Artículo original

Control de riesgos ergonómicos y psicosociales mediante soluciones ingenieriles en laboratorio farmacéutico chileno

Control of ergonomic and psychosocial risks through engineering solutions in a Chilean pharmaceutical laboratory

Boris Alberto Gary Zambra[1*] https://orcid.org/0000-0002-9809-3158
Sebastián Zöller Fernández[1] https://orcid.org/0009-0006-5552-2406
Nerio Luis Villasmil Pirela[1] https://orcid.org/0009-0005-3352-7444
Aanh Eduardo Dimate Garcia[2] https://orcid.org/0000-0002-9049-538
Cristian Camilo Osorio Ordoñez[2] https://orcid.org/0000-0003-3812-0713

[1]Universidad Viña del Mar, Facultad Ingeniería, Negocios y Ciencias agroambientales. Viña del Mar, Chile.
[2]Corporación Universitaria Minuto de Dios, Rectoría Virtual, Bogotá, Colombia

Autor para la correspondencia: boris.gary@uvm.cl

RESUMEN

Introducción: La exposición a riesgos ergonómicos y psicosociales en los procesos industriales representa una amenaza para la salud y bienestar laboral. En el proceso de fraccionamiento de materias primas del Laboratorio MAVER S.A., se identificaron condiciones críticas que justifican la intervención técnica.

Objetivo: Desarrollar un plan de implementación de medidas ingenieriles orientadas al control y reducción de riesgos ergonómicos y psicosociales en el mencionado proceso productivo.

Métodos: Se realizó un estudio de campo, de tipo aplicado, explicativo y descriptivo, con diseño transversal no experimental. Participaron 164 trabajadores mediante entrevistas semiestructuradas, observación directa del proceso y aplicación de los protocolos Trastornos Musculoesqueléticos Relacionados con el Trabajo y CEAL-SM/SUSESO para riesgos psicosociales. Se integró un análisis costo-beneficio y estimación del retorno de la inversión.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Resultados: El 69 % de las tareas evaluadas presentó riesgo ergonómico inicial, siendo el 33 % de carácter no aceptable. Se identificaron posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas como factores predominantes. En el ámbito psicosocial, un 47,6 % de los colaboradores mostró alta carga laboral y el 41,5 % reportó ambigüedad de rol. Las medidas propuestas mostraron viabilidad técnica y económica, con un retorno de la inversión estimado positivo.

Conclusiones: La implementación de medidas ingenieriles específicas y focalizadas permite disminuir la exposición a factores de riesgo ergonómico y psicosocial, mejorar las condiciones laborales y contribuir a la sostenibilidad organizacional.

Palabras clave: trastornos musculoesqueléticos; estrés psicosocial laboral; ergonomía; ingeniería de seguridad; industria farmacéutica; seguridad y salud en el trabajo

ABSTRACT

Introduction: Exposure to ergonomic and psychosocial risks in industrial settings poses a significant threat to workers' health and well-being. In the raw materials fractionation process of MAVER S.A. Laboratory, critical risk conditions were identified, requiring technical intervention.

Objective: To develop an implementation plan for engineering measures aimed at controlling and reducing ergonomic and psychosocial risks in the aforementioned production process.

Methods: A field-based, applied, explanatory and descriptive study with a non-experimental cross-sectional design was conducted. A total of 164 workers participated through semi-structured interviews, direct process observation, and application of the Work-Related Musculoskeletal Disorders protocol and CEAL-SM/SUSESO questionnaire for psychosocial risk assessment. A cost-benefit analysis and return on investment estimation were also performed.

Results: Of the tasks evaluated, 69% presented an initial ergonomic risk, and 33% were classified as unacceptable. The main contributing factors were awkward postures, repetitive movements, and manual handling of loads. Regarding psychosocial risks, 47.6% of workers reported high job demands and 41.5% expressed role ambiguity. The proposed engineering interventions demonstrated technical and economic feasibility, with a projected positive return on investment.

Conclusions: The implementation of specific and targeted engineering control measures can effectively reduce exposure to ergonomic and psychosocial risks, enhance workplace conditions, and support organizational sustainability.

Keywords: work-related musculoskeletal disorders; psychosocial stress; ergonomics; engineering controls; pharmaceutical industry; safety and health at work

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Recibido: 10 de agosto de 2026
Aceptado: 11 de noviembre de 2026
Publicado: 19 de noviembre de 2026
Editor a cargo: MSc. Jesús Salvador Hernández Romero
ARTÍCULOCON COLABORACIÓN INTERNACIONAL

Formato para cita (Vancouver): Gary BA, Zöller S, Villasmil NL, Dimate AE, OsorioCC. Control de riesgos ergonómicos y psicosociales mediante soluciones ingenieriles en laboratorio farmacéutico chileno. Rev cuban salud trabajo. 2026 [acceso DD/MM/AAAA];27:e1108. Disponible en: https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsyt/article/view/1108

Introducción

La higiene industrial y la salud ocupacional son componentes esenciales en la prevención de enfermedades profesionales y la promoción de ambientes de trabajo saludables. En Chile, estas disciplinas han cobrado creciente importancia ante el avance de sectores como el farmacéutico, el cual ha mostrado un notable dinamismo en los últimos años. De acuerdo con InvestChile, el mercado farmacéutico chileno genera ventas superiores a 1 500 millones de dólares anuales, posicionando al país como uno de los que más invierte en medicamentos en América Latina.[1] Este crecimiento ha traído consigo desafíos significativos en la gestión de riesgos laborales, particularmente en actividades como el fraccionamiento de materias primas, donde se concentran factores físicos y psicosociales críticos.

Diversos estudios han demostrado que la exposición a posturas forzadas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y altos niveles de exigencia emocional se asocia a una mayor prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, fatiga crónica y alteraciones en el clima organizacional.[2,3] En este sentido, la identificación, evaluación y control de estos riesgos mediante estrategias ingenieriles y organizacionales es una necesidad urgente para garantizar condiciones laborales seguras, productivas y sostenibles.[4]

El Laboratorio MAVER S.A., inserto en este contexto industrial, ha reportado indicadores preocupantes en su proceso de fraccionamiento de materias primas, tales como cargas físicas elevadas, ambigüedad de rol y carga emocional. Estas condiciones se han traducido en ausentismo, accidentes y disminución del

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

rendimiento operativo. Frente a ello, se plantea la necesidad de diseñar e implementar un plan de intervención basado en principios de ergonomía, salud mental laboral y gestión preventiva con enfoque costo-efectividad.

Este estudio tiene por objetivo desarrollar un plan de implementación de medidas ingenieriles para el control y reducción de riesgos ergonómicos y psicosociales en dicho proceso productivo. Se propone una metodología mixta, apoyada en instrumentos validados como el protocolo Trastornos Musculoesqueléticos Relacionados con el Trabajo (TMERT) para la evaluación de trastornos musculoesqueléticos y el cuestionario CEAL-SM/SUSESO para el análisis de factores psicosociales, con el fin de ofrecer una propuesta técnica y económicamente viable.[5,6] Esta iniciativa busca no solo mejorar la salud y bienestar de los trabajadores, sino también optimizar el desempeño global de la organización.

Métodos

Se realizó una investigación de tipo aplicada, con alcance explicativo y descriptivo, orientada a abordar de manera integral un problema específico dentro de un contexto productivo real. Este tipo de estudio permite vincular directamente la teoría con la práctica, facilitando el diseño de soluciones concretas para la mejora de condiciones laborales.[7]

El diseño metodológico correspondió a un estudio de campo, no experimental y de corte transversal. La población objetivo estuvo compuesta por 164 trabajadores del área de fraccionamiento del Laboratorio MAVER S.A., quienes participaron de forma voluntaria en las distintas etapas del estudio.

Para la evaluación de riesgos ergonómicos se empleó el Protocolo de TMERT, desarrollado por el Ministerio de Salud de Chile, el cual permite identificar actividades que impliquen esfuerzo repetitivo, posturas forzadas, manejo manual de carga y otros factores biomecánicos que afectan el sistema músculo-esquelético.[5] La observación directa se efectuó durante una jornada laboral de 180 minutos, abarcando todas las fases del proceso: recepción, fraccionamiento y derivación a la siguiente área. Esta observación sistemática permitió registrar los movimientos repetitivos, condiciones físicas del entorno y tareas críticas, siguiendo criterios establecidos en la lista de verificación TMERT.[8]

La metodología ergonómica fue complementada con criterios de diseño sustentados por Karwowski y Marras, quienes señalan que la implementación de mejoras ingenieriles en los sistemas de trabajo reduce la carga biomecánica y mejora el desempeño humano.[6] Asimismo, se consideró la integración de riesgos asociados al cuerpo completo, postura estática, vibración y carga manual, tal como indica la versión extendida del protocolo aplicado.[8]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Para el análisis de riesgos psicosociales se utilizó el Cuestionario CEAL-SM/SUSESO, instrumento validado en el contexto chileno para la detección de dimensiones como carga mental, ambigüedad de rol, liderazgo, justicia organizacional y apoyo social.[9] La aplicación se realizó en salas acondicionadas por áreas, garantizando privacidad, anonimato y confidencialidad. Los trabajadores fueron convocados de manera aleatoria con asignación de usuario y clave única para responder el instrumento. Posteriormente, se efectuaron dos *focus groups* diferenciados, compuestos por entre cinco y diez participantes, con el objetivo de profundizar en las dimensiones más críticas detectadas en la encuesta y explorar propuestas de mejora desde la perspectiva de los propios trabajadores.

Como parte del análisis de factibilidad, se llevó a cabo un estudio de costo-beneficio asociado a la implementación de medidas ingenieriles y organizacionales. Se estimaron los costos directos e indirectos relacionados con adquisición de equipos, rediseño de estaciones de trabajo y capacitación del personal. A partir de estos datos, se calculó el Retorno sobre la Inversión (*ROI*, por sus siglas en inglés), utilizando como indicadores la reducción del ausentismo, los accidentes laborales, la mejora en la productividad y la disminución de la rotación del personal.[10,11]

Esta estrategia metodológica mixta permite integrar la evaluación técnica con la validación participativa, asegurando la pertinencia, eficacia y sostenibilidad de las intervenciones propuestas.

Consideraciones éticas

Este estudio fue desarrollado conforme a las normativas éticas y legales vigentes en Chile en materia de ergonomía y salud ocupacional, garantizando la protección de los derechos y bienestar de los participantes. Se obtuvo el consentimiento informado de los colaboradores del Laboratorio MAVER S.A. previo a la aplicación de encuestas y evaluaciones, asegurando su voluntariedad y comprensión de los objetivos del estudio.

Se garantizó la confidencialidad y anonimato de los datos recopilados, en conformidad con la Ley 19.628 sobre Protección de la Vida Privada, evitando la divulgación de información personal. Además, el estudio se realizó siguiendo las directrices del Protocolo de Evaluación de Riesgos Psicosociales (CEAL-SM/SUSESO) y el Protocolo TMERT del Ministerio de Salud, cumpliendo con los estándares nacionales para la identificación y mitigación de riesgos ergonómicos y psicosociales.

La investigación también contó con la autorización formal de Laboratorio MAVER S.A., garantizando el acceso a información relevante y la aplicación de medidas correctivas alineadas con la legislación vigente.

Se priorizó el principio de beneficio y no maleficencia, asegurando que las medidas ingenieriles propuestas contribuyan a la mejora de las condiciones laborales sin generar perjuicios a los trabajadores.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Resultados

El presente estudio evaluó los riesgos ergonómicos y psicosociales en el área de fraccionamiento de materias primas del Laboratorio MAVER S.A., integrando un enfoque mixto de análisis cuantitativo y cualitativo. La estructura de resultados se organiza según los objetivos específicos planteados.

Evaluación de riesgos ergonómicos

La caracterización de 13 tareas en el puesto de trabajo permitió detectar que nueve presentaban condiciones con riesgo inicial, especialmente asociadas a repeticiones de movimiento, manipulación manual de cargas y posturas prolongadas. Estas condiciones se alinean con lo descrito en la literatura sobre trastornos musculoesqueléticos laborales, donde la exposición a movimientos repetitivos y esfuerzos físicos sostenidos se asocia con altos índices de lesiones.[12,13]

El trabajo repetitivo de miembros superiores fue el riesgo más frecuente (cinco tareas), seguido por manejo manual de cargas (cuatro tareas) y posturas estáticas (dos tareas). La única actividad sin riesgo detectado fue el muestreo manual de materias primas.

La evaluación avanzada, según el protocolo TMERT del Ministerio de Salud de Chile,[5] permitió identificar tareas críticas como el fraccionamiento en cabina y la movilización manual de insumos, donde se observó ausencia de pausas activas, cargas superiores a 25 kg, y rotación del tronco sin movimiento de pies, lo que corresponde a un patrón de sobrecarga biomecánica de riesgo no aceptable.[14]

En contraste, tareas administrativas como la digitación y escritura mostraron riesgo aceptable, ya que los colaboradores tienen control sobre el ritmo de trabajo y disponen de mobiliario ergonómico que cumple con criterios recomendados en la literatura.[15]

Durante la tracción y empuje de tambores, los trabajadores reportaron una percepción de esfuerzo de siete en la escala de *Borg*, lo cual se interpreta como una carga física moderada-alta.[16] La normativa internacional sugiere implementar ayudas mecánicas o rediseño en estos casos para prevenir lesiones dorsolumbares.[17]

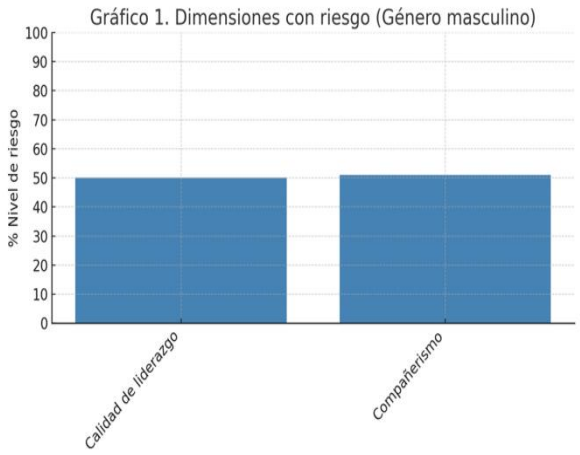
Factores de riesgo psicosocial

Se aplicó el cuestionario CEAL-SM/SUSESO a 164 trabajadores, obteniendo una tasa de respuesta del 61 %. Este instrumento validado por la SUSESO y recomendado por la Organización Internacional del

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Trabajo (OIT) permite explorar dimensiones como carga mental, conflicto de rol, liderazgo, apoyo social, y violencia laboral.[9]

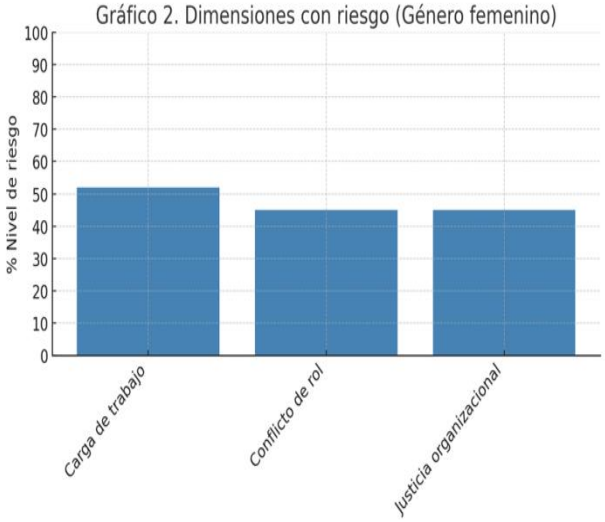
Los resultados diferenciados por género revelaron que en hombres, el liderazgo fue percibido como fortaleza (50 %), mientras que el compañerismo alcanzó un 51 %, clasificándose como riesgo medio (figura 1).



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación del cuestionario CEAL-SM/SUSESO.

Fig. 1. Dimensiones con riesgo psicosocial en el personal de género masculino.

En mujeres (figura 2), se identificó riesgo alto en las dimensiones de carga de trabajo (52 %), conflicto de rol (45 %) y justicia organizacional (45 %), lo que evidencia una afectación diferenciada por género, en línea con investigaciones que destacan mayores niveles de estrés en mujeres frente a demandas laborales ambiguas.[18]

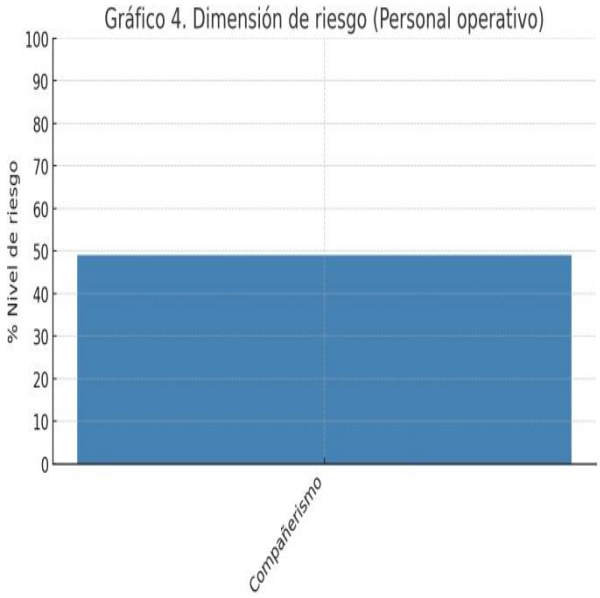


Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación del cuestionario CEAL-SM/SUSESO.

Fig. 2. Dimensiones con riesgo psicosocial en el personal de género femenino.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Al segmentar por tipo de puesto, el personal operativo (figura 3), que representa más del 70 % de la dotación, presentó indicadores mayoritariamente por debajo del promedio global, excepto en la dimensión de compañerismo (49 %), que se clasificó como riesgo medio.

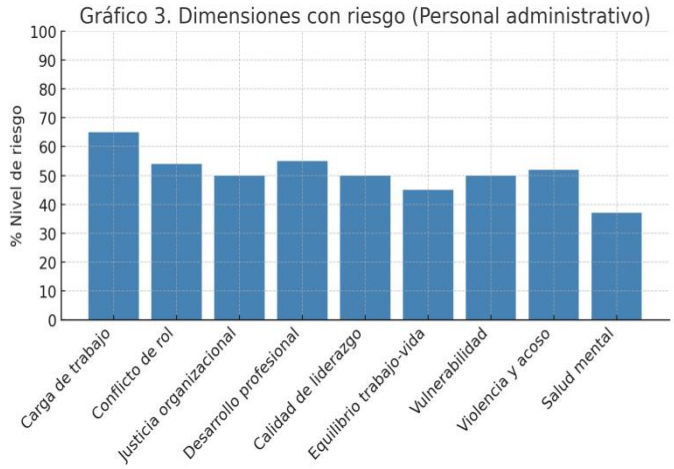


Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación del cuestionario CEAL-SM/SUSESO.
Fig. 3. Dimensión de riesgo psicosocial (compañerismo), personal operativo.

Por el contrario, el personal administrativo (figura 4), mostró múltiples dimensiones en riesgo alto: carga de trabajo (65 %), conflicto de rol (54 %) y confianza organizacional (50 %). También se detectaron valores relevantes en desarrollo profesional (55 %), liderazgo (50 %), equilibrio trabajo-vida (45 %) y salud mental (37 %).

Estos hallazgos reafirman que las características organizacionales, la falta de control sobre las tareas y la escasa claridad en las funciones pueden incrementar la percepción de estrés, especialmente en cargos con alta responsabilidad y menor flexibilidad.[19]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)



Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación del cuestionario CEAL-SM/SUSESO.
Fig. 4. Dimensiones con riesgo psicosocial, personal administrativo.

Análisis cualitativo mediante *focus groups*

Para complementar los datos cuantitativos, se realizaron dos *focus groups* con trabajadores de distintas áreas. La principal percepción fue la sobrecarga laboral, la falta de pausas, y la ambigüedad en los roles, lo cual coincide con las dimensiones más afectadas en la encuesta CEAL-SM/SUSESO. Las propuestas emergentes incluyeron pausas activas, redistribución de funciones, y mejoras en la comunicación interdepartamental.

Capacitación en riesgos psicosociales

La intervención educativa alcanzó al 90 % del personal (n = 241), incluyendo todas las áreas organizacionales. La capacitación abordó el concepto de riesgos psicosociales, su impacto en la salud, y la responsabilidad compartida en su prevención. Este tipo de intervención es altamente recomendado por organismos internacionales como la OMS y la OIT, que sugieren la formación continua como pilar clave en la prevención del estrés laboral.[20]

Impacto esperado de las medidas ingenieriles

Con base en los resultados, se diseñaron medidas de mejora centradas en la incorporación de tecnología (sistema FEZER y bomba de succión) y rediseño organizacional. Las proyecciones fueron:

- ✓ Reducción del 100 % de lesiones musculoesqueléticas en el área de fraccionamiento.
- ✓ Reducción a cero de la accidentabilidad, que en la línea base presentaba 9 accidentes y 1 enfermedad profesional.
- ✓ Aumento de productividad, expresado en minutos ganados por jornada (tabla 1).

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 1. Reducción de tiempos de producción

Tipo de carga	Tiempo original (min)	Tiempo post intervención (min)	Reducción estimada (min)	Mejora porcentual (%)
< 25 kg	60	20	40	66,7
> 25 kg	45	30	15	33,3

Fuente: Elaboración propia a partir de los registros de tiempos de producción del proceso de fraccionamiento, Laboratorio MAVER S.A.

La mejora en el ambiente laboral también se proyecta como efecto indirecto positivo, al disminuir la rotación de personal, mejorar la coordinación entre áreas y fortalecer la percepción de justicia organizacional y participación de los trabajadores.

Discusión

Este estudio representa una contribución relevante en el análisis y mitigación de riesgos ergonómicos y psicosociales en el sector industrial chileno, específicamente en procesos de alta carga física como el fraccionamiento de materias primas. La integración de herramientas cuantitativas como el protocolo TMERT y el cuestionario CEAL-SM/SUSESO permitió una caracterización detallada de los factores de riesgo, alineándose con las buenas prácticas recomendadas por organismos internacionales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).[14,21]

En relación con los riesgos ergonómicos, los hallazgos evidencian una prevalencia significativa de tareas que implican movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, lo cual coincide con estudios previos que vinculan estas condiciones con el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (TME) en contextos productivos similares.[15,22] La clasificación de nueve tareas con niveles de riesgo no aceptable refuerza la necesidad de rediseños ingenieriles y de pausas programadas, elementos que han demostrado reducir la incidencia de lesiones laborales en entornos industriales.[16]

Respecto de los riesgos psicosociales, los resultados diferenciados por género y tipo de cargo permiten una lectura más precisa de las condiciones organizacionales que afectan la salud mental de los trabajadores. El hallazgo de riesgo alto en mujeres en dimensiones como carga de trabajo, conflicto de rol y justicia organizacional coincide con estudios que demuestran la doble carga que enfrentan las mujeres en entornos laborales y familiares, y su mayor vulnerabilidad ante demandas contradictorias y estructuras jerárquicas rígidas.[18,23] Además, la detección de múltiples dimensiones críticas en el personal

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

administrativo refuerza la hipótesis de que los puestos con menor control sobre el trabajo y alta responsabilidad presentan mayor exposición a factores de riesgo psicosocial.[19]

La realización de focus groups permitió triangular los datos cuantitativos y aportar profundidad al análisis. Las percepciones de sobrecarga, falta de claridad en las funciones y escasa rotación de tareas son consistentes con investigaciones que identifican estos elementos como predictores de desgaste emocional y disminución del compromiso organizacional.[24]

El enfoque de intervención no se limitó a la identificación del riesgo, sino que avanzó hacia el diseño de soluciones prácticas, incluyendo la incorporación de tecnología (equipo FEZER, bomba de succión) y capacitación organizacional. Este abordaje integral está alineado con el Modelo de Gestión de la Prevención de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), que sugiere combinar medidas de control de ingeniería con intervenciones organizacionales y formación continua.[25]

Además, el análisis de retorno de inversión y el ahorro en tiempos operacionales fortalecen la viabilidad económica de las medidas propuestas. La mejora porcentual del 66,7 % en tiempos de tareas con cargas menores a 25 kg es significativa y se ha reportado en estudios similares como una métrica efectiva para justificar financieramente la implementación de mejoras ergonómicas.[26]

Limitaciones del estudio

La evaluación psicosocial depende de la percepción subjetiva de los trabajadores, lo cual puede estar influenciado por estados emocionales momentáneos, expectativas laborales o cultura organizacional. Asimismo, aunque las medidas propuestas fueron técnicamente fundamentadas, su implementación requiere voluntad política interna, asignación presupuestaria y seguimiento sistemático, lo cual no siempre está garantizado en organizaciones medianas o pequeñas.[27]

En comparación con la literatura regional, este estudio destaca por su enfoque integral, participativo y aplicable, aportando una experiencia replicable en otras plantas industriales latinoamericanas con condiciones similares. Se propone, además, como insumo técnico para el diseño de políticas públicas sobre ergonomía, equidad de género en el trabajo y salud mental laboral.

Conclusión

El presente estudio permitió identificar y analizar de forma integral los riesgos ergonómicos y psicosociales presentes en el proceso de fraccionamiento de materias primas del Laboratorio MAVER S.A., aportando una base técnica sólida para la toma de decisiones en salud y seguridad ocupacional.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

En el plano ergonómico, los resultados obtenidos mediante el protocolo TMERT revelaron que el 69 % de las tareas evaluadas presentan condiciones de riesgo inicial, y un 33% corresponden a riesgos no aceptables. Estas condiciones incluyen exposición prolongada a movimientos repetitivos, posturas forzadas, y manipulación manual de cargas superiores a los límites recomendados, elementos que incrementan el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos. Frente a este diagnóstico, se recomienda implementar medidas correctivas estructurales como el rediseño de estaciones de trabajo, incorporación de ayudas mecánicas (Ej: sistema FEZER y bomba de succión) y rotación funcional de tareas, lo cual podría reducir significativamente la carga biomecánica y mejorar el desempeño operativo.

En cuanto a los factores psicosociales, los datos obtenidos mediante el cuestionario CEAL-SM/SUSESO evidenciaron que el 47,6 % de los trabajadores presentan niveles elevados de presión laboral, mientras que el 41,5 % reporta dificultades en la definición y ejecución de su rol. Estas cifras reflejan un entorno organizacional con altos niveles de exigencia, limitada claridad funcional y posible disonancia jerárquica, factores que afectan negativamente el bienestar mental y la eficiencia del trabajo.

Para mitigar estos impactos, se recomienda la creación de un comité de bienestar laboral con participación transversal, el establecimiento de canales de retroalimentación anónimos para fortalecer la comunicación vertical, y la implementación progresiva de medidas organizacionales como horarios flexibles, pausas activas y programas de apoyo psicosocial. Estas acciones, alineadas con las recomendaciones de la OIT y OMS, buscan fortalecer la salud mental laboral desde un enfoque preventivo y participativo.

La evaluación económica de las medidas ingenieriles propuestas demuestra su viabilidad y sostenibilidad. El análisis de costo-beneficio revela un retorno proyectado positivo, sustentado en la reducción de tiempos operativos (hasta un 66,7 %), la disminución de accidentabilidad, y la mejora del clima organizacional. Estas mejoras no solo favorecen la salud de los trabajadores, sino que también generan valor económico y reputacional para la empresa.

En síntesis, la intervención diseñada y evaluada en este estudio constituye una experiencia replicable para otros entornos industriales similares en Latinoamérica, en especial en sectores con alta exposición ergonómica y presión organizacional. Su enfoque integral, basado en evidencia técnica y participación de los trabajadores, refuerza la necesidad de avanzar hacia modelos de gestión del trabajo que prioricen la prevención, la equidad y el bienestar como pilares del desarrollo organizacional sostenible.

Agradecimientos

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

El colectivo autoral expresa sus agradecimientos a la empresa MAVER por permitir el desarrollo del presente trabajo en sus instalaciones.

Financiamiento

Apoyo financiero: no se recibió apoyo financiero externo.

Referencias bibliográficas

1. Banco Central de Chile. Cuentas Nacionales de Chile 2018-2022. Santiago: Banco Central de Chile; 2023 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/Informes/AnuariosCCNN/anuario_CCNN_2022.html

2. Organización Mundial de la Salud. Trastornos musculoesqueléticos. Ginebra: OMS; 2022 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions

3. Sugg Herrera D, Lecourt Miranda F. Panorama de la industria farmacéutica en Chile y experiencias internacionales de interés para su desarrollo. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Documentos de Proyectos, LC/TS.2024/144. 2025 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www.cepal.org/es/publicaciones/81350-panorama-la-industria-farmaceutica-chile-experiencias-internacionales-interes-su

4. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. 6ª ed. México, D.F.: McGraw-Hill; 2014 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008

5. Ministerio de Salud (Chile). Resolución Exenta N° 327: aprueba actualización de protocolo de vigilancia de trabajadores expuestos a factores de riesgos de trastornos musculoesqueléticos. Diario Oficial de la República de Chile. 22 abr 2024 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2024/04/22/43832/01/2481937.pdf.

6. Karwowski W, editor. International encyclopedia of ergonomics and human factors. 2nd ed. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; 2006. DOI: https://doi.org/10.1201/9780849375477

7. Kroemer KHE, Grandjean E. Fitting the task to the human: a textbook of occupational ergonomics. 5th ed. London: Taylor & Francis; 1997. DOI: https://doi.org/10.1201/9780367807337

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

8. Dejours C. El sufrimiento en el trabajo. 2ª ed. ampliada. Buenos Aires: Topía Editorial; 2020 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://libreriatopia.com/catalogo/el-sufrimiento-en-el-trabajo/?srsltid=AYCX9vIYFE-gdkvwfvv

9. Superintendencia de Seguridad Social. Manual del método del cuestionario CEAL-SM/SUSESO: cuestionario de evaluación del ambiente laboral – salud mental. Santiago: SUSESO; 2022 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www-cloud.suseso.cl/605/articles-694207_recurso_1.pdf

10. Ministerio de Salud (Chile). Decreto Supremo N° 594: aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Diario Oficial de la República de Chile. 29 abr 2000 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=167766

11. Quintanilla Guerrero E, Gamboa Oyarce H, Vargas Aroca JP, Clasing Jalabert O, Urzúa Pérez G, Abarca Moreno E. Manual de procedimientos para la gestión de prevención de riesgos [Internet]. Santiago: Comisión de Prevención de Riesgos, Universidad de Chile; 2011 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://portaluchile.uchile.cl/dam/jcr:876b2cdf-b348-41fb-88fc-0ae9dfb3e457/ltima-versin-manual.pdf

12. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. Madrid: INSST; 2024 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-prevencion-de-los-riesgos-relativos-a-la-manipulacion-manual-de-cargas

13. Organización Internacional del Trabajo. Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo: ILO-OSH 2001. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo; 2002 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www.ilo.org/sites/default/files/2026-07/109B09_293_span%20%281%29.pdf

14. Bernard BP, editor. Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. Cincinnati (OH): National Institute for Occupational Safety and Health; (DHHS [NIOSH] Publication No. 97-141).1997 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://stacks.cdc.gov/view/cdc/21745

15. Sánchez Ortega J. Rediseño de puestos de trabajo orientado a criterios ergonómicos generales: una revisión bibliográfica. Cienc Lat Rev Cient Multidiscip. 2024;8(5):160-77. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13287

16. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc. 1982 [acceso 20/06/2026];14(5):377–81. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7154893/

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

17. Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, Fine LJ. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics. 1993;36(7):749-76. DOI: https://doi.org/10.1080/00140139308967940

18. Mutual de Seguridad CChC, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Mujeres y salud laboral: la gestión de los riesgos psicosociales desde el enfoque de género. Santiago: Mutual de Seguridad CChC; 2020 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://istas.net/sites/default/files/2020-12/Mujeres_y_Salud%20Laboral_%20GestiondelosRRPP_desde_genero.pdf

19. Siegrist J. Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. J Occup Health Psychol. 1996;1(1):27-41. DOI: https://doi.org/10.1037/1076-8998.1.1.27

20. Organización Mundial de la Salud. Ambientes de trabajo saludables: un modelo para la acción: para empleadores, trabajadores, autoridades normativas y profesionales. Ginebra: OMS; 2010 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Healthy%20Workplaces_Print%20Version_SPANISH.pdf

21. Organización Mundial de la Salud. Directrices de la OMS sobre salud mental en el trabajo: resumen ejecutivo [Internet]. Ginebra: OMS; 2022 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www.riojasalud.es/files/content/ciudadanos/escuela-salud/cuida-tu-salud/bienestar-emocional/2022_OMS_RESUMEN%20Directrices%20sobre%20salud%20mental%20en%20el%20trabajo.pdf

22. Piedrabuena Cuesta A, Ferreras Remesal A, Serna Arnau S, Castelló Mercé P, Sanchís Almenara M, Ruiz Folgado R, et al. Estudio ergonómico del puesto de aparado de calzado: factores de riesgo y recomendaciones. Seguridad y Salud en el Trabajo. 2020 [acceso 20/06/2026];(104):34-45. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/0/Revista+SST+-+N%C3%BAmero+104+%28versi%C3%B3n+pdf%29/617f3cb5-16b8-489b-b470-2ac765c2ab25.

23. Messing K, Östlin P. Gender equality, work and health: a review of the evidence [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2006 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://www.who.int/publications-detail-redirect/gender-equality-work-and-health-a-review-of-the-evidence

24. Gil-Monte PR. El síndrome de quemarse por el trabajo (burnout): una enfermedad laboral en la sociedad del bienestar. Madrid: Pirámide; 2005 [acceso 20/06/2026]. Disponible en: https://journals.copmadrid.org/jwop/art/d516b13671a4179d9b7b458a6ebdeb92

25. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Fundamentos para la prevención de riesgos laborales. Barcelona: INSHT; 1978 [acceso 20/06/2026]. Disponible en:

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/fundamentos-para-prl-ano-2017

26. Brewer S, Van Eerd D, Amick BC 3rd, Irvin E, Daum KM, Gerr F, et al. Workplace interventions to prevent musculoskeletal and visual symptoms and disorders among computer users: a systematic review. J Occup Rehabil. 2006;16(3):325-58. DOI: https://doi.org/10.1007/s10926-006-9031-6

27. Fernández-Muñiz B, Montes-Peón JM, Vázquez-Ordás CJ. Safety management system: development and validation of a multidimensional scale. J Loss Prev Process Ind. 2007;20(1):52-68. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jlp.2006.10.002

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Boris Alberto Gary Zambra, Sebastián Zöller Fernández.

Curación de datos: Boris Alberto Gary Zambra, Nerio Luis Villasmil Pirela.

Análisis formal: Boris Alberto Gary Zambra, Nerio Luis Villasmil Pirela.

Investigación: Boris Alberto Gary Zambra, Sebastián Zöller Fernández, Aanh Eduardo Dimate García.

Metodología: Boris Alberto Gary Zambra, Nerio Luis Villasmil Pirela, Cristian Camilo Osorio Ordoñez.

Administración del proyecto: Boris Alberto Gary Zambra.

Validación: Boris Alberto Gary Zambra, Nerio Luis Villasmil Pirela, Cristian Camilo Osorio Ordoñez.

Visualización: Boris Alberto Gary Zambra, Sebastián Zöller Fernández, Aanh Eduardo Dimate García.

Redacción – borrador original: Boris Alberto Gary Zambra, Sebastián Zöller Fernández. Aanh Eduardo Dimate García.

Redacción – revisión y edición: Boris Alberto Gary Zambra.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)