



UTN.BA

FACULTAD  
REGIONAL  
BUENOS AIRES

TRABAJO FINAL INTEGRADOR  
ESPECIALIZACIÓN EN ERGONOMÍA

Título:

“Detección de riesgos ergonómicos  
y recomendaciones de mejora en el sector  
pintura: puesto pre tratamiento de agua en la  
industria automotriz”

Autor: Esperanza Barcos

Buenos Aires – noviembre/ 2024

# **Detección de riesgos ergonómicos y recomendaciones de mejora en el sector de pintura: puesto de pretratamiento de agua en la industria automotriz**

Detection of ergonomic risks and improvement recommendations in the painting sector:  
water pretreatment position in the automotive industry

Esperanza Barcos

## **Resumen**

Esta investigación aborda la detección y gestión de riesgos ergonómicos en el puesto de pretratamiento de agua del sector de pintura en una planta automotriz, segmento de motocicletas en Campana, Argentina. Se aplicó el Programa de Ergonomía Integrado (PEI), según el marco legal argentino. Se analizaron los riesgos posturales y la manipulación manual de cargas. Se identificaron posturas forzadas críticas en el suministro de productos como cal y antiespumante, superando los límites de carga permitidos y elevando el riesgo de trastornos musculoesqueléticos (TME). Los operarios también reportaron incomodidad con la indumentaria utilizada, corroborando lo observado.

Entre las mejoras implementadas, se destaca la instalación de una plataforma de 40 cm de altura que redujo las posturas forzadas, permitió cambiar la condición para ajustar los límites de carga a 32 kg y eliminar obstáculos al reorganizar el recorrido de mangueras. Adicionalmente, se promovió la incorporación de ropa de trabajo para mejorar el confort. Durante el segundo semestre de 2023, se ejecutó un programa de capacitación en manipulación de cargas y estandarización de posturas adecuadas, reforzado con carteleras visuales para promover las mejores prácticas. La reorganización del entorno de trabajo y la participación activa de los operarios en las decisiones fue fundamental para alcanzar estos resultados, mejorando tanto el bienestar como la productividad en el sector.

**Palabras-claves:** ergonomía industrial; industria automotriz; pretratamiento de agua; trastornos musculoesqueléticos (TME)

## **Abstract**

This research focuses on the detection and management of ergonomic risks in the water pretreatment station within the painting area of an automotive plant, specifically in the motorcycle segment, located in Campana, Argentina. The Integrated Ergonomics Program (PEI) was applied, following the Argentine legal framework. The analysis covered postural risks and manual handling of loads. Critical forced postures were identified during the handling of products such as lime and antifoam, exceeding permissible load limits and increasing the risk of musculoskeletal disorders (MSDs). Workers also reported discomfort with the workwear, corroborating observations made during the evaluation.

Among the implemented improvements, the installation of a 40 cm-high platform stands out. This modification reduced forced postures, allowed adjustments to meet a load limit of 32 kg, and eliminated obstacles by reorganizing the hose layout. Additionally, the introduction of more comfortable workwear was promoted. During the second semester of 2023, a training program was conducted, focusing on manual handling techniques and standardizing appropriate postures, reinforced by visual boards to promote best practices. The reorganization of the work environment and the active involvement of workers in decision-making were fundamental to achieving these results, enhancing both well-being and productivity in the sector.

**Keywords:** industrial ergonomics; automotive industry; water pretreatment; musculoskeletal disorders (MSDs)

## Introducción

La ergonomía en la industria automotriz es fundamental debido a varios factores clave que impactan directamente en la salud de los trabajadores, la eficiencia en la producción y la calidad del producto final.

La ergonomía se incorpora al rubro automotriz desde hace décadas, como motor de desarrollo para la medición de métodos y tiempos (Ford, 1922) técnicas y métodos de evaluación (Renault, 1979; Human Techno, 2000), medición de fuerza, para la estandarización de procesos apuntando a la eficiencia de las tareas y con el fin de disminuir las posibles patologías en la población trabajadora.

Existen herramientas ergonómicas desarrolladas para evaluar y mejorar las condiciones de trabajo. Un ejemplo es el método de perfiles de puestos de Renault (1979), que busca aumentar la seguridad, reducir la carga física y mental y mejorar los puestos repetitivos. Por su parte, la implementación del método TEBA (Human Techno, 2000) en Toyota no solo resalta su enfoque en seguridad y eficiencia, sino que ilustra la importancia de la filosofía kaizen, que aboga por la mejora continua en cada etapa de la producción. Esta visión se alinea con un enfoque más amplio de la industria automotriz, que se apoya en la macroergonomía para optimizar tanto el bienestar de los trabajadores como la eficiencia productiva.

Según Bruce M. Kleiner (2006), la macroergonomía considera tanto factores organizacionales como humanos, promoviendo una "cultura de mejora continua". Esta cultura, implementada en empresas automotrices como Toyota, involucra a todos los niveles en la identificación y resolución de problemas, fomentando un ambiente de aprendizaje y colaboración. Al transferir experiencias positivas entre plantas, estas prácticas aseguran una mejora constante y generalización del aprendizaje en el entorno laboral.

El enfoque de ergonomía integral en la industria automotriz se materializa en la implementación de sistemas de control y seguimiento de la salud de los trabajadores, alineados con lineamientos internacionales. Organismos como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) de Argentina destacan la importancia de abordar los trastornos musculoesqueléticos (TME), una de las principales causas de lesiones en el lugar de trabajo, especialmente en la industria manufacturera. Ambos organismos coinciden en que estos trastornos incluyen desde molestias en brazos, piernas y articulaciones hasta lesiones por esfuerzos repetitivos, y son exacerbados por actividades como levantar, empujar y cargar. Además, destacan que los TME afectan

gravemente la salud de los trabajadores y la productividad de las empresas, siendo una de las principales causas de enfermedades profesionales y discapacidad laboral.

Este documento, aborda la descripción de una intervención ergonómica en una planta industrial automotriz, segmento de motocicletas, ubicada en la localidad de Campana, provincia de Buenos Aires, Argentina. La empresa, de origen japonés, cuenta entre su filosofía, con cultura de desarrollo ergonómico, lo cual permite que a nivel corporativo se apliquen y reporten estudios y evaluaciones ergonómicas.

Respondiendo a la filosofía de la compañía y a pocos meses de haber comenzado las actividades productivas, el 26 de diciembre del año 2011, se realiza la primera visita a planta Campana, con el objetivo de comenzar a evaluar ergonómicamente los puestos de trabajo. A partir de allí se dio inicio a un recorrido de equipos de profesionales especializados en ergonomía que a través de diferentes abordajes, incluyendo la tarea interdisciplinaria con el servicio médico de planta, se estudian los posibles vínculos entre una dolencia física y un puesto de trabajo.

El idioma ergonómico ya está planteado entre todos los actores de la compañía, los profesionales en ergonomía participan de los diseños de proyecto, los programas de ergonomía y capacitaciones están estandarizados y es posible avanzar con los análisis de puestos de trabajo que no están directamente asociados a la línea de montaje principal.

El análisis de los puestos de trabajo es esencial para identificar y mitigar las exposiciones a riesgos ergonómicos que, de no ser atendidos, pueden derivar en el desarrollo de TME. Estos riesgos incluyen posturas forzadas, movimientos repetitivos y la manipulación de cargas, entre otros factores presentes en el día a día laboral. El Programa de Ergonomía Integrado (PEI), alineado con la Resolución 295/03 (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social [MTEySS], 2003) y la norma 26800:2011 de la Organización Internacional de Normalización (ISO), destaca la importancia de realizar evaluaciones ergonómicas no solo en la línea de producción, sino también en puestos con características especiales que podrían pasar inadvertidos en una evaluación convencional. Este enfoque integral no solo mejora la salud y el bienestar de los trabajadores, sino que también optimiza la productividad y eficiencia de la empresa. Como parte de este programa, la compañía evaluará el área de Pintura a partir de marzo de 2023, realizando un análisis detallado del puesto de pretratamiento de agua en la estación de tratamiento de efluentes (ETE).

Objetivo:

Analizar el puesto de trabajo pre tratamiento de agua, del sector Pintura, aplicando el Programa de Ergonomía Integrado (PEI) para identificar riesgos ergonómicos y proponer mejoras que optimicen las condiciones laborales.

## **Métodos y técnicas**

### *Diseño metodológico*

Se aplica el PEI con un enfoque integral, estudiando paralelamente diferentes sectores de la planta productiva de Campana, según un cronograma presentado a la gerencia de Salud Ocupacional. Se evalúan todos los puestos de trabajo de cada sector, particularmente en la planta de pintura, se da inicio al análisis estudiando el puesto de pretratamiento de agua.

El PEI arroja lineamientos para abordar un plan de trabajo estandarizado, de identificación de riesgos ergonómicos en puestos de trabajo.

La mejor forma de controlar la incidencia y la severidad de los trastornos (*sic.*) musculoesqueléticos es con un programa de ergonomía integrado. Las partes más importantes de este programa incluyen:

- Reconocimiento del problema
- Evaluación de los trabajos con sospecha de posibles factores de riesgo
- Identificación y evaluación de los factores causantes
- Involucrar a los trabajadores bien informados como participantes activos, y
- Cuidar adecuadamente de la salud para los trabajadores que tengan trastornos musculoesqueléticos.

Cuando se ha identificado el riesgo de los trastornos musculoesqueléticos se deben realizar los controles de los programas generales. Estos incluyen a los siguientes:

- Educación de los trabajadores, supervisores, ingenieros y directores.
- Información anticipada de los síntomas por parte de los trabajadores, y
- Continuar con la vigilancia y evaluación del daño y de los datos médicos y de salud.

(SRT, Res. 295/03, página 2)

De manera sistemática, se lleva a cabo el análisis de varios puestos de trabajo dentro del mismo sector de forma progresiva, hasta abarcar toda el área. La selección del primer puesto a evaluar responde a necesidades específicas del área o sector, que pueden derivarse de demandas concretas, como la implementación de mejoras o modificaciones inminentes, o de

problemáticas identificadas, como consultas recurrentes al servicio médico, donde los trabajadores asocian una dolencia específica con una tarea particular. En otros casos, la priorización puede obedecer a un orden secuencial de los puestos, comenzando desde el inicio del proceso productivo, o al criterio del profesional encargado. En este caso, se dio prioridad al puesto de pretratamiento de agua debido a un requerimiento del área.

El método de trabajo empleado incluye una visita al sector, durante la cual se contacta al supervisor del área para que nos acompañe y explique los procesos que serán observados. Posteriormente, se realiza un recorrido por los distintos puestos de trabajo, en el que se mantiene comunicación con los operarios para consultarles sobre la dinámica de sus tareas y las posibles dificultades que experimenten en cada actividad. Se observan y graban las operaciones en su modalidad habitual. De forma paralela, se llevan a cabo mediciones, como la altura de las superficies de trabajo, las fuerzas de empuje y tracción, y el peso de los objetos levantados o trasladados, cuando las tareas lo requieren.

Se utiliza un block de notas para registrar información relevante, como el nombre del puesto, las tareas realizadas por el operario, la frecuencia con la que las ejecuta, las alturas y distancias de trabajo, el peso de los objetos levantados, los horarios de pausas y almuerzos, y observaciones sobre cómo se desarrollan las actividades. Además, se documentan cualquier comentario o manifestación realizada por los trabajadores y cualquier otro aspecto que, durante la observación, se considere importante. Las operaciones del puesto de trabajo se graban para contar con un registro visual detallado, lo que permite analizar en profundidad los movimientos y las condiciones laborales una vez concluida la visita al sector. El análisis a través del video tiene como objetivo capturar las operaciones en su contexto real, permitiendo una evaluación detallada de las posturas, movimientos y gestos del operario, que pueden no ser evidentes en una observación directa. Estas grabaciones permiten realizar un análisis pausado y minucioso, facilitando la medición precisa de las variables involucradas y garantizando una evaluación más completa del puesto de trabajo. Se puede complementar el análisis con el relato conjunto del operario y del profesional, para describir en detalle las tareas que se van desarrollando durante la observación. En algunos casos, es necesario realizar varias visitas al sector para completar el relevamiento de las actividades del puesto, especialmente cuando se presentan diferencias significativas en los modos operativos y los gestos laborales entre distintos operarios. Estas visitas adicionales permiten captar las variaciones en la ejecución de las tareas y asegurar un análisis más preciso y representativo de las condiciones de trabajo.

La identificación de factores de riesgo es un paso fundamental de la implementación ergonómica. Se trata de una etapa de observación y reconocimiento, teniendo en cuenta los principios básicos de ergonomía física tales como esfuerzo, posturas forzadas, movimientos repetitivos, vibraciones, confort térmico, bipedestación prolongada y estrés de contacto. (SRT, Guía práctica de ergonomía, 2015, página 2).

Para ello se utiliza la Planilla 1 del Anexo I de la Resolución SRT 886/15. A partir de este análisis, se realizará la evaluación metodológica que determinará el nivel de riesgo y el grado de cumplimiento en relación con los límites, estándares legales y normativos a nivel nacional para cada puesto de trabajo. La evaluación de los factores de riesgo debe realizarse empleando los métodos sugeridos en la Resolución MTEySS 295/03, así como otros métodos de evaluación ergonómica reconocidos a nivel internacional, siempre que sean adecuados para los riesgos específicos que se pretenden analizar.

**Tabla 1:**

*Factores de riesgo según Res. 886/15, marco legal vigente y métodos de evaluación*

FACTORES DE RIESGO	MARCO LEGAL	MÉTODO
Levantamiento y descenso	Res. MTEySS 295/03 LMC Tablas 1, 2 y 3	NIOSH NORMA ISO 11228-1
Empuje/arrastre	Res. SRT 3345/15 Anexo 2	NORMA ISO 11228-2 Snook y Ciriello
Transporte	Res. SRT 3345/15 Anexo 1	NORMA ISO 11228-1
Bipedestación	Res. SRT 886/15 Decreto 49/14	X
Movimientos repetitivos	Res. MTEySS 295/03 NAM	Check list OCRA
Postura forzada	Res. SRT 886/15 Planillas 1, 2, 3, 4	RULA / REBA NORMA ISO 11226
Vibraciones	Res. MTEySS 295/03	X
Confort térmico	Res. SRT 886/15	X
Estrés de contacto	Res. SRT 886/15	X

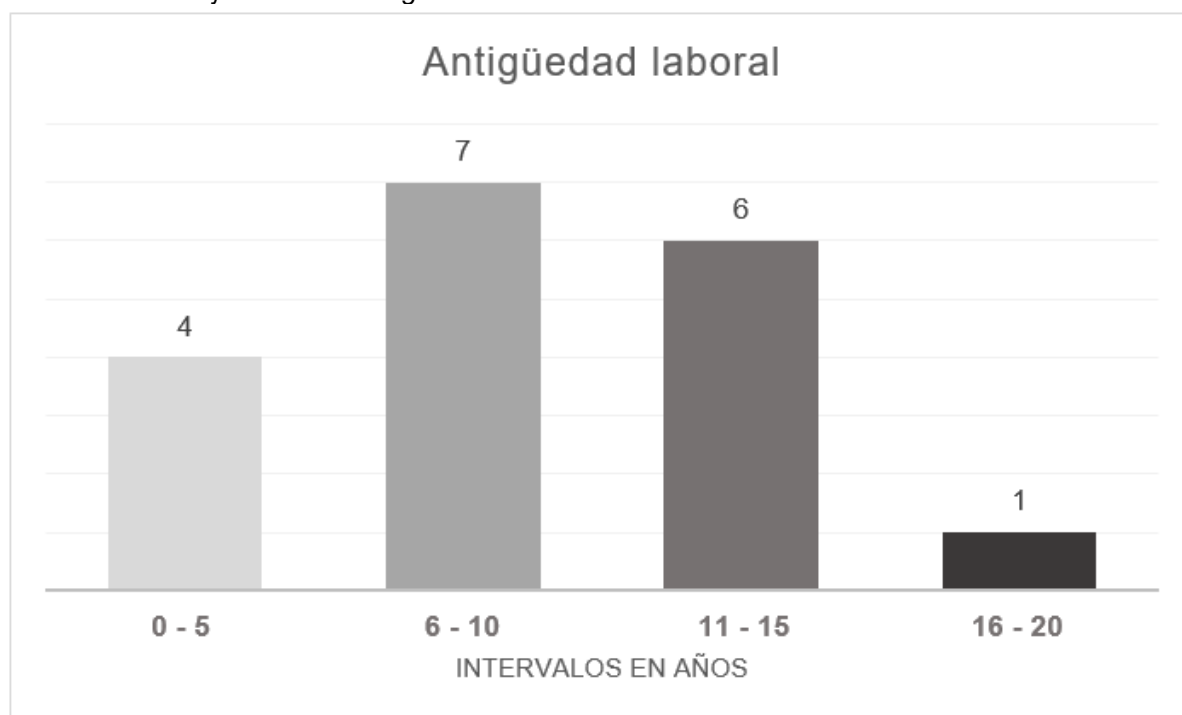
*Fuente: elaboración propia*

## Población

En el sector de Pintura se desempeñan 17 operarios, de los cuales 16 son hombres y 1 es mujer, con edades entre 27 y 44 años. Su horario laboral es de 8:00 a 17:00 horas, sin la realización de horas extra. La organización del trabajo contempla dos pausas diarias de 10 minutos cada una, programadas a las 10:00 y a las 15:00 horas, así como un descanso para el almuerzo de 40 minutos en el comedor de la planta, que se lleva a cabo a las 12:00 horas. Los operarios rotan entre 10 puestos de trabajo de acuerdo con un sistema de rotación estandarizado. Este sistema establece que los trabajadores alternen entre dos puestos diferentes en la misma jornada, con un intervalo de dos horas entre cada cambio. Sin embargo, en el área de ETE, los operarios realizan una rotación diaria, cambiando de puesto cada 17 días. Se observa que el mayor porcentaje/ número de trabajadores cuenta con una antigüedad laboral de entre 6 y 10 años, lo cual sugiere que estos trabajadores cuentan con la formación y experiencia necesarias para realizar sus tareas de manera eficiente y segura. Esta formación garantiza que se sigan las mejores prácticas en un entorno que, por su naturaleza, puede implicar riesgos ergonómicos. Por lo tanto, la combinación de la experiencia adquirida y la estructura de trabajo establecida contribuye a un adecuado desempeño en el área de pintura.

### Gráfico 1:

Cantidad de trabajadores con antigüedad laboral del sector Pintura



Fuente: elaboración propia.

### *Recopilación de datos*

La filmación de los videos se realizó en horarios específicos, en función de la disponibilidad del supervisor o responsable del área que nos acompañó y del momento óptimo para observar la mayoría de las tareas que se desarrollan en el puesto de trabajo. Esto garantiza que se capten las operaciones clave bajo condiciones reales de trabajo. En caso de que existan tareas que se realizan con menor frecuencia, pero que son importantes para el análisis, se puede programar una nueva visita en otro horario para filmarlas y asegurar una evaluación completa del puesto. De los videos grabados, se seleccionaron fotogramas específicos para incluir en el informe de evaluación, utilizando el reproductor VLC (Videolan, 2024). Este reproductor fue elegido para el análisis debido a sus múltiples ventajas y funcionalidades. En primer lugar, se trata de una herramienta gratuita, de código abierto y accesible para cualquier usuario, lo que facilitó su uso sin necesidad de adquirir licencias ni incurrir en costos adicionales. Además, VLC permitió una reproducción precisa y detallada de los videos, posibilitando la visualización en cámara lenta o fotograma a fotograma, fundamental para analizar posturas, movimientos y gestos laborales con exactitud. La selección de fotogramas permitió analizarlos individualmente mediante el método RULA Rapid Upper Limb Assessment (McAtamney & Corlett, 1993) identificando riesgos ergonómicos asociados a las posturas más críticas. Para realizar esta selección, se consideraron aquellos momentos en los que los operarios adoptaban posturas forzadas o ejecutaban movimientos de levantamiento de cargas. Este enfoque permitió identificar las secuencias de mayor riesgo postural en el ciclo de trabajo. Asimismo, se evaluó la duración y frecuencia de dichas posturas, ponderando su impacto en el análisis ergonómico general. Además, VLC facilitó la medición precisa de los tiempos de las tareas observadas, importante para un análisis completo de las posturas críticas y su repetición dentro del ciclo laboral.

En el desarrollo del análisis de los videos, es relevante destacar que las filmaciones se realizaron durante tres jornadas laborales alternadas, abarcando tanto el turno matutino como el vespertino. Las grabaciones comenzaron a las 8:30hs para observar el inicio de las tareas, documentando la puesta en marcha del sector y las primeras operaciones del día. En este horario, se relevó el proceso de aplicación de diferentes productos químicos utilizados en el tratamiento de agua: la cal química (tres bolsas por turno); el antiespumante (entre 3 y 4 bidones por turno); el ácido sulfúrico, que se suministra mediante una manguera conectada a un maxibidón; el cloruro férrico, que llega a los reactores a través de una cañería a granel y la soda cáustica, administrada manualmente con una caña desde un bidón en el suelo. Se prestó especial atención a tareas específicas como el suministro de un bidón de floculante,

filmado en otra jornada, a las 11:40hs, ya que esta tarea se realiza una vez por turno de trabajo. Finalmente, durante un tercer día, a las 16:00hs se filmaron las operaciones de control visual, que predominan en ese horario de la jornada. Estas operaciones de control permiten verificar el correcto funcionamiento del sistema y aseguran que los niveles y procesos estén bajo parámetros establecidos. También se observaron tareas alternadas en las tres jornadas, como la toma de muestras con jarra y la operación de válvulas. El enfoque en diferentes horarios refleja tanto las exigencias físicas durante la manipulación de productos como las pausas y cambios en la intensidad a lo largo del día.

Debido a las características del espacio de trabajo, que, aunque techado, tiene un diseño tipo galpón abierto hacia el exterior, se realizaron las filmaciones de las tres jornadas bajo diversas condiciones climáticas, durante los meses de febrero y abril del año 2023. Por tanto, el clima y la estación del año influyen en las condiciones de trabajo y en la evaluación del puesto. Esta variabilidad se tuvo en cuenta debido a las diferentes situaciones que los trabajadores enfrentan durante el año.

Se observaron en el puesto de trabajo 3 operarios, de los 17 que forman parte del sector de pintura. Durante la filmación de los videos, se realizaron simultáneamente entrevistas con el operario observado, abordando aspectos específicos del proceso de trabajo, como la secuencia de las tareas, la percepción de las dificultades asociadas a cada operación, y las condiciones físicas del entorno laboral. Estas entrevistas quedaron debidamente registradas en formato de audio y notas escritas para su posterior análisis en conjunto con los videos.

Los temas recopilados en forma recurrente incluyeron la carga física exigida durante las tareas de levantamiento y manipulación de bidones y los efectos de factores ambientales como la temperatura o humedad, debido a la estructura del espacio de trabajo y el delantal, elemento de protección utilizado como indumentaria del puesto.

### *Análisis de los datos*

Luego de realizar la identificación de riesgos aplicando la planilla 1 de la Resolución SRT 886/15, se avanzó con el análisis del puesto de trabajo: como se detalla en la Tabla 1, para cada factor de riesgo detectado existe en el ámbito de la ergonomía, un método de evaluación estandarizado que permite valorar el nivel de riesgo. Para el factor posturas forzadas se empleó el método RULA (McAtamney & Corlett, 1993) que evalúa las posturas de los miembros superiores, cuello, tronco y piernas para determinar el riesgo de TME. Este método cuantifica el nivel de riesgo de cada postura evaluada —en este caso, de cada fotograma

seleccionado— analizando en detalle las articulaciones de los miembros superiores y proporcionando una valoración global para los miembros inferiores, como piernas y pies. Según lo consultado en la página web de Ergonautas (Diego-Mas, 2015), la puntuación final obtenida con el método RULA permite asignar un nivel de actuación, lo que sugiere la urgencia y el tipo de intervención recomendada. Los niveles de actuación se dividen en cuatro categorías, que se explican en la tabla adjunta.

**Tabla 2:**

*Puntuación, nivel de riesgo y nivel de actuación del método RULA*

PUNTUACIÓN	NIVEL de RIESGO	ACTUACIÓN
1 o 2	RIESGO BAJO	Riesgo Aceptable
3 o 4	RIESGO MODERADO	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	RIESGO MODERADO ALTO	Se requiere el rediseño de la tarea
7	RIESGO ALTO	Se requieren cambios urgentes en la tarea

*Fuente: Elaboración propia basada en la Tabla 18: Niveles de actuación según la puntuación final obtenida. Diego-Mas, J. A. (2015). Evaluación postural mediante el método RULA. En Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>*

En cuanto a los métodos de evaluación para manipulación manual de cargas, tanto la propuesta de Levantamiento manual de cargas (LMC) de la Resolución MTEySS 295/03 como del Anexo I de la Resolución SRT 3345/15 para transporte de cargas, emplean tablas con valores límite umbral. Dichos valores indican el peso máximo y el índice de masa acumulada que los trabajadores pueden soportar en forma segura, considerando diversas condiciones de trabajo. Las tablas 1, 2 y 3 de la Resolución MTEySS 295/03 establecen límites máximos teniendo en cuenta la duración de la tarea, la frecuencia de levantamientos, la altura y la distancia horizontal. Para el límite de transporte se consideran la cantidad de metros y la frecuencia de transporte.

## Resultados

### *1-Descripción del puesto de trabajo con identificación de problemáticas*

En ETE puesto de trabajo pretratamiento de agua, se realiza la limpieza del agua utilizada en los procesos de pretratamiento de chasis en el sector de pintura; las tareas principales son la







gestión y tratamiento del agua residual para su reutilización y correcta disposición. Algunas de las tareas son: filtración (separar los sólidos y residuos grandes del agua usada en los procesos de desengrase, enjuague, y fosfatado de superficies) y tratamiento químico (añadir productos químicos como floculantes o cal para ayudar a separar los contaminantes del agua, como aceites, grasas, o partículas metálicas). Los operarios utilizan los equipos de protección personal (EPP) indicados por el departamento de Seguridad Industrial, para protegerse de los riesgos derivados del contacto con productos químicos presentes en el proceso. Estos incluyen mascarillas para evitar la inhalación de vapores y partículas nocivas, indumentaria impermeable que impide el paso del agua y sustancias químicas a la piel, zapatos de seguridad para prevenir accidentes por derrames o caídas, y guantes que protegen las manos del contacto directo con sustancias peligrosas. Al respecto, dos de los trabajadores entrevistados refirieron incomodidad al realizar las tareas con el delantal celeste, por dificultad en la movilidad y en la amplitud articular dada la rigidez del material. Este punto favorece el desempeño de posturas forzadas.

La antigüedad laboral relevada en el equipo de pintura, reveló que los trabajadores han tenido tiempo suficiente para perfeccionar técnicas que optimicen los movimientos y reduzcan el esfuerzo biomecánico. Sin embargo, se detectaron posturas forzadas en tareas como el suministro de cal química y antiespumante, lo que aumentó el riesgo de TME. Estas posturas fuera de los alcances funcionales, se deben a condiciones de trabajo desfavorables y a la indumentaria inadecuada. Aunque no se han registrado patologías en el servicio médico, los riesgos ergonómicos persisten, posiblemente mitigados por el sistema de rotación que permite una recuperación adecuada de los músculos y articulaciones de los trabajadores.

Para obtener los resultados reflejados en la Tabla 3, se empleó inicialmente la Planilla 1 de la Resolución SRT 886/15, con el propósito de identificar los riesgos ergonómicos presentes en el puesto de trabajo. Posteriormente, se realizó un análisis exhaustivo de cada tarea, lo que permitió reconocer y destacar las problemáticas ergonómicas más relevantes. Entre las actividades evaluadas, como la toma de muestras con jarra, la operación de válvulas y las tareas de control visual, no se detectaron riesgos ergonómicos significativos, por lo cual no se incluyeron en la tabla de análisis del puesto. No obstante, se identificaron riesgos ergonómicos en otras tareas debido a su impacto en la salud postural de los operarios. Tampoco se llevaron a cabo análisis de confort térmico, ya que superan el alcance de la presente investigación.

**Tabla 3:**

*Análisis del puesto de trabajo*

TAREA	RIESGO ERGONÓMICO DETECTADO	MÉTODO IMPLEMENTADO	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN
 <p><b>SUMINISTRANDO ANTIESPUMANTE</b></p>	Levantamiento y descenso	Resolución MTEySS 295/03 -LMC- Tabla 1	Supera el máximo permitido	Levanta bidón de espumante de 20kg. con flexión de brazos por encima de la línea media de hombros.
	Postura forzada	RULA	Puntuación 7: RIESGO ALTO 	
 <p><b>SUMINISTRANDO CAL QUÍMICA</b></p>	Levantamiento y descenso	Resolución MTEySS 295/03 -LMC- Tabla 1	Supera el máximo permitido	Levanta bolsa de cal de 25kg. con flexión de brazos ligeramente por encima de la línea media de hombros.
	Postura forzada	RULA	Puntuación 5: RIESGO MODERADO ALTO 	
 <p><b>SUMINISTRANDO CAL SOBRE BANQUITO</b></p>	Levantamiento y descenso	Resolución MTEySS 295/03 -LMC- Tabla 1	Supera el máximo permitido	Levanta bolsa de cal de 25kg. parado sobre banquito realizando flexión lateral de tronco y máxima flexión de un brazo por encima de la cabeza.
	Postura forzada	RULA	Puntuación 7: RIESGO ALTO 	

TAREA	RIESGO ERGONÓMICO DETECTADO	MÉTODO IMPLEMENTADO	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN
 <p>TRASLADANDO REACTORES</p>	Transporte	Res. SRT 3345/45 Anexo I- Tabla 1	No supera el máximo permitido	Traslada manualmente las cargas desde los pallets hasta los tanques, un máximo de hasta 100Kg por hora.  Esquiva la manguera en el piso.

*Elaboración propia: resultados de los métodos de evaluación implementados según el riesgo ergonómico detectado.*

La tarea de suministro de antiespumante fue la primera a evaluar: el operario vació un bidón en un tanque que alcanza 135cm de altura en su borde superior. Esta operación generó postura forzada, con amplia flexión de hombros con una mano superando la altura de la cabeza más flexión de muñeca y pronación de antebrazo para sujetar el bidón, mientras la otra lo sostuvo desde la parte inferior con extensión de muñeca más supinación de antebrazo. El resultado del método RULA fue de riesgo alto con puntuación 7. Luego se evaluó el abastecimiento de cal química, para la que se relevaron dos condiciones: una donde el operario estaba parado en el piso y volcó una bolsa apoyándola sobre el borde del tanque y otra donde el operario se centraba de pie sobre un banquito de 20cm.de altura. Se observó al operario en el piso, con flexión de brazos ligeramente por encima de los hombros con mínima flexión de codos más flexión de muñecas para volcar el producto a medida que se vaciaba la bolsa, arrojando un resultado de RULA de riesgo moderado-alto con puntuación 5. Para el abastecimiento sobre el banquito, se observó postura forzada de flexión lateral de tronco más flexión máxima de hombro derecho sosteniendo la bolsa por encima de la cabeza y hombro izquierdo en ligera aducción con supinación del antebrazo. Para acompañar esta postura y realizar el control visual de la tarea, el cuello se encontraba rotado y flexionado.

Se contemplaron todos los levantamientos de carga por turno y dado que el procedimiento para el suministro de floculante es el mismo que el de antiespumante, también se consideró. En todas las tareas analizadas, el resultado de la evaluación de levantamiento de carga

superó el peso máximo permitido de 16kg para las condiciones actuales, ya que el peso de la bolsa es de 25Kg. y el de los bidones es de 20kg. El riesgo fue no aceptable.

Finalmente se analizó el traslado de cargas sumando todos los pesos que se transportaron caminando durante la jornada de trabajo y el resultado fue aceptable ya que no superó el límite máximo establecido en la Tabla 1, del Anexo I de la Resolución SRT 3345/15. Se observó que el operario esquivó mangueras que cruzaban en el piso con riesgo de accidente por caída.

## 2- La propuesta de mejoras

**Tabla 4:** Análisis del puesto de trabajo con la implementación de las mejoras

TAREA	RIESGO ERGONÓMICO DETECTADO	MÉTODO IMPLEMENTADO	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN
  <b>Suministro de cal sobre plataforma</b>	Levantamiento y descenso	Res.295/03 -LMC- Tabla 1	No supera el máximo permitido	Luego de la implementación de la mejora, se eliminó la exigencia de hombros y camina sobre plataforma sin obstáculos. Se detecta flexión de cuello para realizar el control visual durante el abastecimiento de cal.
	Postura forzada	RULA	Puntuación 3: RIESGO MODERADO 	

*Fuente: elaboración propia. Resultados de los métodos de evaluación luego de las mejoras implementadas.*















Con el fin de reducir la incidencia de las posturas forzadas analizadas, se recomendó la modificación del espacio de trabajo instalando una plataforma de metal desplegado de 40cm

de altura. La implementación de esta plataforma, diseñada para cubrir completamente la zona de trabajo, disminuyó el riesgo por posturas forzadas y se eliminaron las posiciones de gran amplitud articular para los miembros superiores. Sólo se identificó una ligera flexión de cuello que luego del análisis con el método RULA arrojó riesgo moderado con puntuación 3. Así mismo, el ajuste en la altura de trabajo permitió que la evaluación por levantamiento de carga arroje un valor límite umbral de 32kg, eliminando el riesgo. Se rediseñó el recorrido de las mangueras y cañerías bajo de la plataforma, eliminando los obstáculos relevados durante el traslado de cargas.

Si bien no existe un método de análisis para la incomodidad de la vestimenta, se tuvieron en cuenta los comentarios de los operarios respecto a la ropa de trabajo. Para mitigar el incremento de posturas forzadas, se recomendó realizar pruebas de nueva indumentaria que cumpliera con las dimensiones y materiales adecuados para permitir movimientos con menores restricciones. Esta recomendación se trabajó en conjunto con el área de Pintura y Seguridad Industrial de planta.

Durante el segundo semestre del año 2023, se implementó un programa de capacitación en técnicas de manipulación manual de cargas y entrenamiento en manuales de buenas posturas. Éstos últimos se elaboraron a partir de las posturas más adecuadas observada entre todos los operarios del sector, capitalizando la experiencia previa y estandarizando la correcta ejecución de las tareas. Para reforzar la información, se realizaron carteleras con placas visuales de alertas ergonómicas posturales OK (bien) y NG (no good).

**Tabla 5:** Plan de capacitación y entrenamiento del sector pintura-2° semestre, año 2023

	 Plan  Real	Plan de capacitación y entrenamiento Sector Pintura											
		Programa de Ergonomía Integrado											
		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
		Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real
1	Capacitación en ergonomía 1: generalidades												
2	Capacitación en ergonomía 2: levantamiento de cargas-teoría y práctica												
3	Capacitación en ergonomía 3: traslado, empuje y arrastre de cargas-teoría y práctica												
4	Capacitación en ergonomía 4: posturas forzadas												
5	Capacitación en ergonomía 5: manual de buenas posturas												
6	Cierre de capacitación												

Fuente: elaboración propia

## Conclusiones

El análisis ergonómico llevado a cabo en el puesto de trabajo pretratamiento de agua, permitió identificar y gestionar los riesgos ergonómicos asociados principalmente a posturas forzadas y levantamiento manual de cargas. La implementación de la plataforma de 40 cm de altura mitigó los riesgos por posturas forzadas en miembros superiores durante los diferentes suministros de productos químicos a los reactores y permitió eliminar el riesgo por levantamiento de cargas ajustando el valor límite umbral a 32 kg. Además, la reorganización del recorrido de mangueras y cañerías debajo de la plataforma, redujo obstáculos que interferían durante el traslado de cargas. Por otro lado, los comentarios de los operarios con respecto a la incomodidad asociada a la indumentaria de trabajo, condujeron a la evaluación de nuevas prendas, por ejemplo, un overol de color amarillo de material flexible, respirable, y talles amplios que permite mayor libertad de movimientos. Finalmente, se implementó un programa de capacitación en técnicas de manipulación manual de cargas y manuales buenas posturas, lo que permitió estandarizar las mejores prácticas dentro del sector.

Al comparar los resultados de la evaluación postural antes y después de la implementación de la plataforma, se observa una mejora significativa en los puntajes del método RULA. Esta mejora indica una reducción en el riesgo ergonómico asociado a las posturas forzadas de miembros superiores. Paralelamente, la altura de la plataforma fue un punto clave para la eliminación del riesgo por levantamiento de cargas, arrojando un resultado tolerable por no superar el límite máximo establecido según el marco legal vigente. La reorganización del recorrido de las mangueras demostró ser una estrategia adecuada para mejorar las condiciones laborales, reduciendo el esfuerzo físico innecesario. La consideración de los comentarios de los operarios refleja una gestión participativa de la ergonomía y un enfoque integral en el abordaje de las problemáticas lo que es fundamental para favorecer un entorno de trabajo saludable. Asimismo, la implementación de programas de capacitación y la estandarización de buenas posturas han mejorado la productividad del proceso y el bienestar de los trabajadores. Estos resultados sugieren que una combinación de intervenciones en el entorno físico, junto con la formación continua, puede ser altamente efectiva en la prevención TME en el trabajo.

El análisis en el puesto de pretratamiento de agua confirmó la presencia de riesgos ergonómicos tal como se esperaba en el contexto de la industria manufacturera. Los resultados detallados respaldan la relevancia del desarrollo de la ergonomía en la industria automotriz, confirmando que la intervención ergonómica con una mirada de macroergonomía puede mejorar tanto la salud como la eficiencia, en línea con la filosofía de mejora continua y

cultura ergonómica mencionados. Además, la eliminación y mitigación de los factores de riesgo observados permite prevenir el desarrollo de TME en el futuro, en sintonía con las recomendaciones de los organismos principales en la temática de salud y seguridad en el trabajo, como la OIT y la SRT.

En resumen, los datos obtenidos en el análisis de riesgos ergonómicos no solo confirman las tendencias mencionadas en la introducción, sino que también reflejan la relevancia de aplicar un enfoque ergonómico integral, tanto en áreas críticas como en tareas indirectas de producción dentro de una planta industrial automotriz.

Es importante señalar que el riesgo asociado a los factores ambientales, confort térmico, representa una limitación en el alcance de este trabajo, ya que, aunque se han considerado sus efectos en las evaluaciones, no se han analizado en profundidad. Aspectos como la temperatura, la humedad y las corrientes de aire, influenciados por la apertura del espacio de trabajo hacia el exterior, pueden afectar tanto las condiciones en las que se desarrollan las tareas, el desempeño de los trabajadores como su bienestar a largo plazo. Estos factores podrían ser objeto de análisis en futuros estudios, permitiendo un enfoque más completo y específico sobre el impacto del ambiente en puestos de trabajo de pretratamiento de agua.

Esta investigación aporta una perspectiva novedosa al abordar el análisis ergonómico de un tipo de puesto poco explorado en la literatura científica actual. Habitualmente, los estudios de ergonomía se concentran en aquellos puestos de trabajo de línea de producción con ciclos de trabajo estandarizados, mientras que otros puestos, como el de pretratamiento de agua en esta planta, suelen quedar fuera de los análisis prioritarios. Sin embargo, este tipo de trabajos presenta otros desafíos de evaluación, en un contexto de tareas no estandarizadas. La investigación destaca la importancia de considerar todos los puestos en un programa de mejora ergonómica integral, especialmente aquellos donde las máquinas y herramientas, aunque cumplen su función, pueden imponer posturas forzadas debido a limitaciones de diseño para el uso humano. Al documentar y analizar estos problemas, se subraya la necesidad de adaptar el entorno laboral para reducir los riesgos de TME en áreas que típicamente se pasan por alto.

Este trabajo no solo identifica riesgos ergonómicos y sugiere medidas de intervención, sino que también contribuye al avance del conocimiento en ergonomía aplicada a la industria automotriz, sirviendo como referencia para futuras investigaciones y aplicaciones en el rubro.

## Referencias

- Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación postural mediante el método RULA*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Consultado el 18 de octubre de 2024. Disponible en <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Ford, H. (1922). *My life and work*. Garden City Publishing.
- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. M. (Eds.). (2002). *Macroergonomics: Theory, methods, and applications*. CRC Press.
- Human Techno. (2000). *Método TEBA (Tool for Ergonomic Basic Assessment)*. Human Techno.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social (MTEySS). (2003). *Resolución MTEySS 295/03: Programa de Ergonomía Integrado (PEI)*. Gobierno de la Nación Argentina.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). *La seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo: Aprovechando 100 años de experiencia*. Oficina Internacional del Trabajo. Disponible en <https://researchrepository.ilo.org>
- Renault. (1979). *Renault Ergonomics Handbook*. Renault Group. Francia.
- Régie Nationale des Usines Renault. (1979). *Método de Perfiles de Puestos*. Renault Group.
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT). (2015a). *Resolución 886/15*. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación Argentina. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/srt>
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT). (2015b). *Resolución 3345/15*. Gobierno de la Nación Argentina. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/srt>
- VideoLAN. (2024). *VLC media player (Versión 3.0.21 Vetinari)* [Software]. VideoLAN. Disponible en <https://www.videolan.org>