

EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN UNA ESTACIÓN DE SUBENSAMBLE DE INYECTORES A TRAVÉS DEL MÉTODO RULA

EVALUATION OF ERGONOMIC RISKS IN AN INJECTOR SUBASSEMBLY STATION USING THE RULA METHOD

Durán Martínez Alejandra Guadalupe

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<https://orcid.org/0009-0009-0574-4985>

aleduran.mtz10@gmail.com

Marquez Gayosso Deysi Guadalupe

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<https://orcid.org/0000-0003-1846-9168>

deysi.marquez@uacj.mx

Flores Sánchez Alejandra

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<https://orcid.org/0000-0002-2002-1330>

alejandra.flores@uacj.mx

Atayde Campos David

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<https://orcid.org/000-0001-7422-542X>

datayde@uacj.mx

Portillo Reyes Margarita

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<https://orcid.org/0000-0003-4692-755X>

margarita.portillo@uacj.mx

DOI: <https://doi.org/10.61273/neyart.v1i2.48>

| Recibido: 25/01/2024 | Aceptado: 14/03/2024 | Publicado: 15/04/2024

Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.



Resumen: La ergonomía es la ciencia que se encarga de la evaluación de riesgos, así como el estudio de la relación que existe entre el hombre y su entorno laboral, analiza la manera en la que se realiza el trabajo y toma en cuenta las herramientas y movimientos que se ejecutan. Anteriormente se han realizado estudios ergonómicos los cuales muestran la importancia de estos, pues el realizarlos de manera adecuada propone soluciones en beneficio económico de las empresas, además de un impacto positivo en la salud de los trabajadores. El presente proyecto fue elaborado en una empresa manufacturera de la rama automotriz, en la cual se realizó un análisis ergonómico, comenzando con la aplicación de una encuesta, para posteriormente aplicar la metodología RULA como método para la evaluación de riesgos, del cual se obtiene un nivel de riesgo y un nivel de actuación. y, en base a estos se hace una propuesta de mejora para la mitigación de estos. A partir de la implementación del método RULA se obtuvo como resultado la identificación de tres posturas principales, las cuales comprometen la seguridad e integridad física de los trabajadores debido al alto nivel de riesgo. Los resultados obtenidos permitieron la propuesta de una mejora, que consiste en la implementación de un robot colaborativo, el cual, no solo mitiga el riesgo, sino que además, proporción un beneficio económico para la empresa.

Palabras clave: ergonomía, método RULA, riesgo, seguridad.

Abstract: Ergonomics is the science that deals with risk assessment, as well as the study of the relationship between man and his work environment, analyzes the way in which the work is performed and considers the tools and movements that are executed. Previously, ergonomic studies have been carried out, which show the importance of these studies, since their adequate performance proposes solutions for the economic benefit of the companies, in addition to a positive impact on the health of the workers. This project was developed in an automotive manufacturing company, in which an ergonomic analysis was performed, starting with the application of a survey, and then applying the RULA methodology as a method for risk assessment, from which a risk level and an action level are obtained, and, based on these, an improvement proposal was proposed for the mitigation of these risks. The implementation of this method resulted in the identification of three main postures, which compromise the safety and physical integrity of workers due to the high level of risk. The results obtained allowed the proposal of an improvement, which consists in the implementation of a collaborative robot, which not only mitigates the risk, but also provides an economic benefit for the company.

Keywords: ergonomics, RULA method, risk, safety.

INTRODUCCIÓN

La seguridad y salud en el trabajo han tomado gran importancia en los últimos años en diversos sectores, debido que permiten que las diferentes actividades para la prevención y evaluación de riesgos laborales mejoren la eficiencia de los trabajadores y salvaguarden su integridad física y mental, y, por ende, la reducción de enfermedades y lesiones laborales (Benavides & Malqui, 2021). La Real Academia Española (2022) define la palabra riesgo como una “contingencia o proximidad de un daño”. A su vez, un riesgo ergonómico es la posibilidad de que ocurra un accidente o una lesión en una persona, especialmente en el área de trabajo, también comprende el entorno laboral y las condiciones de este. A este concepto se asocian factores como la fuerza, la postura y el movimiento, una mala práctica de estos desencadena en problemas musco-esqueléticos en una o diversas partes del cuerpo (Ramón, 2018). La ciencia a través de la cual es posible realizar la evaluación de dichos riesgos es la ergonomía.

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la ergonomía es el estudio de la adaptación óptima del medio ambiente físico a la actividad humana para obtener el rendimiento máximo con el mínimo de esfuerzo, de fatiga y de inconvenientes (OIT, 2023). Para los autores Malca y Nieves (2018) es fundamental comprender el concepto de ergonomía, lo que ayuda a identificar algunos de los factores de riesgo más comunes; así como determinar qué soluciones prácticas pueden utilizarse, y con esto contribuir a reducir el número de trastornos musculoesqueléticos, que se presentan en las personas que desarrollan actividades que tienen efectos en la salud a mediano plazo.

Cabe señalar que, de acuerdo con los autores Olvera y Samaniego (2020) llevar a cabo actividades durante intervalos extensos conlleva a que se conviertan en tareas repetitivas, lo que resulta en que la ejecución sea automática y sin razonamiento. Esto puede provocar en los empleados ciertos movimientos y posturas que pueden dar lugar a problemas relacionados con el sistema musculoesquelético. Los movimientos repetitivos son aquellos gestos o secuencia de movimientos que se realizan más del 50% del tiempo de ciclo durante un tiempo inferior a 30 segundos (Clavijo et al., 2019). Una postura inadecuada abarca posiciones corporales estáticas o limitadas, que imponen una carga excesiva en los músculos y los tendones, posiciones en las que se aplican una presión desigual en las articulaciones y posturas que ejercen una tensión constante en la musculatura por un tiempo sostenido (Aguilar, 2021).

Existen diversos métodos que permiten la evaluación del riesgo; por ejemplo, en el caso de la carga postural se identifican métodos por el ámbito de aplicación, ya sea por la evaluación de posturas individuales o por conjuntos, algunos de estos métodos se basan en la observación. Uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas que se utiliza con más frecuencia es el método RULA (García, 2017).

Esta metodología analiza las posturas de trabajo inadecuadas que se realizan durante el desarrollo de las actividades; evalúa los movimientos en brazos, muñecas, cuello y piernas; a partir de dicho análisis se determina el nivel de riesgo. Con este es posible valorar si la actividad realizada supone un riesgo mayor o menor, así como sus impactos. Con base en estos resultados se puede buscar una solución más adecuada (Widiyawati et al., 2020).

Estos análisis se han aplicado en las industrias, por ejemplo, en una empresa del sector metalmeccánico, se realizó un estudio ergonómico utilizando la metodología RULA en el área de producción. Una vez completado este análisis y evaluación, donde se consideraron todos los puntos relevantes de la metodología, los autores observaron que la mayoría de las actividades llevadas a cabo en dicha área

necesitaban cambios inmediatos, ya que la forma en que se realizaban no era correcta. Esto dificultaba el trabajo de muchos de los empleados, generando efectos perjudiciales para su salud en el largo plazo, especialmente en la zona lumbar, la cual se identificó como la más afectada en esta operación (Pico & Vera, 2021).

Dada la alta presencia de lesiones en el desarrollo de actividades en los procesos industriales, la aplicación de las herramientas de la ergonomía desempeña un papel fundamental para garantizar el bienestar, la productividad y la seguridad de los empleados. Un entorno de trabajo basado en el enfoque ergonómico contribuye a prevenir lesiones, promueve una mejor postura y disminuye el estrés y la fatiga. Es por ello por lo que cada vez más las industrias están prestando atención en temas de ergonomía y seguridad; además, las empresas que realizan inversiones en estos ámbitos contribuyen a mejorar la calidad de vida de sus trabajadores, lo que se ve reflejado en un incremento en la productividad (SIEM, 2023).

El presente proyecto se desarrolla en una empresa de la industria automotriz ubicada en Ciudad Juárez, Chihuahua, dedicada a la elaboración de distintos componentes para camiones de carga pesada como bombas, sistemas de post-tratamiento, inyectores, entre otros. Para este último producto se cuentan con tres líneas de producción, las cuales comparten una estación llamada “ensamble de tubing”, en la cual se ejecuta el proceso de ensamble de dos componentes: oring y tubing, de forma manual. Este proceso opera con una tómbola y un pistón neumático encargados de surtir los anillos oring, el operador toma el tubing con los dedos pulgar e índice y lo coloca sobre la fixtura del pistón para así producir el ensamble. Cada tubing debe contener dos oring, uno en cada extremo. Posteriormente los tubbings se colocan en el componente manifold. Para llevar a cabo esta tarea, se realiza una serie de movimientos y posturas forzadas durante un periodo largo, lo que ha reportado lesiones en dedos y muñeca, además de molestias en la zona superior del cuerpo. Esto muestra la necesidad de realizar un análisis para identificar el nivel de riesgo para lo cual se puede utilizar el método RULA, con el fin de proponer una solución.

La pieza que se obtiene de la operación “ensamble de tubing” es surtida a tres líneas de producción, para lo cual se trabajan tres turnos, cinco días a la semana. Se ensamblan 3,105 tubbings. Esto significa que en un turno de trabajo de siete horas y media se ensamblan 6,210 orings. El operador hace esta actividad 13.8 veces por minuto. Este tiempo de exposición al riesgo trae como consecuencia dolor en el cuello debido a la constante flexión que realiza para ver el ensamble, así como el mal diseño de la estación ya que no se encuentra a la altura adecuada al operario, también tiene un efecto negativo al estar tanto tiempo de pie

en una postura estática, lo que ocasiona malestar en las plantas de los pies. A su vez, el constante pinzamiento lateral realizado con los dedos causa lesiones en dedos y muñeca.

Como una medida de contención para este problema y debido a la demanda del componente, se tomó la decisión de rotar al personal cierto periodo de tiempo, y así evitar que una sola persona sea la que lleve a cabo el proceso y no sea expuesta por mayor tiempo al riesgo, sin embargo, del 100% de operarios que realizan este trabajo, un 60% presentó molestias, e incluso se documentó un caso de tendinitis en las extremidades implicadas.

El objetivo general de este proyecto es el identificar el nivel de riesgo ergonómico en la estación ensamble de tubing de una empresa de la industria automotriz, utilizando el método RULA, así como la propuesta de soluciones, mientras que, los objetivos específicos son:

- Aplicar una encuesta para obtener el porcentaje de operadores que presentan malestar.
- Desarrollar el diagrama de flujo para analizar el proceso de la estación ensamble de tubing.
- Desarrollar el análisis ergonómico de la tarea.
- Aplicar el método RULA en la estación de ensamble de tubing.
- Identificar el nivel de riesgo de la estación.
- Sugerir mejoras al departamento de seguridad.

Existen procesos dentro de las líneas de producción que presentan un riesgo para el operador debido a su propia naturaleza. Realizar una correcta evaluación ergonómica permitirá ofrecer soluciones óptimas en temas de salud y seguridad del operario, creando así un ambiente laboral adecuado para el trabajador, con el mínimo de esfuerzo físico posible, evitando lesiones.

El método RULA es una metodología que proporciona fiabilidad en aquellas actividades laborales que involucran a los miembros superiores y son de tipo reiteradas (Pilco, 2021), de esta manera, el hacer una adecuada identificación de riesgos ayudará a disminuirlos e incluso anularlos, y así establecer un camino hacia una solución ideal tanto para la empresa como para las personas involucradas.

DESARROLLO

Para el desarrollo de proyectos existen distintos tipos de investigación los cuales se seleccionan con base en diversos criterios como el propósito del proyecto, la obtención de datos, el nivel de conocimiento adquirido, el tipo de razonamiento, etc. Para el caso del presente proyecto y considerando sus características y parámetros, se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

- Investigación aplicada
- Investigación de campo
- Investigación cuantitativa
- Investigación no experimental
- Investigación explicativa

En el caso de la obtención de la información, se utilizaron distintas técnicas. Para aplicar la encuesta se estableció un solo turno de trabajo y se utilizó un formulario obtenido del software Humantech®, con la cual se recolectaron los datos relevantes sobre los operadores que se encuentran en la estación “ensamble de tubing”. Se creó el diagrama de flujo de la estación para así conocer paso a paso el proceso que se realiza en el área de trabajo, seguido de un análisis visual en la estación y así lograr hacer un análisis ergonómico de la tarea, el cual consistió con la toma videográfica del operador realizando su labor, para posteriormente obtener cierta cantidad de fotogramas utilizando el software Gom Player®, y de esta manera identificar las posturas principales. Una vez recolectados todos los datos obtenidos de las técnicas anteriores, y con la aplicación del método RULA, se procedió a la codificación de la información y de esta manera poder tabular los resultados, así como la obtención del nivel de riesgo y nivel de actuación. Finalmente, en base a los resultados obtenidos se sugirió una propuesta de mejora al departamento de seguridad de la empresa.

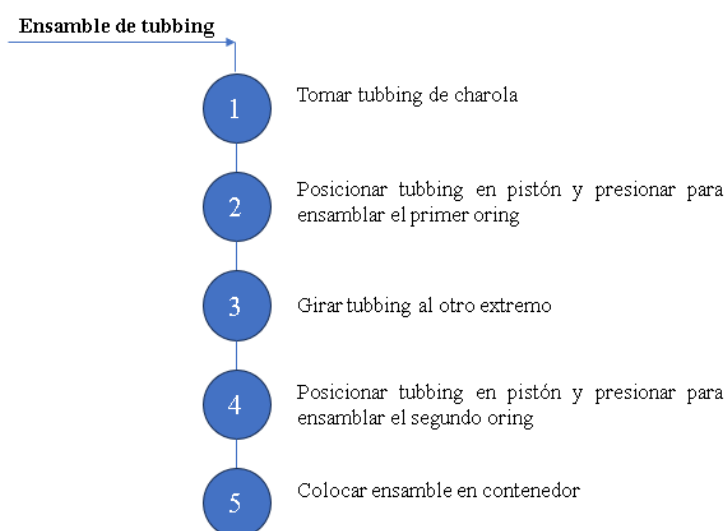


Figura 1. Diagrama de flujo de operación.

Fuente. elaboración propia (2023).

Los pasos utilizados para el desarrollo de la metodología se muestran en la figura 2:



Figura 2. Diagrama de flujo metodológica.

Fuente. Elaboración propia (2023).

El método principal utilizado para este proyecto es el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Este fue creado en 1993 por McAtamney y Corlett, académicos de la Universidad de Nottingham en el Instituto de Ergonomía Ocupacional. Su propósito principal es analizar la exposición de los empleados a factores de riesgo que pueden causar una carga postural elevada, resultando en trastornos en las

extremidades superiores del cuerpo, para esto, se tienen en cuenta la posición corporal adoptada, la duración y frecuencia de esta, así como las fuerzas aplicadas. Este método divide el cuerpo en dos grupos: el Grupo A, que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas), y el Grupo B, que abarca las piernas, el tronco y el cuello. Para llevar a cabo esta evaluación, se utilizan tablas específicas que asignan puntuaciones a cada área corporal implicada. Posteriormente, estas puntuaciones son utilizadas para calcular valores globales tanto para el Grupo A como para el Grupo B, lo que permite evaluar la ergonomía de la tarea, esto da como resultado un factor de riesgo entre 1 y 7, donde la puntuación o factor más alto significa un gran riesgo. (Mas & Antonio, 2023).

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aplicación de encuesta

Se tomó en cuenta un turno de trabajo de siete horas y media, los resultados obtenidos de la encuesta “Evaluación de todo el cuerpo-recopilación de dato” obtenida del software Humantech®, muestran que un 66% de operadores entrevistados presentan malestar en alguna de las extremidades implicadas, debido a la repetitividad de movimientos y posturas. El cuello se identificó como el principal afectado en esta operación debido a la posición estática y el grado de flexión, así como la mano/ muñeca por el movimiento que se realiza.

Porcentaje de empleados con malestar

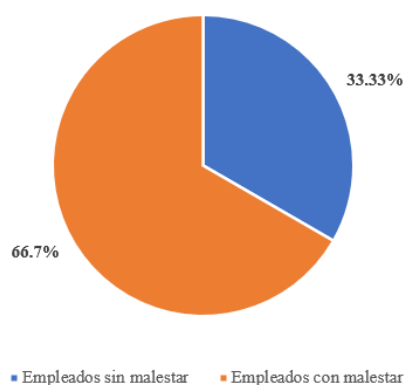


Figura 3. Resultados encuesta de empleados con malestar.

Fuente. elaboración propia.

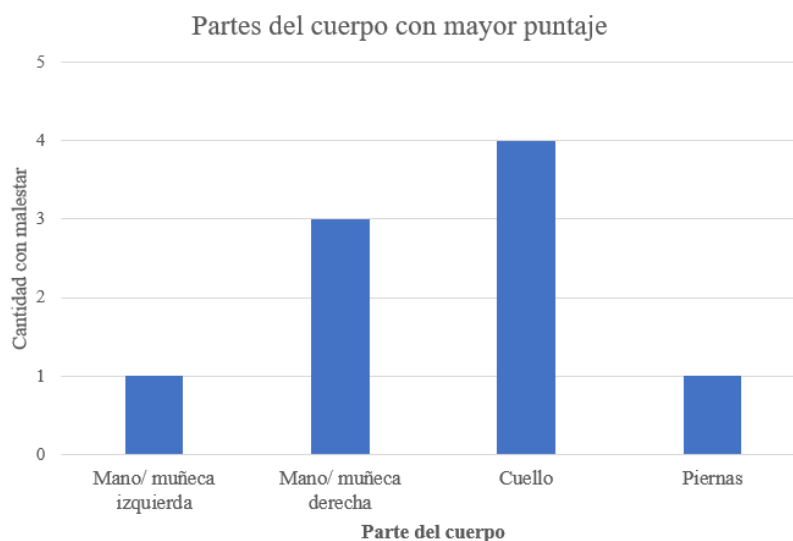





Figura 4. Partes del cuerpo con mayor puntaje.

Fuente. elaboración propia.

Análisis ergonómico

Para el análisis ergonómico se realizó una grabación al operador ejecutando el ensamble de tubing, después de dicho video se obtuvieron 60 fotogramas de los cuales se analizaron foto por foto y se relacionaron las posturas similares, para así obtener las presentadas con mayor frecuencia. En total se obtuvieron tres posturas críticas, que se muestran en la tabla 13, donde se incluye la descripción de cada postura.

Tabla 1. Posturas principales.

Imagen	Porcentaje	Descripción
	26%	Extensión del brazo de $\geq 45^\circ$ y 90° , brazos abducidos. Antebrazo flexionado $\geq 90^\circ$. Muñecas en posición neutra. Flexión del cuello $> 20^\circ$. Flexión del tronco entre $> 0^\circ$ y 20° . De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición. Fuerza de pinzamiento dedos índice y pulgar.
	26%	Extensión del brazo de $> 45^\circ$ y 90° , brazos abducidos. Antebrazo flexionado $> 90^\circ$. Muñecas en posición neutra. Flexión del cuello $> 20^\circ$. Flexión del tronco entre $> 0^\circ$ y 20° . De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición. Fuerza por pinzamiento y presión digital en pulgar.
	26%	Extensión del brazo de $\geq 45^\circ$ y 90° , brazos abducidos. Antebrazo flexionado $\geq 90^\circ$. Muñeca izquierda con flexión $< 15^\circ$ y desviación radial. Flexión del cuello $\geq 20^\circ$. Flexión del tronco entre $> 0^\circ$ y 20° . De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición.
	78%	

Fuente: elaboración propia.

Aplicación método RULA

Una vez identificadas las posturas principales, se realizó el análisis ergonómico mediante el método RULA, esta evaluación fue realizada en un formato Excel con apoyo del departamento de seguridad. Se obtuvieron tres análisis (uno por postura), los resultados se muestran y describen en la siguiente subsección.

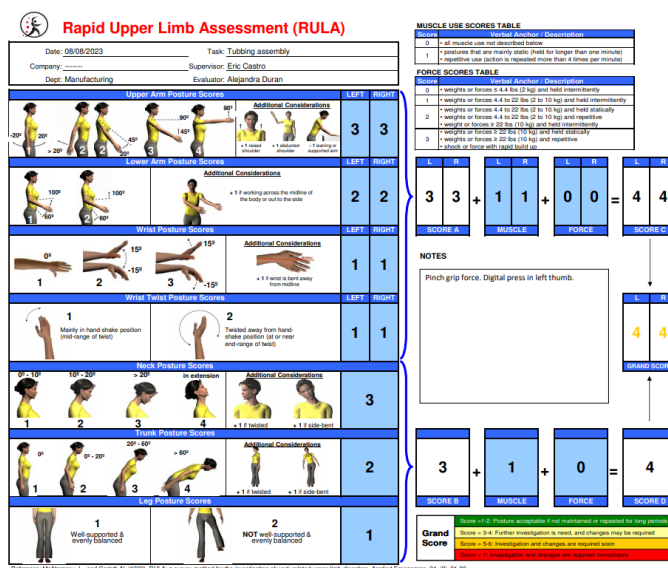


Figura 5. Resultado método RULA postura 1.

Fuente. Formato Excel (2023).

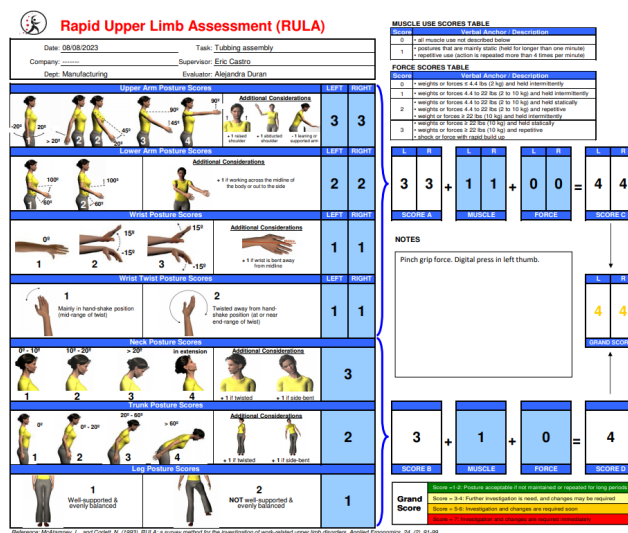


Figura 6. Resultado método RULA postura 2.

Fuente. Formato Excel (2023).

En las figuras 5 y 6 se observa que el cuello y el brazo son las extremidades con mayor puntuación, esto por los ángulos y la flexión que se realizan con una puntuación de 3. La posición 1 y 2 arrojan un nivel de riesgo de 4. Para este nivel con base en la ponderación del método, se considera que se requiere una investigación y la realización de cambios, estos con base en dicha investigación. Es importante considerar que estas posturas son ejecutadas aproximadamente 14 veces por minuto, esto implica una repetitividad alta de movimientos, lo que a largo plazo repercute de manera negativa en la salud de los operadores expuestos. Además, se presenta una fuerza de pinzamiento en la mano izquierda entre el dedo índice y pulgar, así como presión digital en el pulgar izquierdo al momento de ejecutar el ensamble del tubing en el pistón.

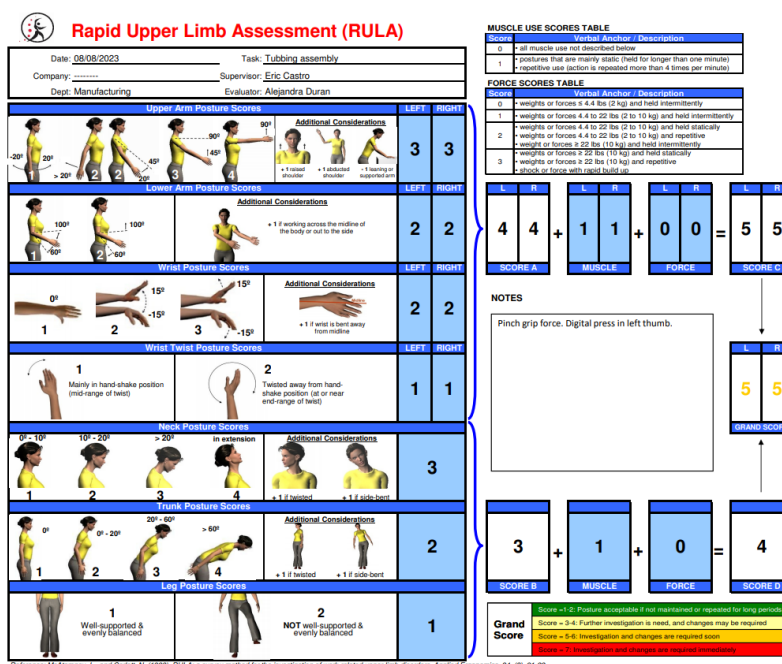


Figura 7. Resultado método RULA postura 3.

Fuente. Formato Excel (2023).

En la figura 7 se muestra la posición número 3, en la cual las posturas que muestran mayor puntuación son el cuello y brazo. Se puede observar que, a comparación de las dos posturas evaluadas anteriormente, la posición de la muñeca aumentó a una puntuación de 2, esto debido a que las muñecas no se encuentran en posición neutral, sino que la muñeca izquierda presenta una flexión menor a 15° y desviación radial. En general, se obtuvo un nivel de riesgo 5; el modo de actuación de este caso hace necesario realizar una

investigación y plantear cambios en la tarea o estación, si bien estas modificaciones no son de carácter urgente, sin embargo, deberán realizarse en algún momento cercano.

Propuesta de mejora

Analizando los resultados obtenidos en la aplicación del método RULA, y como parte de la introducción a la industria 4.0, una opción que no solo elimina el riesgo, sino, que, además, proporciona un ahorro a la empresa es la implementación de un robot colaborativo, mejor conocidos como cobots.

Existen diferentes tipos de cobots los cuales varían dependiendo de la tarea y la carga. La función primordial de los robots industriales es colaborar con la producción restando esfuerzos físicos y pagos innecesarios, aumentando la productividad (Sampedro y otros, 2022).

Por temas de proveedores en la empresa, se tendría en cuenta un robot colaborativo UR3, el cual, cumple con tareas colaborativas en las líneas de producción en espacios pequeños o reducidos, tiene una carga útil de 3 kg y un radio de acción de 500 mm.



Figura 8. Robot colaborativo UR3.

Fuente: Universal Robots.

El costo de un robot colaborativo UR3 junto con su integración es de \$80,000 dls, el costo de un operador al año es de \$14,000 dls, en la estación ensamble de tubing se tiene un headcount de 6 operadores, lo que en total sería una reducción de \$84,000 dls de mano obra, en la tabla 14 se muestran los demás ahorros que se tendrían con la implementación del cobot.

Tabla 14. Ahorros.

Reducción headcount	Ahorro costo ergonómico	Ahorro costo de calidad	Ahorro costo de eficiencia	Ahorro estimado total
\$84,000	\$8,000	\$5,000	\$5,000	\$102,000

Fuente: elaboración propia.

En total, se tendría un ahorro anual de \$102,000 dls. Cabe señalar que este ahorro se divide en distintos factores entre los que destacan \$84,000 dls por reducción de personal, \$8,000 dls de ahorro en costos ergonómicos, es decir, se reduce el riesgo ergonómico para los trabajadores, teniendo con esto un impacto positivo. Así mismo, se tiene un ahorro en costo por calidad de \$5,000 dls, esto es el aumento de la calidad de los productos al disminuir la posible presencia de defectos, lo que tiene una relación con el costo de la eficiencia. Los costos mencionados anteriormente, fueron proporcionados por el departamento de finanzas, el cual, cuenta con una tabla de ponderación que dependiendo del puntaje obtenido reporta la cantidad de ahorro de cada aspecto.

Haciendo una comparación con el estudio de ergonomía en la industria automotriz:

En un estudio similar realizado por Smith et al. (2020) en una fábrica de automóviles, se encontraron problemas ergonómicos significativos en las estaciones de ensamblaje manual. Los operadores experimentaron fatiga muscular y molestias debido a la repetitividad de movimientos y posturas forzadas. La aplicación del método RULA reveló un alto nivel de riesgo en ciertas posturas, especialmente en las extremidades superiores como brazos, muñecas y hombros. Estos resultados concuerdan con los hallazgos del presente estudio, donde se identificó un nivel de riesgo considerable en las posturas evaluadas, lo que indica una preocupación común en la industria automotriz respecto a los riesgos ergonómicos en las estaciones de ensamblaje manual.

Y en contraste con estudio sobre implementación de mejoras ergonómicas: En un estudio realizado por García et al. (2019), se examinó el impacto de la implementación de mejoras ergonómicas en una línea de ensamblaje de una fábrica de muebles. Tras la aplicación del método RULA, se identificaron posturas de alto riesgo que estaban contribuyendo a lesiones musculoesqueléticas entre los trabajadores. Sin embargo, a diferencia del estudio actual, donde se propone la implementación de un robot colaborativo como solución, en el estudio de García et al., se implementaron cambios en el diseño de la estación de trabajo, la introducción de herramientas ergonómicas y la capacitación del personal en prácticas seguras. Estas mejoras resultaron en una disminución significativa del riesgo ergonómico y una mejora en la salud y bienestar de los trabajadores. Este contraste resalta la diversidad de enfoques para abordar los problemas ergonómicos en diferentes entornos laborales.

Al comparar y contrastar los resultados del estudio actual con investigaciones previas, se evidencia la importancia de abordar los riesgos ergonómicos en entornos industriales y la necesidad de implementar medidas adecuadas para mejorar la salud y seguridad de los trabajadores. La aplicación del método RULA

proporciona una herramienta efectiva para identificar áreas de riesgo y orientar las acciones de mejora en las estaciones de trabajo. Sin embargo, la elección de las soluciones específicas puede variar según las características y necesidades particulares de cada contexto laboral.

CONCLUSIÓN

Se logró la aplicación de la encuesta para determinar la cantidad de operadores con malestar obteniendo 66% de personas que presentan malestar principalmente en cuello y mano/muñeca.

Se desarrolló el diagrama de flujo de la estación “Ensamble de tubing” el cual permitió la descripción del proceso para conocer la tarea que se realiza en el área de trabajo.

Se cumplió con el desarrollo del análisis ergonómico, del cual se obtuvieron 60 fotogramas y se identificaron las tres posturas que se realizan con más frecuencia, las cuales son hechas aproximadamente 14 veces por minuto.

La aplicación del método RULA a cada postura identificada se cumplió y proporcionó la información para identificar el nivel de riesgo que se presenta en la estación, el cual para la postura 1 y 2 arroja un nivel 4, mientras que la postura 3 obtuvo un nivel 5.

Finalmente, se logró sugerir una mejora al departamento de seguridad, la cual consiste en la implementación de un robot colaborativo, el cual no solo mitiga el riesgo, sino que, además, proporciona un ahorro anual de \$102,000 dls al año para la empresa,

Se concluye que la operación que se realiza en dicha estación presenta un riesgo para el operador, por lo que se requiere una modificación en la tarea y en la estación, ya que, si estas no son realizadas, comprometerían severamente a la salud del operador en las extremidades implicadas.

Los resultados muestran la importancia de realizar análisis ergonómicos encaminados a asegurar el bienestar de los trabajadores, limitando el riesgo de lesión y el efecto negativo para su salud y ofreciendo un beneficio económico para la empresa, mientras transita a la responsabilidad social.

Cabe mencionar que la implementación del robot colaborativo en la estación “Ensamble de tubing” está en proceso, actualmente se encuentra en etapa de desarrollo y validación.

Para posibles investigaciones futuras, se sugieren las siguientes áreas de estudio: Estudio longitudinal sobre la salud y bienestar de los operadores: Se podría llevar a cabo un seguimiento a largo plazo de los operadores para evaluar el impacto de las medidas de mejora implementadas, como el uso de robots colaborativos, en su salud y bienestar físico. Esto podría incluir mediciones de incidencia de lesiones musculoesqueléticas, nivel de malestar y calidad de vida relacionada con el trabajo.

Evaluación de la eficacia de diferentes estrategias de intervención ergonómica: Sería útil comparar la efectividad de diversas estrategias de mejora ergonómica, como cambios en el diseño de la estación de trabajo, introducción de herramientas ergonómicas y capacitación del personal, en la reducción del riesgo ergonómico y la mejora de la salud de los trabajadores. Esto podría realizarse mediante estudios comparativos en entornos industriales similares.

Estas posibles investigaciones futuras podrían proporcionar una mayor comprensión de los riesgos ergonómicos en entornos industriales y contribuir a la identificación de estrategias efectivas para mejorar la salud y seguridad de los trabajadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. (2021). *Identificación de riesgos ergonómicos por posturas forzadas en paramédicos del IESS, Zona 3. Ambato*. Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- Arenas-Ortiz, L., y Cantú-Gómez, Ó. (2013). Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales. *Medicina Interna de México*, 29(4), 370-379.
- Benavides, D., y Malqui, T. (2021). *Evaluación ergonómica y propuestas de control mediante el método RULA OFFICE en el área administrativa del GAD Municipal del Cantón Tisaleo*. Riobamba, Ecuador.
- Clavijo, A., Cabarcas, D., y Caro, Z. (2019). *Factores relacionados con el riesgo por movimiento repetitivos en los miembros superiores en trabajadores*. Universidad Simón Bolívar.
- García, M. (2017). *Evaluación de riesgo ergonómicos, en el área de estibación, monitoreo del panel central, enfermera, laboratorista y soldador, mediante los métodos RULA y OCRA, en industrias Guapán*. Cuenca, Ecuador. Universidad del Azuay.
- Real Academia Española. (2022). *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/riesgo>
- Malca, Ñ., y Nieves, J. (2018). *Caracterización de los factores de riesgo disergonómicos que puedan originar enfermedades musculoesqueléticas en los trabajadores de la empresa de calzado amiguitos Trujillo – Perú - 2017*. Trujillo, Perú.
- Mas, D., y Antonio, J. (24 de abril de 2023). *Ergonautas*. <https://www.ergonautas.upv.es/>
- OIT. (Abril de 2023). *Organización Internacional del Trabajo*. Organización Internacional del Trabajo. <https://www.cinterfor.org/taxonomy/term/3475?page=1>

- Olvera, B., y Samaniego, M. (2020). El desarrollo ergonómico a través de posturas forzadas en trabajo rutinario. *Polo del conocimiento*, 5(9), 84-102.
- Pico, H., y Vera, J. (3 de octubre de 2021). *Análisis y Solución de los Riesgos Ergonómicos y Protección de Extremidades en la Industria Metalmeccánica Hinojoza S.A. en el Área de Producción Aplicando el Método Rula*. Repositorio UNEMI. <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/5968/1/PICO%20RIOS%20H%c3%89CTOR%20ENRIQUE.pdf>
- Pilco, R. (25 de Junio de 2021). *Gestión preventiva de riesgos ergonómicos aplicando la metodología RULA en los trabajadores del Registro de la Propiedad del GAD Municipal del cantón Guano*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Ramón, E. (2018). *Riesgos ergnómicos en profesionales de enfermería del centro materno infantil RIMAC septiembre 2018*. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Rodríguez Sáez, S. (2013). *Evaluación de riesgos ergonómicos mediante el Método RULA*.
- Sampedro, C., Machuca, S., Palma, D., y Villalta, B. (2022). Automatizar procesos de producción repetitivos en las PYMES con robots colaborativos. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2).
- SIEM. (24 de febrero de 2023). *Importancia de la ergonomía en el trabajo*. LinkedIn.
- Widiyawati, S., Lukodono, R., Astuteryanti, L., y Izzaudin, P. (2020). Investigation of the Risk of Daily Officer Work Posture Based on Rapid Upper Limb Assessment (Rula) Method. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences* 8(1), 24-31.

TABLA DE TRABAJO COLABORATIVO

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Alejandra Guadalupe Duran Martínez, Deysi Guadalupe Marquez Gayosso (Igual)
Metodología	Alejandra Guadalupe Duran Martínez, Deysi Guadalupe Marquez Gayosso, Margarita Portillo Reyes. (Igual)
Software	David Atayde Campos, Alejandra Guadalupe Duran Martínez (Igual)
Validación	Alejandra Flores Sanchez, Deysi Guadalupe Marquez Gayosso (Igual)

Análisis Formal	Alejandra Guadalupe Duran Martínez, Deysi Guadalupe Marquez Gayosso (Igual)
Investigación	Alejandra Guadalupe Duran Martínez, Deysi Guadalupe Marquez Gayosso, David Atayde Campos (Igual)
Recursos	Margarita Portillo Reyes, Alejandra Guadalupe Duran Martínez (Igual)
Curación de datos	Margarita Portillo Reyes, David Atayde Campos (Igual)
Escritura – Preparación del borrador original	Alejandra Guadalupe Duran Martínez, Deysi Guadalupe Marquez Gayosso, Margarita Portillo Reyes (Igual)
Escritura – Revisión y edición	Deysi Guadalupe Marquez Gayosso, Alejandra Flores Sánchez (Igual)