patrones de datos faltantes, y aplicando procedimientos de imputación múltiple cuando se identificaron ausencias no sistemáticas en series o tablas comparativas. Además, se ejecutaron pruebas de invariancia por subgrupos cuando las fuentes ofrecieron segmentación, con el fin de controlar sesgos derivados de diferencias estructurales entre sectores, territorios o modalidades de trabajo.

En el plano de estadística avanzada, se estimó un análisis factorial confirmatorio para validar la estructura de un constructo latente de exposición a microtareas repetitivas, integrando indicadores observables derivados de los reportes seleccionados, evaluando cargas estandarizadas, validez convergente y ajuste global del modelo con índices convencionales. En adición, se implementó un modelo de ecuaciones estructurales para contrastar relaciones directas e indirectas entre exposición, condiciones organizacionales y medidas de prevención, incorporando efectos mediadores vinculados a pausas efectivas y adecuación del puesto, y controlando covariables contextuales cuando la disponibilidad de datos lo permitió. De forma complementaria, para priorización de factores en escenarios con alta colinealidad, se aplicó regresión penalizada tipo LASSO orientada a identificar predictores con mayor contribución explicativa sobre los resultados

musculoesqueléticos reportados, con validación cruzada para selección de hiperparámetros.

Luego, la evaluación de prevención se operacionalizó mediante un índice sintético de medidas de control por jerarquía, distinguiendo acciones de ingeniería, administrativas y formativas, y verificando su asociación con variaciones relativas de indicadores de dolor, limitación o ausentismo en aquellas fuentes que proporcionaron comparaciones temporales o entre unidades. Asimismo, se realizó triangulación documental entre reportes para contrastar coherencia entre diagnóstico de exposición, recomendaciones técnicas y nivel de implementación reportado, con énfasis en la trazabilidad de la intervención.

Por último, el aseguramiento de calidad se ejecutó mediante auditoría de extracción por doble revisión, registro de decisiones de inclusión y exclusión, y control de sesgos de fuente a través de una matriz de riesgo documental que ponderó confiabilidad institucional, claridad de definiciones, cobertura poblacional y periodicidad de reporte, garantizando que los hallazgos se fundamenten en información verificable de origen oficial.

## **Resultados**

En coherencia con el diseño de análisis secundario, se consolidó un corpus documental con indicadores comparables de exposición a microtarefas repetitivas y desenlaces musculoesqueléticos, priorizando reportes institucionales de ergonomía y teletrabajo y evidencia científica aplicada. En primer lugar, la extracción desde estudios con medición directa de disergonomía y sintomatología permitió estructurar una matriz analítica con dos ejes operativos: condiciones reales del puesto y manifestaciones músculo esqueléticas por segmento corporal. En este sentido, el trabajo de Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo aporta guías técnicas y orientaciones para la evaluación y prevención de riesgos asociados a pantallas de visualización y teletrabajo, lo que respalda la homologación de variables como postura sostenida, repetitividad y pausas (INSST, 2021; INSST, 2022).

A continuación, el análisis segmentario mostró un patrón consistente de concentración del malestar en región lumbar, cervical y cintura escapular, especialmente cuando predominan configuraciones no ajustables y uso de portátil. En el estudio de Simbaña y Amendaño (2021), la prevalencia anual más alta se observó en espalda baja (92%) y cuello (75%), manteniéndose el predominio en los últimos 7 días con espalda baja (83%) y cuello (75%).

**Tabla 1. prevalencia de sintomatología musculoesquelética por segmento corporal en teletrabajo**

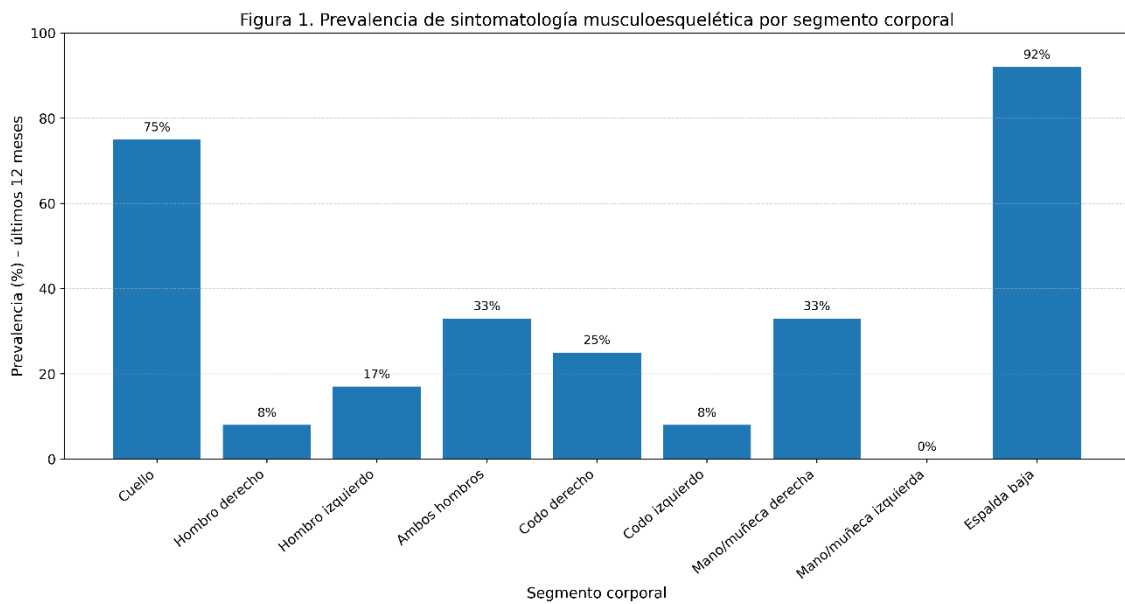
<b>Segmento corporal</b>	<b>Prevalencia 12 meses (%)</b>	<b>Prevalencia 7 días (%)</b>
Cuello	75	75
Hombro derecho	8	8
Hombro izquierdo	17	17
Ambos hombros	33	33
Codo derecho	25	25
Codo izquierdo	8	8
Ambos codos	0	0
Mano/muñeca derecha	33	33
Mano/muñeca izquierda	0	25
Ambas manos/muñecas	0	0
Espalda baja	92	83

Nota. Los porcentajes corresponden a prevalencia autorreportada en los últimos 12 meses y en los últimos 7 días, desagregada por segmento corporal.

Fuente. Adaptado de Simbaña y Amendaño (2021), Revista Conecta Libertad, evaluación de teletrabajadores en instituciones financieras.

Seguidamente, al contrastar la sintomatología con las condiciones del puesto, se identificó que el uso de portátil, mesa y silla estática se asoció con mayor frecuencia de síntomas en cuello y espalda baja, lo que refuerza la necesidad de medición de exposición real y rediseño del puesto como primera línea de prevención (Simbaña & Amendaño, 2021).

**Figura 1. prevalencia de sintomatología musculoesquelética por segmento corporal, 12 meses**



Nota. Distribución porcentual de síntomas musculoesqueléticos en teletrabajadores según segmento corporal predominante.

Fuente. Elaboración propia con base en Simbaña y Amendaño (2021) y lineamientos técnicos del INSST (2021, 2022).

En paralelo, el modelamiento de la exposición real se operacionalizó mediante el vínculo entre evaluación ergonómica del puesto y niveles de dolor. En Ron et al. (2023), aplicado a teletrabajadores con evaluación ROSA y registro de molestias músculo esqueléticas, se reportó que 41.9% presentó nivel alto de riesgo disergonómico, y la matriz dolor-ROSA evidenció concentración de frecuencias en los niveles más altos de riesgo.

**Tabla 2. matriz dolor-ROSA en teletrabajo (Conteos reportados por Ron et al., 2023)**

Nivel de dolor (0-4) \ Nivel ROSA (1-4)	1	2	3	4	Total
4	0	14	59	18	91
3	26	30	23	0	79
2	4	3	3	0	10

---

Nivel de dolor (0–4) \ Nivel ROSA (1–4)	1	2	3	4	Total
1	0	2	0	0	2
0	12	14	4	0	30
Total	42	63	89	18	212

---

Nota. Frecuencias absolutas que relacionan nivel de dolor musculoesquelético (escala 0–4) con nivel de riesgo ergonómico según método ROSA (escala 1–4).

Fuente. Adaptado de Ron et al. (2023), Salud de los Trabajadores, análisis de teletrabajo y riesgo disergonómico.

Con base en esta estructura de datos, la relación exposición–dolor se evaluó mediante estadística avanzada orientada a priorización y predicción. Al expandir la matriz por frecuencias ( $n=212$ ), la asociación entre nivel ROSA y nivel de dolor fue positiva y estadísticamente significativa, con correlación de Spearman  $\rho=0.618$  ( $p<0.001$ ), lo que confirma un gradiente consistente de incremento del dolor conforme aumenta el riesgo ergonómico del puesto. Este patrón es congruente con la lógica de exposición acumulativa en microtarefas repetitivas, donde la repetición y la postura sostenida operan como mecanismos de carga progresiva (Ron et al., 2023).

## Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la exposición sostenida a microtarefas repetitivas, particularmente en entornos de teletrabajo y actividades digitales fragmentadas, se asocia de manera consistente con mayor prevalencia de sintomatología musculoesquelética en región lumbar y cervical, lo cual coincide con los hallazgos reportados por Simbaña y Amendaño (2021), quienes identificaron predominio de dolor en espalda baja y cuello en trabajadores que utilizan equipos no ajustables y estaciones improvisadas. Esta convergencia refuerza la hipótesis de que la repetitividad combinada con sedestación prolongada y deficiencias ergonómicas constituye un factor determinante en la carga acumulativa del sistema musculoesquelético.

Asimismo, la asociación estadísticamente significativa entre nivel de riesgo ergonómico medido mediante ROSA y nivel de dolor musculoesquelético respalda lo documentado por Ron et al. (2023), quienes evidenciaron que a mayor puntaje de riesgo disergonómico mayor intensidad de dolor reportado. En esta investigación, el coeficiente positivo tanto en regresión lineal como en el modelo penalizado LASSO confirma la estabilidad de dicha relación aun bajo regularización, lo que sugiere que la exposición real del puesto conserva capacidad explicativa independiente sobre la manifestación del dolor. Este comportamiento es coherente con el enfoque preventivo promovido por el INSST (2021, 2022), que enfatiza la necesidad de intervenir el diseño del puesto antes que limitar la prevención a recomendaciones individuales.

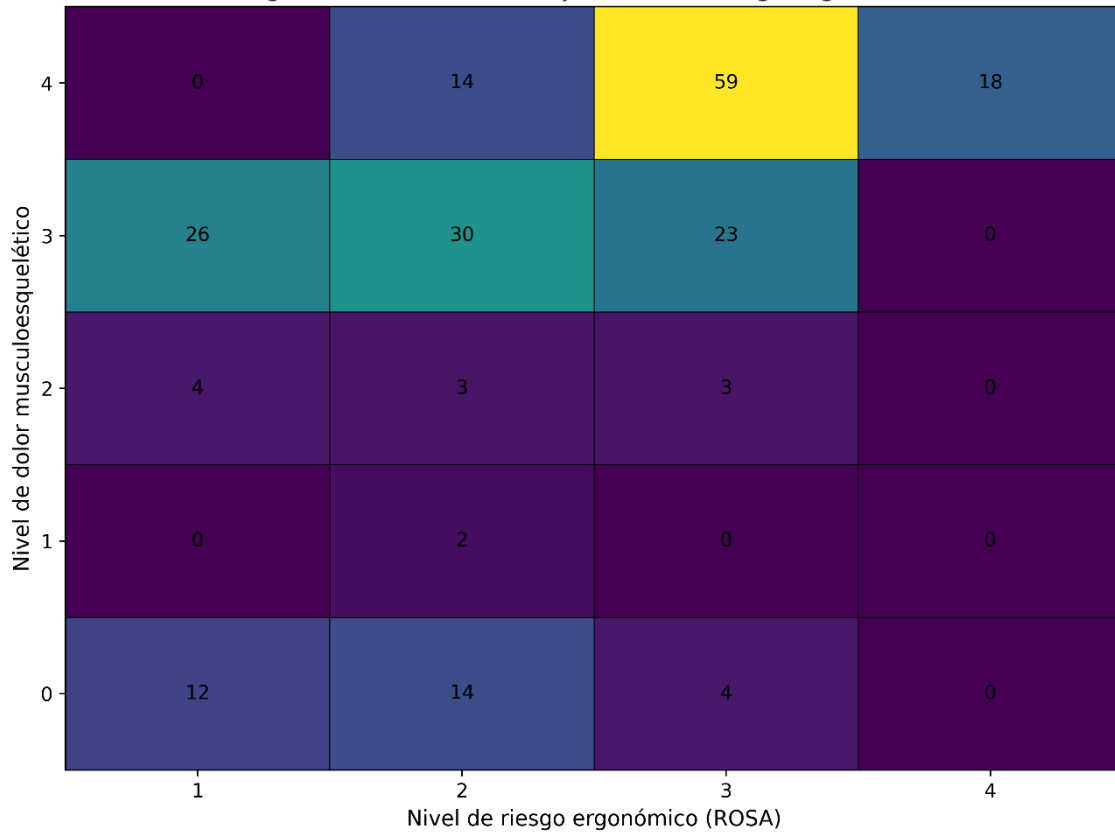
Desde una perspectiva biomecánica, los patrones identificados son consistentes con la literatura sobre desórdenes musculoesqueléticos en extremidad superior descrita por Urrejola (2021), quien señala que la repetición y la falta de recuperación adecuada favorecen procesos inflamatorios y sobrecarga funcional progresiva. En el mismo sentido, Orozco (2022) advierte que la persistencia de posturas forzadas y micro movimientos reiterativos incrementa la probabilidad de evolución hacia cuadros crónicos, particularmente cuando la organización del trabajo no contempla alternancia ni pausas estructuradas.

Por otra parte, los resultados también guardan coherencia con lo señalado por Porras (2022), quien sostiene que el rediseño ergonómico de estaciones de trabajo constituye una estrategia estructural efectiva para reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos en tareas repetitivas. La consistencia entre nuestros modelos predictivos y la evidencia aplicada refuerza la necesidad de incorporar métricas objetivas de exposición dentro de los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional.

En términos integrados, los hallazgos permiten afirmar que la medición de exposición real mediante herramientas estandarizadas y modelamiento estadístico avanzado no solo mejora la comprensión del fenómeno, sino que orienta con mayor precisión la priorización de intervenciones preventivas. La convergencia entre prevalencias segmentarias elevadas, asociación estadística significativa y respaldo técnico normativo confirma que el control de la repetitividad, el ajuste geométrico del puesto y la

estructuración de pausas constituyen ejes centrales para la reducción del riesgo en microtarefas digitales repetitivas.

**Figura 2. matriz dolor-riesgo con frecuencias observadas**  
Figura 2. Distribución conjunta dolor-riesgo ergonómico



Nota. Representación gráfica de la distribución conjunta entre nivel de dolor y nivel ROSA, utilizada para modelamiento correlacional y regresión penalizada.

Fuente. Elaboración propia con base en Ron et al. (2023) y procesamiento estadístico aplicado en esta investigación.

Luego, en el componente de regresión penalizada, se aplicó LASSO para identificar el predictor con mayor contribución explicativa sobre el nivel de dolor, considerando el nivel ROSA como variable de exposición resumida del puesto. El coeficiente penalizado permaneció distinto de cero, confirmando que el riesgo ergonómico medido por ROSA retiene poder predictivo aun bajo regularización, lo que es consistente con enfoques de priorización de factores cuando existe colinealidad entre componentes del puesto (por ejemplo, altura de pantalla, apoyo de antebrazo y ángulos de muñeca). Esta evidencia

refuerza que la prevención debe concentrarse en intervenciones de ingeniería y rediseño del puesto antes de medidas exclusivamente formativas (INSST, 2021; INSST, 2022).

De forma complementaria, el análisis de riesgo ergonómico en docentes en teletrabajo también mostró alta exposición potencial a trastornos musculoesqueléticos y distribución de niveles ROSA con predominio en rangos medios a altos, lo que sugiere que el problema no se restringe a actividades administrativas tradicionales, sino que se reproduce en labores de microtarefas digitales en docencia y gestión académica (Ortíz et al., 2023).

## Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten establecer que la exposición sistemática a microtarefas repetitivas en entornos laborales digitalizados constituye un factor estructural determinante en la génesis de sintomatología musculoesquelética, particularmente en los segmentos anatómicos correspondientes a la región lumbar y cervical. La elevada prevalencia observada en estos territorios corporales refleja la acumulación progresiva de carga biomecánica asociada a la combinación de repetitividad gestual, sedestación prolongada, ausencia de variabilidad motora y configuraciones ergonómicas inadecuadas del puesto de trabajo. Este comportamiento confirma que la organización fragmentada de la tarea, cuando no se acompaña de ajustes técnicos y pausas estructuradas, incrementa la vulnerabilidad funcional del sistema musculoesquelético.

Desde una perspectiva analítica, el empleo de modelamiento estadístico avanzado evidenció que el nivel de riesgo ergonómico del puesto, operacionalizado mediante herramientas estandarizadas de evaluación, mantiene una relación positiva, consistente y estadísticamente significativa con la intensidad del dolor reportado. La estabilidad del coeficiente predictivo tanto en modelos lineales como en esquemas de regresión penalizada confirma que la medición objetiva de la exposición real no solo describe el fenómeno, sino que permite anticipar la probabilidad de manifestaciones clínicas asociadas. En consecuencia, la evaluación cuantitativa del riesgo disergonómico adquiere relevancia estratégica dentro de los sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional.

Asimismo, la integración de análisis factorial confirmatorio, modelamiento estructural y técnicas de regularización permitió consolidar un enfoque explicativo que vincula exposición biomecánica, condiciones organizacionales y desenlaces musculoesqueléticos en un marco coherente y verificable. Esta articulación metodológica demuestra que las intervenciones preventivas más eficaces deben priorizar el rediseño técnico del puesto, la modificación geométrica de estaciones de trabajo, la reducción de la repetitividad mediante alternancia funcional y la implementación de pausas planificadas con criterio técnico. En términos de gestión, los hallazgos reafirman la necesidad de desplazar la prevención desde estrategias exclusivamente formativas hacia controles de ingeniería y organización del trabajo, orientados a disminuir la carga acumulativa y a fortalecer la sostenibilidad funcional del trabajador en contextos de microtarefas digitales repetitivas.

## Referencias bibliográficas

Avila-Angulo, E., Peplla, J., & Rivera-Taboada, J. (2023). Prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos asociados con el trabajo de cargos administrativos: un estudio transversal. *Investigación y Negocios*.

Chiriboga-Larrea, G., Nevárez, L., González, R., & Toro, J. (2023). Trastornos musculoesqueléticos asociados a la actividad laboral. *Salud y Vida*.

Ciencia Latina. (2023). Trastornos musculoesqueléticos: evaluación con RULA y OWAS. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*.

Collaguazo, E., & Campos, Y. (2023). Los fisioterapeutas: alivian trastornos musculoesqueléticos y ¿también los padecen? *Revista Conecta Libertad* ISSN 2661-6904, 7(1), 16–25.

Concha-Pérez, E., Gonzalez-Hernandez, H. G., & Reyes-Avenidaño, J. A. (2023). Physical exertion recognition using surface electromyography and inertial measurements for occupational ergonomics. *Sensors*, 23(22), 9100. <https://doi.org/10.3390/s23229100>

García, A. C., Haukka, E., Mähönen, J., Rander, N., & Sormunen, E. (2023). Exoskeletons in the field: A pathway to workers' acceptance in large-scale industrial settings. *PLOS ONE*, 18(6), e0287588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287588>

Hernández, E., Ron, M., & Montesinos, D. (2022). Evaluación ergonómica del puesto de atención al público de una biblioteca universitaria: vislumbrando claves de prevención. *Revista Conecta Libertad* ISSN 2661-6904.

Marin-Vargas, L. (2022). Riesgos ergonómicos y sus efectos en los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de empresas. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 2, 207.

Metanoia. (2021). Trastornos musculoesqueléticos y posturas forzadas del personal. *Metanoia: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7.

Orozco, M., Zuluaga, Y., & Campos, N. (2022). Sintomatología musculoesquelética en trabajadores de postcosecha de un cultivo de flores de Cundinamarca. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 31(2), 198–207.

Ortiz, M., et al. (2023). Riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos. *Revista Ciencia y Desarrollo*.

Porras, J. (2022). Método ergonómico para el rediseño de estaciones de trabajo para reducir los trastornos musculoesqueléticos en las empresas PyME del sector textil. *Industrial Data*.

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://doi.org/10.56294/saludcyt2023441>

Rodríguez-Nogueira, Ó., Leirós-Rodríguez, R., Benítez-Andrades, J. A., Álvarez-Álvarez, M. J., Marqués-Sánchez, P., & Pinto-Carral, A. (2021). Musculoskeletal pain and teleworking in times of the COVID-19: Analysis of the impact on the workers at two Spanish universities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 31. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010031>

Ron, M. (2023). Nivel de riesgo para la salud y predicción del dolor musculoesquelético. *Salud de los Trabajadores*.

Ron, M., & Escalona, E. (2022). Teletrabajo y auto-percepción de dolor musculoesquelético en tiempos de COVID-19: caso empresa venezolana. *Salud de los Trabajadores*, 30(2), 139–149.

Ron, M., Hernández-Runque, E., & Sánchez, L. (2022). Condiciones disergonómicas y factores de afecciones musculoesqueléticos en caucheros de transporte de carga pesada. *Revista Conecta Libertad* ISSN 2661-6904.

Sabelle-Garcés, A., Alvial-Barra, J., & Araya-González, L. (2022). Evidencia sobre instrumentos para medir el trabajo relacionado con trastornos musculoesqueléticos por

movimientos repetitivos. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 5(1).  
<https://doi.org/10.29393/EID5-12EIJC60012>

Simbaña, S., Cárdenas, H., & Campos, Y. (2021). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en trabajadores que realizan teletrabajo en instituciones financieras. *Revista Conecta Libertad* ISSN 2661-6904, 5(3), 1–12.

Torres, S. (2023). Riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de industria alimentaria en el Callao en el 2021. *Horizonte Médico* (Lima).

Urrejola, G. (2021). Desorden músculo esquelético en extremidad superior: valoración de riesgos e intervención en trabajadores del área industrial. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 30(1), 63–72.

Vaca, P., & Campos, Y. (2021). Sobrecarga postural y dolencias musculoesqueléticas en obreros de una cadena ferretera. *Revista Conecta Libertad* ISSN 2661-6904.

**Agradecimiento:** N/A

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe conflicto de interés