

**Análisis ergonómico postural de los soldadores del taller de mantenimiento EMPERCAP**

Ergonomic postural analysis of welders in a workshop belonging EMPERCAP

Ariuska Tito Reyes<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-4223-9891>Juan Lázaro Acosta Prieto<sup>2\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-1390-2380>Joaquín García Dihigo<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-8791-5830><sup>1</sup>Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas. Matanzas, Cuba.<sup>2</sup>Universidad de Matanzas, Facultad de Ingeniería Industrial. Matanzas, Cuba.\*Autor para la correspondencia: [acostaprietojuanlazar@gmail.com](mailto:acostaprietojuanlazar@gmail.com)**RESUMEN**

**Introducción:** Las posturas inadecuadas por períodos prolongados son uno de los factores de riesgo más significativos en la aparición de trastornos musculoesqueléticos. La actividad de soldadura demanda un alto componente físico, requiere que se trabaje de forma prolongada en posturas forzadas o estática, por tanto los soldadores están expuestos a riesgos de trastornos musculoesqueléticos. La presente investigación se desarrolló a los soldadores del Taller de Mantenimiento Centro perteneciente a la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas.

**Objetivo:** Realizar un análisis ergonómico postural, para proponer mejoras en el puesto de trabajo del soldador.

**Métodos:** El estudio fue del tipo descriptivo transversal; se trabajó con una muestra de cuatro soldadores, evaluándose sus riesgos ergonómicos posturales mediante el uso de los instrumentos: herramienta mapa cuerpo de percepción de riesgos musculoesqueléticos, el software *Kinovea* para reducir la subjetividad en la toma de los ángulos para la valoración postural y el método de evaluación postural *REBA*.

**Resultados:** Se determinó que las principales afectaciones se encuentran en las zonas siguientes: zona lumbar, hombro, piernas, cuello-cervical y pie. Fueron evaluadas mediante el método *REBA* cuatro actividades de alta frecuencia en el proceso de soldadura del taller, obteniéndose un nivel de riesgo alto en tres de ella, y un nivel de riesgo medio en una.

**Conclusión:** Los resultados globales ergonómicos demuestran la presencia de una carga física nociva para los soldadores representados por las posturas de trabajo, las que evidencian un grado alto de riesgo, requiriéndose de



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

una mejora ergonómica urgente.

**Palabras clave:** riesgos ergonómicos; posturas forzadas; trastornos musculoesqueléticos; valoración postural; soldadores; método *REBA*, seguridad y salud en el trabajo

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Inadequate postures for prolonged periods of time are one of the most significant risk factors in the appearance of musculoskeletal disorders. The welding activity demands a high physical component, requires prolonged work in forced or static postures, therefore welders are exposed to risks of musculoskeletal disorders. The present research was carried out on welders of the Center Maintenance Workshop belonging to the Oil and Gas Well Drilling and Capital Repair Company.

**Objective:** To carry out a postural ergonomic analysis in order to propose improvements in the welder's workplace.

**Method:** The study was of the cross-sectional descriptive type; we worked with a sample of four welders, evaluating their postural ergonomic risks by using the following instruments: body map tool for the perception of musculoskeletal risks, Kinovea software to reduce subjectivity in taking the angles for postural assessment and the REBA postural evaluation method.

**Results:** It was determined that the main affectations were found in the following areas: lumbar area, shoulder, legs, neck-cervical and foot. Four high-frequency activities in the workshop welding process were evaluated using the REBA method, obtaining a high-risk level in three of them, and a medium risk level in one.

**Conclusion:** The overall ergonomic results show the presence of a harmful physical load for the welders represented by the working postures, which show a high degree of risk, requiring urgent ergonomic improvement.

**Keywords:** ergonomic risks; working postures; musculoskeletal disorders; postural assessment; welders, REBA method; safety and health at work

**Recibido:** 27 de diciembre de 2024

**Aceptado:** 10 de febrero de 2025

**Editor a cargo:** MSc. Belkis Lidia Fernández Lafargue

## **Introducción**



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

La Ergonomía es una ciencia aplicada que estudia el sistema integrado por el trabajador, los medios de producción y el ambiente laboral, para que el trabajo sea eficiente y adecuado a las capacidades psicofisiológicas del trabajador, promoviendo su salud y logrando su satisfacción y bienestar.<sup>(1)</sup>

Es tarea central de la Ergonomía investigar cuáles son las capacidades reales del hombre para asimilar éstas nuevas condiciones, prever los efectos que pueda causar, no de manera inmediata, sino a largo plazo, cuando día tras día estas exigencias laborales incidan repetidamente en el hombre, que es cuando más oculto es el riesgo.<sup>(2)</sup>

En la actualidad, a pesar de las nuevas tecnologías, todavía persisten los trabajos donde el componente físico a realizar por el hombre es elevado. En estos casos, el esfuerzo prolongado se manifiesta en el hombre, como fatiga y dolor. El desarrollo de un trabajo, aunque este parezca ligero, genera la activación constante de ciertos músculos. Si esta actividad, es repetida, durante varios ciclos de trabajo, puede provocar la aparición de la fatiga e incluso de las lesiones.<sup>(3)</sup>

La ergonomía juega un papel crucial en empresas dedicadas a la explotación petrolera, un sector en donde las operaciones de explotación y mantenimiento que se realizan son muy exigentes en lo que respecta al esfuerzo físico que implican. Entre estos tenemos a las posturas forzadas que son uno de los factores de riesgo más importantes en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos, sus efectos van desde las molestias ligeras hasta la existencia de una verdadera incapacidad. En los últimos años se ha ido incrementado el número de trastornos del tipo musculoesqueléticos (TME) entre los trabajadores, asociados principalmente a las condiciones ergonómicas. Muchos factores de riesgo de enfermedades musculoesqueléticas relacionadas con el trabajo están ligadas a distintos aspectos de la carga del trabajo muscular, como la aplicación de fuerzas, las posturas inadecuadas, el levantamiento de pesos y las sobrecargas repentinas.<sup>(4)</sup>

Los soldados comprenden un gran grupo ocupacional que trabaja muchas horas en posturas forzadas. Mantener una postura forzada puede causar fatiga muscular temprana, mientras que en casos graves, puede provocar TME relacionados con el trabajo a largo plazo; además, las posturas forzadas prolongadas pueden causar lesiones laborales a los trabajadores, lo que provocará daños fisiológicos y psicológicos a largo plazo.

Los TME son las lesiones ocupacionales más comunes en todo el mundo y la causa más común de dolor y discapacidad a largo plazo en los trabajadores. Es innegable que la mecanización completa sería el mejor enfoque para minimizar la fatiga y las lesiones de los trabajadores, pero, debido al alto costo, las intervenciones ergonómicas para los trabajadores siguen siendo necesarias y efectivas para las empresas de menor escala o microempresas. Por lo tanto, sobre la base de la situación actual con respecto a la seguridad y los riesgos laborales graves, la investigación ergonómica centrada en la postura de soldadura puede proteger eficazmente la salud física y mental de las personas y prevenir accidentes.<sup>(5)</sup>



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Aguirre destaca que, los avances que la tecnología ha dado en materia de soldadura, el desarrollo e implantación de nuevos procesos y técnicas, usando diferentes tipos de materiales; han provocado que el soldador se vea expuesto a una serie de riesgos en materia de salud.<sup>(6)</sup>

La industria petrolera en Cuba, es uno de los sectores que juega un papel clave para alcanzar la independencia económica, mediante la producción de petróleo y gas para la generación de energía eléctrica y la sustitución de importaciones, no obstante, el trabajo en estas empresas conlleva una serie de riesgos debido a las características de trabajo muy particulares, demanda una alta exigencia física lo cual puede ocasionar TME a los trabajadores. La alta peligrosidad que tienen los trabajos que se realizan en este sector se hace necesario contar con un sistema que vele por garantizar la seguridad y salud de los trabajadores y partes interesadas, la calidad de la producción, así como el cuidado y la protección al medio ambiente. El objeto de estudio de esta investigación lo constituye el Taller de Mantenimiento, Centro perteneciente a la Empresa de Perforación y Reparación Capital a Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP), el cual brinda servicios de mantenimiento y reparaciones de fallas al equipamiento e instalaciones de la empresa, garantizando su disponibilidad.

La actividad de soldadura en el taller demanda un alto componente físico y por tanto los soldadores están expuestos a riesgos de TME tales como: posturas inadecuadas o forzadas prolongadas por largos periodos de tiempo, sobrecarga en partes del cuerpos al realizar tareas que implican levantar o sostener objetos pesados durante la actividad, inadecuada posición de las manos al utilizar equipos o herramientas con agarres incómodos, estrés por la concentración en la tarea, monotonía, flexión y extensión del tronco, cuello y extremidades de forma repetitiva entre otros.

En el taller están identificados los riesgos laborales por un procedimiento propio elaborado por la entidad a partir de la Ley 116/2013<sup>(7)</sup> no obstante, a pesar de tener un proceso de identificación de riesgos no se ha realizado una valoración a través de métodos de evaluación postural. Los riesgos ergonómicos posturales pueden generar, entre otras consecuencias TME, relacionadas con traumatismos acumulativos causantes de dolor e inflamación aguda o crónica de tendones músculos o nervios, afectando particularmente, mano, muñeca, codo, hombro o tronco. Dichas lesiones están representadas por un amplio rango de trastornos que varían de síntomas leves hasta las graves condiciones crónicas incapacitantes por lo que se hace necesaria la realización de un análisis ergonómico postural en esta área. Por estas causas se define como objetivo para la investigación realizar un análisis ergonómico postural para proponer mejoras en el puesto de trabajo del soldador, en el Taller de Mantenimiento perteneciente a EMPERCAP.



Esta obra está bajo una licencia

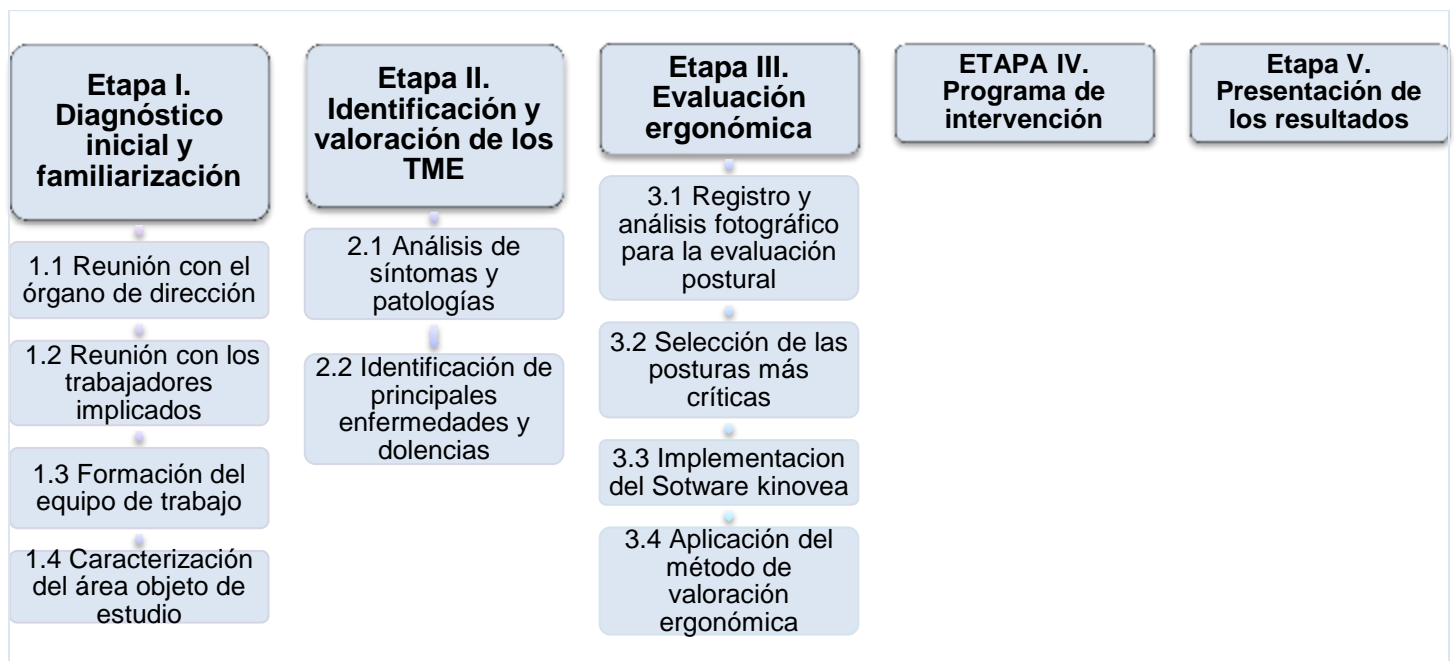
[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## Métodos

Se realizó la consulta de investigaciones precedentes que analizan la problemática de los TME desde la evaluación postural, se hace un análisis crítico de ellos con el objetivo de seleccionar el más conveniente para la investigación. En la consulta de la literatura se encontraron varios estudios vinculados con la implementación de programas ergonómicos de intervención para la prevención de TME entre ellos González,<sup>(8)</sup> Sánchez,<sup>(9)</sup> Oliva,<sup>(10)</sup> Contreras y otros.<sup>(11)</sup>

Luego del análisis de los resultados obtenidos durante su aplicación en investigaciones previas, arroja que Oliva,<sup>(10)</sup> es el que más se ajusta a la investigación, propone e incorpora modificaciones que permiten una mejor evaluación de TME, tales como: aplicación de la entrevista como método empírico complementario para la identificación de las principales enfermedades y dolencias, análisis postural por actividades representativas basado en estudio de tiempos de trabajo, selección de la postura más crítica y empleo del software *Kinovea* para reducir subjetividad en la estimación de los ángulos que forman las estructuras somáticas analizadas por el método seleccionado.

El análisis del procedimiento de Oliva<sup>(10)</sup> sirvió como base para la propuesta de un procedimiento ajustado a las características del proceso y del puesto de trabajo que se estudia. El mismo se encuentra dividido en cinco etapas a seguir, resumidas en la figura 1 y, en la Tabla 1, se detallaron las acciones específicas de cada etapa.



Fuente: Modificado de Oliva.<sup>(10)</sup>

Fig. 1. Procedimiento para la identificación y prevención de los TME.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Tabla 1. Especificación de las acciones en las etapas del procedimiento

Etapa	Tareas	Acciones
<b>Etapa I.</b> Diagnóstico inicial y familiarización	Reunión con el órgano de dirección Reunión con los trabajadores implicados Formación del equipo de trabajo Caracterización del área objeto de estudio	Explicar las tareas fundamentales de la investigación, el procedimiento, la importancia y las necesidades de información y colaboración de cada parte Crear el equipo de trabajo formado por personas dentro de la organización que tienen conocimiento sobre el tema que se va a tratar Caracterizar el área objeto de estudio teniendo en cuenta los medios de trabajo, el objeto de trabajo y la fuerza de trabajo.
<b>Etapa II.</b> Identificación y valoración de los TME	Análisis de síntomas y patologías Identificación de principales enfermedades y dolencias	Recopilar información a través del diagnóstico de lo histórico, análisis de documentos, entrevistas, para conocer los antecedentes de los trabajadores relacionados con TME. Aplicar herramienta mapa cuerpo para detectar las principales dolencias
<b>Etapa III.</b> Evaluación ergonómica	Registro y análisis fotográfico Selección de las posturas más críticas Implementación del <i>software Kinovea</i> Aplicación del método de valoración ergonómica	Se escogen cuatro actividades más representativas dentro del proceso de soldadura y se realiza un registro de imágenes que muestren cómo se realiza la tarea y qué posiciones se adoptan, obviando aquellas imágenes en las que a simple vista la postura adoptada por el soldador no provocan TME. Introducir las fotografías en el <i>software Kinovea</i> , con el objetivo de reducir la subjetividad a la hora de tomar los ángulos para la valoración postural Aplicar el método de valoración postural <i>REBA</i> a las posturas más críticas, para determinar, según el resultado de las puntuaciones, si estas suponen riesgo o no para el trabajador.
<b>ETAPA IV.</b> <b>Programa de intervención</b>		Elaborar el programa de intervención y prevención con el objetivo de elaborar un plan de medidas para la solución de los problemas que fueron detectados durante la investigación
<b>Etapa V.</b>		Explicar de manera precisa los resultados obtenidos en



**Presentación de los resultados**

el proceso de investigación, para así poder presentar los resultados a los trabajadores y directivos implicados.

*Fuente:* Elaboración propia, a partir de Oliva.<sup>(10)</sup>

## Resultados

### Etapa 1 Diagnóstico inicial y familiarización

Se realizó una reunión con el Consejo de Dirección y demás representantes de las organizaciones políticas y de masas pertinentes, se les declaró las tareas fundamentales de la investigación, el procedimiento, la importancia de este estudio y las necesidades de información y colaboración de cada parte. Posteriormente se realizó una reunión con los trabajadores implicados en la investigación; y se les expuso sobre la importancia del estudio para la mejora de la seguridad, salud y bienestar en el desarrollo de su trabajo, así como los objetivos fundamentales de la investigación, además de la importancia de su cooperación para lograr el éxito de la misma. Se creó un equipo de trabajo formado por personas dentro de la organización con conocimiento sobre el tema a tratar, siendo los responsables de la seguridad de los trabajadores, responsables del área objeto de estudio e implicados directamente en la realización del trabajo. El equipo de trabajo estuvo integrado por cinco miembros: Jefe de taller, jefe de brigada, dos técnicos de técnico de mantenimiento industrial y el responsable de la seguridad y salud del trabajo en el área. El objetivo fundamental de este grupo de trabajo fue la aplicación de las herramientas y/o técnicas que se desarrollaron en la investigación.

**Caracterización del área objeto de estudio:** Para la caracterización del área objeto de estudio se tuvo en cuenta los tres elementos fundamentales del proceso laboral: medios, objeto y la fuerza de trabajo.

**Fuerza de trabajo:** Se seleccionaron los cuatro soldadores que están involucrados en el proceso de mantenimiento, pues en ninguno de los casos presentan enfermedades congénitas y/o crónicas relacionadas con TME, que pudieran falsear los resultados del estudio. Laboran dos turnos de trabajo, un turno diario compuesto por dos soldadores trabajando de lunes a viernes con ocho horas y otro turno rotatorio con dos soldadores más, uno en cada turno de trabajo, con jornada laboral de 12 horas en días alternos con horario de 7 am a 7 pm, lo que significa, en total, 14 días de trabajo y 14 días de descanso. El ritmo de trabajo es alto, solo 30 minutos para almorzar, prácticamente no hay pausas de descanso, se requiere atención, responsabilidad, están expuestos a otros factores de riesgos como: ruido, calor, manipulación de cargas, posiciones inadecuadas, movimientos repetitivos,



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

polvo, luz solar, etc.

**Objetos de trabajo:** Las materias primas fundamentales para el desarrollo de las actividades de soldadura son: Plancha o chapas de aceros de diversos espesores, angulares, vigas, tubos redondos y cuadrados de diferentes pulgadas, varillas de acero, alambre para soldar, electrodos, oxígeno y acetileno entre otros.

**Medios de trabajo:** Los medios de trabajo son los diferentes equipos, instrumentos y herramientas utilizados por los soldadores para desarrollar las actividades laborales; además de los equipos de protección individual que se emplean con el objetivo de preservar y cuidar su seguridad y bienestar en el trabajo. Entre las principales herramientas utilizadas por el soldador se encuentran: el transformador rectificador (fuente), electrodos, tenaza, cepillo de alambre y piqueta; en el caso de la soldadura con gas CO<sup>2</sup>, botellón de oxígeno y de acetileno, mandarrias de cinco, diez, veinte y veinticinco libras, martillos, pulidoras medianas y grandes, taladro entre otras herramientas y equipos necesarios para las ejecuciones de las tareas laborales.

## **Etapa 2. Identificación y valoración de los TME**

**2.1 Análisis de síntomas y patologías:** Con el fin de conocer los antecedentes de los soldadores relacionados con TME es necesario y de gran importancia el análisis de los síntomas dentro del procedimiento propuesto. Al realizar este análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

**Análisis de documentos:** Se realizó una reunión con la técnica que atiende directamente el capital humano perteneciente al taller, se ejecutó una búsqueda de los certificados presentados por soldadores durante el periodo 2024. Como resultado de la búsqueda se determinó que solo presentaron certificados relacionados con TME dos soldadores, no obstante los demás manifiestan la presencia de dolores musculares pero no presentaron certificados médicos y continuaron trabajando en esas condiciones.

**2.2. Identificación de principales enfermedades y dolencias:** Se aplicó la herramienta Mapa del Cuerpo a los cuatro soldadores, el cual consiste en marcar con un símbolo en las partes del cuerpo donde se sienta dolor, dependiendo del momento de la jornada laboral en el que se encuentren (inicio, mediado y fin), la posición en el cuerpo de las dolencias que presentan, así como la intensidad de ese dolor atendiendo a una escala de 0 a 5. Teniendo en cuenta que: 0 = ausencia de molestia, 1 = alguna molestia, 2 = molestia permanente, 3 = dolor, 4 = bastante dolor, 5 = mucho dolor. En la tabla 2 se aprecian los resultados de la misma.

Tabla 2. Resultados de la herramienta Mapa del Cuerpo

Momento de la jornada laboral	Inicio	Mitad	Final
-------------------------------	--------	-------	-------



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

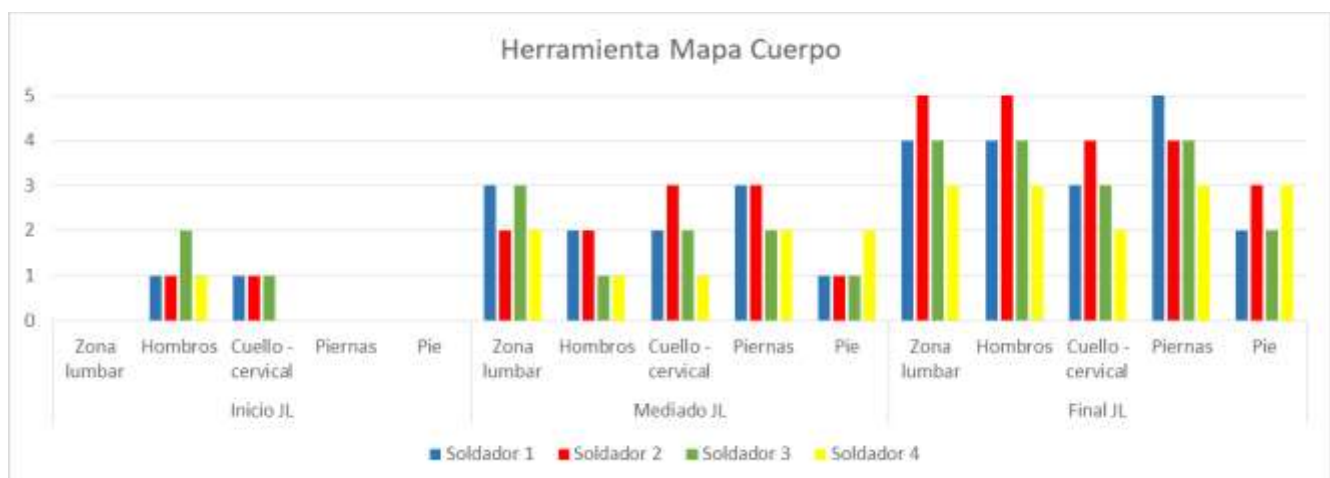


Intensidades	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
<b>Partes del cuerpo</b>																		
Zona lumbar	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	2	1
Hombros	0	3	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	2	1
Cuello - cervical	1	3	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	1	2	1	0
Piernas	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	2	1
Pie	4	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Las principales afectaciones se encuentran en las zonas siguientes: zona lumbar, hombro, piernas, cuello-cervical y pie.

En la figura 2 se observa que a medida que avanza la jornada laboral se van incrementando la aparición de las molestias o dolor así como la intensidad de las mismas, provocado por las posturas no adecuadas que deben asumir los soldados para desempeñar sus tareas. Al inicio de la jornada laboral existe mayor aparición de intensidades bajas correspondientes a los valores 1 y 2 respectivamente, es decir, se puede observar menos apariencias de molestias o dolores en esta etapa. No existen intensidades de dolor 3, 4 y 5. A mediados de la jornada laboral aparecen las puntuaciones de intensidad de dolor 3 siendo las zonas afectadas: piernas, zona lumbar y cuello- cervical. No existen intensidades de dolor 4 y 5. Al final de la jornada laboral continúan incrementándose las dolencias en las zonas afectadas, con ausencia de dolor de intensidad 1. Se incrementan los valores de las intensidades 2 y 3, y aparecen intensidades 4 y 5; soldados que manifiestan bastante dolor y mucho dolor respectivamente en las diferentes partes del cuerpo.



Fuente: Elaboración propia.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Fig. 2. Resultados de la herramienta mapa del cuerpo basado en las zonas más afectadas.

En resumen, cabe destacar que en el caso de la intensidad 0 o ausencia del dolor al iniciar la jornada laboral se muestran la tendencia a la aparición según avanza, demostrando con ello la aparición de molestias o dolor en cada etapa. Además, se aprecia que se corresponde el grado de intensidad de molestia o dolor con el momento analizado en cada etapa de la jornada laboral, inicio de la jornada laboral, mediado y fin.

### **Etapa 3: Evaluación ergonómica**

En esta etapa se muestran tres sub-etapas fundamentales para realizar una valoración Ergonómica del trabajo realizado en el área objeto de estudio.

#### **3.1. Registro y análisis fotográfico para la evaluación postural**

Fueron tomada y analizadas las diferentes imágenes del puesto de trabajo del soldador, se escogieron las actividades más representativas del plan de trabajo en el transcurso del tercer trimestre del presente año. Se seleccionaron aquellas imágenes que evidencian posturas forzadas, resultando así la opción de cuatro actividades de alta frecuencia en el proceso de soldadura del taller, las mismas están relacionadas con el proceso de reparación de los equipos de cementación de los pozos de petróleo. El riesgo principal radica en la alta periodicidad de determinadas posturas forzadas que provocan diferentes trastornos musculo-esqueléticos y que no han sido tenidas en cuenta como parte de la seguridad y salud del trabajo de los mismos.

#### **3.2 Selección de las posturas más críticas en las actividades de soldaduras**

En este paso se compararon todas las imágenes que fueron recopiladas en el puesto de trabajo de los soldadores y se realizó la selección de las más afectadas (tabla 3).



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)







Tabla 3. Registro fotográfico de los soldadores durante la ejecución de cuatro actividades de soldadura

<p>1.Fabricar caja de herramienta</p>		<p>3.Cortar plancha para reparar tanque</p>	
<p>2.Reparar interior del tanque del cementador</p>		<p>4.Reparar tanque de un cementador</p>	

Fuente: Elaboración propia.

Se implementa el *software Kinovea* con el objetivo de reducir la subjetividad en el momento de identificar los ángulos, lo que permite precisar las mediciones de las diferentes partes del cuerpo del trabajador con una mayor seguridad y exactitud (tabla 4).



















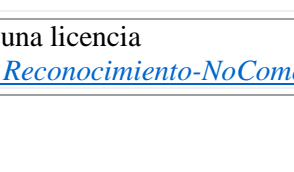

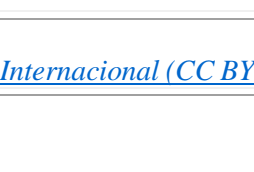
Tabla 4. Definición de los ángulos a partir del *software Kinovea*

Actividades	Identificación de los ángulos		
<p>1. Fabricar caja de herramienta</p>	Cuello	Tronco	Piernas
			
	Brazo	Antebrazo	Muñeca
			



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

2. Reparar interior del tanque de cementador	Cuello	Tronco	Piernas
			
	Brazo	Antebrazo	Muñeca
			
	Cuello	Tronco	Piernas
			
3. Cortar plancha para reparar tanque	Brazo	Antebrazo	Muñeca
			
	Cuello	Tronco	Piernas
			
	Brazo	Antebrazo	Muñeca
			
4. Reparar tanque de un cementador	Cuello	Tronco	Piernas
			
	Brazo	Antebrazo	Muñeca
	Cuello	Tronco	Piernas

Fuente: Elaboración propia.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

### 3.3 Aplicación del método de valoración ergonómica

Existen diferentes métodos que permiten realizar la valoración postural. En la investigación se escogió el método *REBA*,<sup>(12)</sup> ya que es un método sencillo que permite el análisis del cuerpo humano en general, ofrece una evaluación más exhaustiva de las posturas corporales, incluyendo las extremidades inferiores y evaluando posturas con el tronco en extensión, también considera el factor de agarre, incluye la adopción de posturas a favor de la gravedad y cambios bruscos de postura o posturas inestables. Este método es el más factible a emplear en la actividad de soldadura; pues las mismas provocan afectaciones en varias zonas del cuerpo del trabajador, tanto la parte superior como inferior (tabla 5)

Tabla 5. Resultados de la aplicación del método *REBA*

Puesto de trabajo	Actividad evaluada	Puntuación Final <i>REBA</i>	Nivel de riesgo	Nivel de Intervención y posterior análisis
Soldador	1.Fabricar caja de herramienta	10	Alto	Necesario Pronto
	2.Reparar interior del tanque de cementador	8	Alto	Necesario Pronto
	3.Cortar plancha para reparar tanque	9	Alto	Necesario Pronto
	4. Reparar tanque de un cementador	5	Medio	Necesario

*Fuente:* Elaboración propia.

Los resultados de la aplicación del método *REBA* permiten evidenciar que el puesto del soldador presenta un riesgo alto de sufrir TME en la mayoría de las actividades evaluadas, con un nivel de intervención y posterior análisis de necesario pronto. Esto es debido a las posturas de pie prolongada, movimientos repetitivos, flexiones e inclinaciones del tronco y demás estructuras corporales durante el transcurso de su jornada laboral, con manipulación de cargas, así como también la realización de movimientos rápidos al manipular algunas piezas necesarias en la ejecución de sus tareas.

#### Etapa 4: Programa de intervención

Con el objetivo de eliminar o minimizar el nivel de riesgo de las posturas analizadas en las actividades de



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

soldaduras se realiza el programa de mejoras. Se realiza una propuesta de medidas de manera general para la solución de los riesgos ergonómicos detectados durante la investigación:

1. Realizar chequeo médico pre-empleo a todas las personas que opten por el cargo de soldador, por la especialidad de Ortopedia, descartando alguna patología osteomuscular que influya negativamente en el trabajo a desarrollar.
2. Realizar los chequeos médicos a los soldadores con una frecuencia semestral, por un especialista en ortopedia, para diagnóstico temprano y tratamiento adecuado de patologías que limiten la actividad.
3. Impartir periódicamente charlas sobre posturas adecuadas, origen de los TME, riesgos a lo que están expuestos haciendo énfasis en los riesgos ergonómicos. Sensibilizar al personal en los riesgos inherentes en cada puesto de trabajo.
4. Analizar y corregir los métodos posturales adoptados durante la ejecución de las actividades laborales.
5. Exigir el adecuado uso de los medios de protección individual y velar por su cumplimiento.
6. Incorporar a las pruebas de instrucciones periódicas temas relacionados con los riesgos ergonómicos y específicamente los riesgos posturales.
7. Realizar ejercicios compensatorios para contrarrestar las posturas antes de comenzar cualquier tipo de actividad física.
8. Realizar descansos estableciendo pausas activas durante la jornada de trabajo, donde realice actividad o ejercicios de estiramiento y relajación de los músculos involucrados en la actividad, para tener una recuperación real de los segmentos de su cuerpo.
9. Considerar la contratación de un pailero y un ayudante para realizar las actividades de soldadura, con el objetivo de que los soldadores no acumulen una exagerada fatiga muscular y aminorar la carga física.
10. Evitar que el soldador se mantenga por largos períodos de tiempo en una postura forzada, realizando rotación con el pailero y ayudante para equilibrar estas posturas.
11. Capacitar a los trabajadores en el procedimiento seguro de manejo manual de cargas para no incrementar la carga postural por la inadecuada posición al momento de manejar las diferentes herramientas en las actividades de soldadura.
12. Rediseño del puesto de trabajo con las dimensiones antropométricas correctas.

Las posturas adoptadas por el soldador durante la ejecución de sus actividades laborales requieren una intervención necesaria pronto por lo que se propone el diseño de una mesa de trabajo para trabajar de pie y de un



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

banco de trabajo para sentarse, donde el trabajador pueda realizar de una manera más favorable y confortable las actividades que así lo necesiten. Para ello es necesario definir las dimensiones relevantes del diseño e identificar las dimensiones humanas que se correspondan con ellas (tabla 6).

Tabla 6: Mediciones de las dimensiones relevantes para la mesa y el banco de trabajo

Dimensiones relevantes (mm)	Dimensiones humanas correspondientes	Soldador 1	Soldador 2	Soldador 3	Soldador 4
<b>Mesa de Trabajo</b>					
Altura superior de la mesa para trabajar de pie	Altura codo de pie	1090	1100	1450	1470
Área máxima de trabajo	Alcance máximo del brazo	874	876	880	881
Área mínima de trabajo	Alcance mínimo del brazo	478	480	500	505
<b>Banco de trabajo</b>					
Altura del asiento	Altura poplítea	443	447	448	453

*Fuente:* Elaboración propia.

Por lo antes analizado es necesario aplicar el diseño de una mesa de trabajo de una altura superior de 1090 mm, un área máxima de trabajo de 874 mm y un área mínima de trabajo de 478 mm, además la dimensión para el diseño del banco sería de 443 mm de altura que satisface las actividades ejecutadas por todos los soldadores, criterio basado en el concepto de que, si la dimensión más relevante del diseño es adecuada para el caso extremo, también lo es para el resto de los individuos de la población.

### **Etapa 5 Presentación de los resultados**

Se presentaron resultados a la administración para la toma de decisiones y la correcta gestión de estos riesgos

## **Discusión**



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

A partir de un estudio efectuado por Salinas,<sup>(13)</sup> el resultado de la aplicación de herramientas ergonómicas específicas a los trabajadores en la operación de soldadura actual de la empresa metalmecánica, se concluye que tras la aplicación del *software* ergonómico específico *REBA*, queda evidenciado el nivel de riesgo alto de los soldadores respecto a las posturas que toman en sus actividades diarias, evidenciando un riesgo alto y un nivel de acción inmediato. Los resultados de ese estudio son semejantes a los encontrados en esta investigación, pues se reveló que el soldador presenta un riesgo alto de sufrir TME en la mayoría de las actividades evaluadas, de forma que se debe intervenir pronto en el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes inmediatamente.

De acuerdo con Domínguez y otros,<sup>(14)</sup> la aplicación del método *REBA* en el proceso de soldadura del taller automotriz perteneciente a la Empresa de perforación y reparación capital de pozos de petróleo y gas, reveló la existencia nivel de riesgo muy alto, con una puntuación de 11 puntos, y se determinó que las principales dolencias por parte del trabajador del área son: en las zonas cervical y lumbar, seguidos por los padecimientos en piernas y rodillas, resultados muy similares a los encontrados en este estudio.

En una investigación de evaluación y control de riesgos ergonómicos con la herramienta *REBA*, en una empresa productora de bebidas azucaradas y leche en polvo realizado por Chávez y otros,<sup>(15)</sup> al preguntar sobre la localización del dolor a 85 personas que respondieron afirmativamente, se encontró que el dolor se localiza principalmente en región lumbar en 46 % de los colaboradores, el 18 % en región cervical, un 15 % dolor en miembros inferiores y 21 % dolor en miembros superiores con especificación en la articulación de hombro. Los resultados de ese estudio son semejantes a los encontrados en esta investigación, pues las regiones con más prevalencia también fueron zona lumbar, hombro, cuello-cervical, piernas y pie.

Contreras y otros,<sup>(11)</sup> efectuaron un análisis de riesgos posturales en trabajadores del *Lobby* bar de una instalación hotelera con la aplicación de método *REBA* obteniendo como resultado que los trabajadores de esa área están expuestos a un nivel de riesgo alto por adoptar posturas repetitivas y por largos períodos de tiempo con puntuaciones *REBA* de 9 puntos, presentando mayor incidencia en brazos y pie.

En un estudio de Arenas y Cantú<sup>(16)</sup> donde se determinaron los riesgos de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de una planta de producción y empaquetamiento, la prevalencia de síntomas musculoesqueléticos encontrada fue de 68 %, distribuida de la siguiente manera: muñeca-mano derecha (65,5 %), espalda (62,2 %) y muñeca-mano izquierda (44,2 %). Estos autores señalan que no encontraron casos de incapacidad o impedimento derivado de la presencia de sintomatología en los últimos 12 meses.

Por otra parte, López y Campos<sup>(17)</sup> realizaron un análisis sobre la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos mediante el método *REBA* en una población de 31 artesanos del calzado que mostró que dicha prevalencia fue del 77,8 % en los últimos siete días (n = 14) y de 94,4 % en los últimos 12 meses (n = 17), siendo las regiones más





afectadas en ambos períodos el hombro derecho (33,3 %) y la columna dorso-lumbar (22,2 %). Los cuatro puestos de trabajo evaluados con la metodología *REBA* reportaron un nivel de riesgo ergonómico moderado y alto.

Por último, Ramos<sup>(18)</sup> buscó evaluar los riesgos disergonómicos relacionados con la carga postural en los cortadores del sillar (ignimbrita), en “las Canteras de Añashuayco“. Se realizó el estudio en la cantera de sillar donde se realiza este tipo de trabajo aplicándose el método *REBA* y como resultado de todos los datos tomados se genera una vez más la presencia de daños inminentes en los trabajadores y que tienen que sobrellevar ya que se efectúan movimientos bruscos y a la vez se reafirma que se viene trabajando de esta manera desde años atrás. Empleando el método *REBA* se buscó disminuir las inadecuadas posturas además prevenir daños a la salud de los trabajadores, siendo este método eficiente en ambos aspectos.

## Conclusiones

En el taller de mantenimiento se seleccionó el puesto de trabajo del soldador, se analizaron cuatro actividades fundamentales dentro del proceso de soldadura relacionadas con la reparación de los equipos de cementación, la herramienta mapa cuerpo reflejó una elevada prevalencia de síntomas músculo-esqueléticos en distintas regiones corporales, especialmente en zona lumbar, hombro, piernas, cuello-cervical y pie, debido a la continua implicación de estas zonas del cuerpo en las posturas asumidas durante la jornada de trabajo. La aplicación del método *REBA* arrojó altos niveles de riesgos que indican una intervención necesaria para eliminar o al menos reducir las afectaciones que el cuerpo de los soldadores están experimentando como consecuencia del grado de exposición durante las tareas.

## Financiación

Los autores no recibieron apoyo financiero para el desarrollo de la presente investigación.

## Referencias Bibliográficas

1. Viña Brito S. Ergonomía, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba. 2006. (Material impreso)
2. García Dihigo J, Real Pérez G. El hombre y su ambiente laboral, Segunda edición. Matanzas, 2008. (Material impreso)
3. García Dihigo J, y Real Pérez G. Selección de métodos de evaluación ergonómica. Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba. 2012. ISBN 978-959-162378-2. (Material impreso)



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

4. Montalvo Prieto AA, Cortés Múnera YM, Rojas López MC. Riesgo ergonómico asociado a sintomatología músculo-esquelética en personal de enfermería. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*. 2015;20(2):132-46. [acceso 19/11/2024]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-75772015000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-75772015000200010&script=sci_arttext)
5. Zhang Y, Wu X, Gao J, Chen J, Xv X. Simulation and Ergonomic Evaluation of Welders' Standing Posture Using Jack Software. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019;16(22):4354. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16224354>.
6. Aguirre Galindo R. Ergonomía aplicada a las operaciones de soldadura para mejorar la calidad y la productividad. Diss. Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, Campus Saltillo, Universidad Virtual. 2000 [acceso 18/12/2024];12(6):71-84. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11285/579744>.
7. Cuba. Ley116/2013. Código de Trabajo de la República. Gaceta Oficial Extraordinaria No. 29. La Habana.17 de junio de 2014 [acceso 17/12/2024]. Disponible en:  
<http://www.cubadebate.cu/wp-content/uploads/2014/06/codigo-del-trabajo-de-la-republica-de-cuba.pdf>
8. González Rodríguez A. Análisis ergonómico postural en la actividad de albañilería en la ECOA 47 del MICONS Varadero. [Tesis en opción al grado de Máster en Administración de Empresas Mención: Gestión de la Producción y los Servicios], Matanzas, Universidad de Matanzas, Ingeniería Industrial, 2010. (Archivo digital)
9. Sánchez Fernández G, Análisis ergonómico postural del proceso de construcción y reparación de coches arrastre y motor en la Empresa Industrial Ferroviaria "José Valdés Reyes, [Tesis en opción al título de Ingeniera Industrial], Matanzas, Universidad de Matanzas, Ingeniería Industrial, 2016. (Archivo digital)
10. Oliva Rodríguez J. Análisis Ergonómico Postural en Instalaciones Neumáticas en La Empresa Industrial Ferroviaria "José Valdés Reyes". Matanzas. Camilo Cienfuegos. 2017. (Archivo digital)
11. Contreras Rodríguez M, Ávila-Sánchez PJ, Acosta-Prieto JL. Análisis de riesgos posturales en trabajadores del lobby bar de una instalación hotelera. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*. 2023 [acceso 17/11/2024];5(3):110-24. Disponible en:  
[http://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia\\_Investigacion/article/view/11972](http://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/article/view/11972)
12. Hignett S, Mcatamney L. Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*. 2000;31(2):201-5. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/s0003-6870(99)00039-3).
13. Salinas Najar MN. Análisis ergonómico para proponer mejoras al puesto de soldador de una empresa metal mecánica de Arequipa, 2022, [Tesis en opción al título Profesional de Ingeniera Industrial], Arequipa, 2022.Universidad Continental. 2022 [acceso 20/11/2024]. Disponible en:



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12504/1/IV\\_FIN\\_108\\_TE\\_Salinas\\_Najar\\_2022.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12504/1/IV_FIN_108_TE_Salinas_Najar_2022.pdf)

14. Domínguez DC, Verde V, Cuello Y, Acosta JL. Análisis ergonómico postural en el proceso de soldadura del taller automotriz de EMPERCAP. Rev cuban salud trabajo. 2024 [acceso 20/11/2024];25(3):e673. Disponible en: <https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsy/article/view/673>
15. Chávez Guerrero IC, Zaldumbide Verdezoto MA, Lalama Aguirre J M, Nieto Guerrero ED. Evaluación y control de riesgos ergonómicos con la herramienta REBA en una empresa productora de bebidas azucaradas y leche en polvo. Dom. Cien. 2016 [acceso 20/11/2024];2(3):199-210. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761597>
16. Arenas Ortiz L, Cantú Gómez Ó. Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales. Medicina Interna de México. 2013 [acceso 15/11/2024];29(4):370-9. Disponible en: <http://www.mediagraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=43308>.
17. López Poveda LM Campos Villalta YY. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos y posturas forzadas en artesanos del calzado en Ambato-Ecuador. Revista Conecta Libertad. 2020 [acceso 15/11/2024];4(3):43-51. Disponible en: <https://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/175>
18. Ramos Chire IY. Evaluación de los factores de riesgo disergonómicos relacionados con la carga postural en los cortadores del sillar (ignimbrita) de la cantera de Añashuayco, Arequipa, 2020. [Tesis en opción al el Grado Académico de Bachiller en: Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera], Arequipa, 2020. Universidad tecnológica del Perú. 2020 [acceso 18/11/2024]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3964>.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

*Conceptualización:* Ariuska Tito Reyes.

*Curación de datos:* Ariuska Tito Reyes.

*Análisis formal:* Ariuska Tito Reyes.

*Investigación:* Ariuska Tito Reyes, Juan Lázaro Acosta Prieto, Joaquín García Dihigo.

*Administración del proyecto:* Ariuska Tito Reyes, Juan Lázaro Acosta Prieto.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

*Metodología:* Juan Lázaro Acosta Prieto, Joaquín García Dihigo.

*Software:* Ariuska Tito Reyes, Juan Lázaro Acosta Prieto.

*Supervisión:* Juan Lázaro Acosta Prieto.

*Metodología:* Juan Lázaro Acosta Prieto, Joaquín García Dihigo.

*Visualización:* Juan Lázaro Acosta Prieto.

*Validación:* Juan Lázaro Acosta Prieto, Joaquín García Dihigo

*Redacción borrador original:* Ariuska Tito Reyes.

*Redacción, revisión y edición:* Ariuska Tito Reyes.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)