

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



MEJORA DE DISEÑO ERGONÓMICO EN EL ÁREA DE COSTURA Y DE LIJADO DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE ATAÚDES

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Miguel Angel Gil Lozano

Código 20173412

Luis Fernando Yaranga Yaranga

Código 20172816

Docente de proyecto de investigación

María Teresa Málaga Ortiz

Lima – Perú

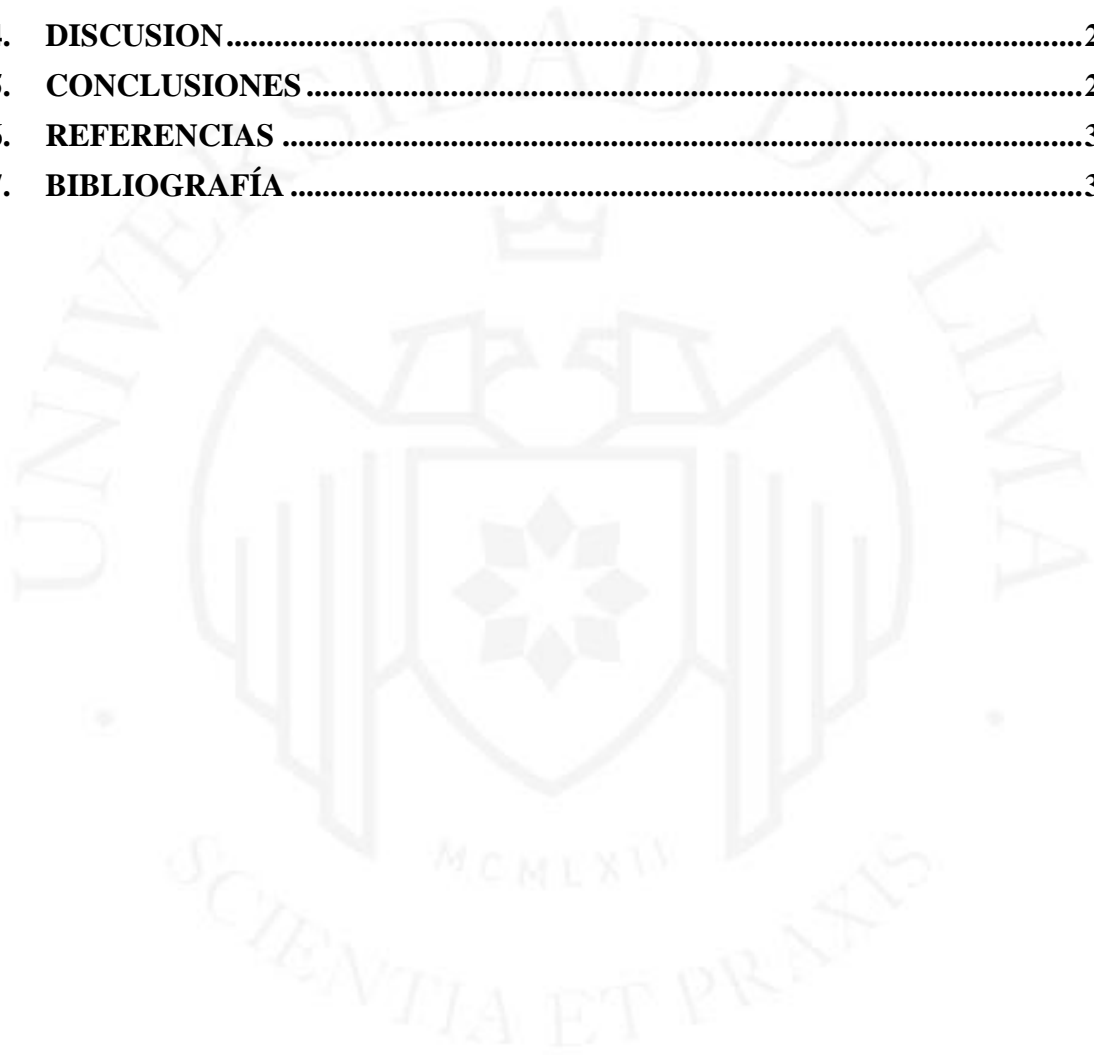
Junio de 2025



**IMPROVED ERGONOMIC DESIGN IN THE
SEWING AND SANDING AREA OF A
COFFINETTE MANUFACTURING
COMPANY**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Problema a la Investigación.....	9
1.2 Revisión de literatura.....	12
2. METODOLOGÍA	14
3. RESULTADOS	18
4. DISCUSION	27
5. CONCLUSIONES	29
6. REFERENCIAS	30
7. BIBLIOGRAFÍA	32

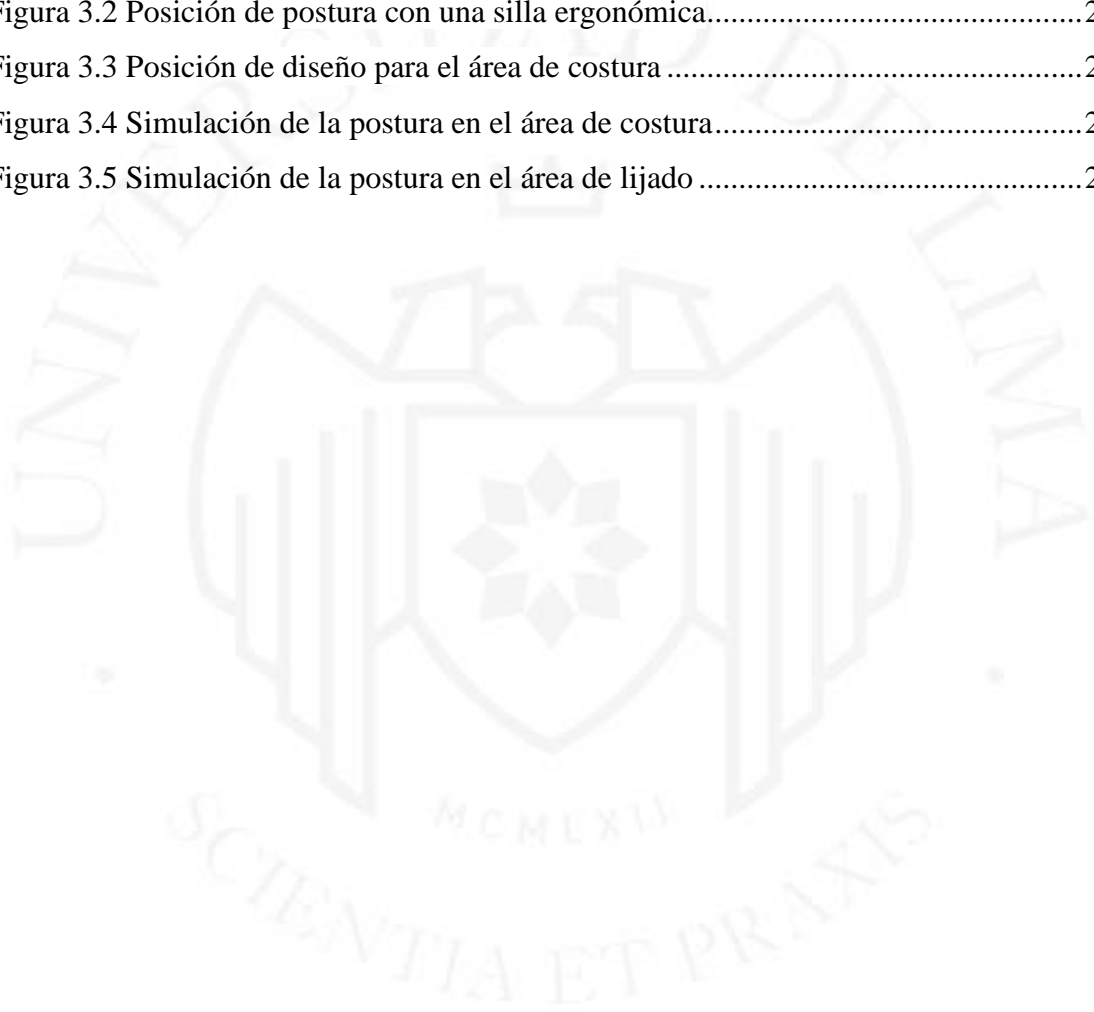


ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Puntuación RULA	17
Tabla 3.1 Presencia de molestias en zonas del cuerpo	18
Tabla 3.2 Puntuación A para el área de costura.....	18
Tabla 3.3 Puntuación B para el área de costura.....	19
Tabla 3.4 Puntuación A para el área de lijado	19
Tabla 3.5 Puntuación B para el área de lijado	20
Tabla 3.6 Mediciones antropométricas (en cm) de los operarios en el área de costura y lijado	20
Tabla 3.7 Mediciones antropométricas (en cm) de una población industrial hispana....	21
Tabla 3.8 Puntuación A para el área de costura luego del diseño	25
Tabla 3.9 Puntuación B para el área de costura luego del diseño.....	25
Tabla 3.10 Puntuación A para el área de lijado luego del diseño.....	26
Tabla 3.11 Puntuación B para el área de lijado luego del diseño	26
Tabla 4.1 Comparación situación actual y simulada – área de costura	27
Tabla 4.2 Comparación situación actual y simulada – área de lijado.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Pasos de la metodología	14
Figura 2.2 Actividad de lijado de material	15
Figura 2.3 Actividad de costura	15
Figura 2.4 Pasos de la metodología RULA	16
Figura 3.1 Propuesta de diseño para el área de lijado.....	22
Figura 3.2 Posición de postura con una silla ergonómica.....	23
Figura 3.3 Posición de diseño para el área de costura	24
Figura 3.4 Simulación de la postura en el área de costura.....	24
Figura 3.5 Simulación de la postura en el área de lijado	25



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Medición antropométrica.....	34
ANEXO 2: Posturas de operarios	35



MEJORA DE DISEÑO ERGONÓMICO EN EL ÁREA DE COSTURA Y DE LIJADO DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE ATAÚDES.

Autor(es)

20173412@aloe.ulima.edu.pe

20172816@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen: El propósito de esta investigación es identificar los niveles de riesgos laborales que existen dentro del área de producción en una empresa que fabrica ataúdes y proponer un diseño ergonómico con el fin de reducir dichos niveles de riesgo a través de la herramienta RULA. Los participantes de la investigación fueron los operarios que laboran en las estaciones de trabajo del área de producción, a los cuales se evaluó las posturas que tienen al realizar sus funciones en sus estaciones de trabajo. Las estaciones de trabajo identificadas de mayor riesgo fueron el área de costura y el área de lijado. Se usó la herramienta RULA para evaluar las posturas de trabajo de los operarios y determinar el nivel de riesgo ergonómico. Además, se determinaron las medidas de los operarios para la recopilación de datos antropométricos. En adición, a ello se realizó a medida de propuesta un diseño para las 2 estaciones de trabajo seleccionadas empleando el simulador 3DSSPP para tener la posición de postura simulada del área de costura y lijado para así luego aplicar la metodología RULA a las posturas simuladas en donde el nivel de riesgo se redujo de 7 a 4 y 3 respectivamente.

Palabras Clave: Evaluación de riesgos ergonómicos, RULA, área de producción, postura, nivel de riesgo

Abstract: The purpose of this research is to identify the levels of occupational risks that exist in the production area of a company that manufactures coffins and to propose an ergonomic design in order to reduce these risk levels through the RULA tool. The participants in the research were the operators who work at the workstations in the production area, who were evaluated on the postures they have when performing their functions at their workstations. The workstations identified as being at greatest risk were the sewing area and the sanding area. The RULA tool was used to evaluate the operators' working postures and determine the level of ergonomic risk. In addition, the measurements of the operators were determined for the collection of anthropometric data. Additionally, a design for the 2 selected workstations was made using the 3DSSPP simulator to have the simulated posture position of the sewing and sanding area and then apply the RULA methodology to the simulated postures where the risk level was reduced from 7 to 4 and 3 respectively.

Keywords: Ergonomic risk assessment, RULA, production area, posture, risk level

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema a la Investigación

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son considerados un problema altamente grave; ya que se observan tareas con movimientos repetitivos, actividad por encima de cabeza y hombro, manejo de cargas pesadas, entre otros: lo que ocasiona en los operarios dolor en zonas como hombros, manos, cuello, así como también la zona lumbar y torácica (Shahbazi et al., 2020).

En un estudio realizado se pudo evaluar que los operarios de la fábrica XYZ, trasladaban placas de acero y madera con ambas manos desde el almacén hasta la estación de trabajo; las placas pesaban entre los 16 kg y 42 kg mientras que la manera tenía un peso de 25 kg y cómo estas placas al tener un peso considerable los operarios presentaban quejas de dolor en la cintura, hombros, el cuello y en las manos. (Widodo et al., 2019)

Los autores Masahuling y Saman. (2020) informan que, “en los últimos años los problemas de trastornos musculoesqueléticos se han incrementado considerablemente ya que en el periodo de 2006 - 2016 el número de casos se ha visto incrementada en 107 veces”.

Sharotry et al. (2022). Menciona que “la espalda incluida la columna vertebral, médula espinal fue la parte del cuerpo lesionada con mayor frecuencia, con un 17% y los problemas de esguinces y distensiones un 36%.”. En la industria manufacturera de pequeña escala los métodos RULA y REBA dieron como resultado que el 40% y el 53% de los operarios se encuentran en un riesgo alto respectivamente y esto porque se evidenció que los operarios doblaban el tronco en un grado mayor a lo recomendado. (Nallusamy, S., et al 2020).

En las tareas básicas de manejo de materiales, los operarios experimentan fatiga física debido a las actividades repetitivas como levantar y cargar los materiales. Es así que el trabajador necesita un entorno de trabajo más seguro para evitar los problemas musculoesqueléticos a mediano y largo plazo (Sharotry et al., 2022).

“Un diseño deficiente de la estación de trabajo puede ser una fuente de estrés, lo cual no garantiza un buen flujo de trabajo; además, de que disminuye la productividad de los operarios. (Makhbul et al., 2022)

Según Wibneh et al. (2021), “las características ergonómicas de las estaciones de trabajo están determinadas por las cargas posturales y necesidades de manipulación de materiales”. Los autores Drašković et al. (2020) nos comenta que “en la mayoría de los trabajos en las diferentes industrias a menudo implican movimientos repetitivos por parte del operario y causan molestias musculoesqueléticas”. Es así que las empresas industriales deben de tener en cuenta el espacio donde el operario realizará su labor, por esta razón, el área de trabajo debe de estar correctamente diseñado. (Masahuling & Saman., 2020)

Ante esto, realizar el adecuado diseño del área de trabajo toma una gran relevancia al momento de establecer medidas que garanticen la seguridad y salud, disminuyendo o eliminando los riesgos generados en el operario.

Además, Panariello et al., (2020), “la mejora de la ergonomía de los operarios se ha convertido en un factor relevante en la industria, ya que se da una disminución de ausentismo”.

Es así como el presente estudio tiene como objetivo proponer un diseño ergonómico para las estaciones de costura y de lijado dentro del área de producción de una empresa que fabrica ataúdes. En función a lo descrito anteriormente con relación a los problemas que presentan los operarios al no contar con un área de trabajo adecuado, nos lleva a plantear la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo podría influir la implementación de una propuesta de mejora ergonómica en el área de producción de una empresa que fabrica ataúdes?

La presente investigación tiene como objetivo general:

Elaborar una propuesta de mejora ergonómica para las áreas de lijado y de costura dentro del área de producción de la empresa que fabrica ataúdes para reducir los niveles de riesgos ergonómicos.

Objetivos específicos:

- Identificar las posturas principales que provocan que los operarios desarrollen riesgos ergonómicos en las áreas de costura y de lijado.
- Identificar las principales zonas de dolencias en los operarios de las áreas de costura y de lijado.

- Identificar los niveles de riesgos ergonómicos en los operarios en las áreas de costura y de lijado
- Realizar la propuesta de rediseño basado en la antropometría de los operarios en las áreas de costura y de lijado.

En esta investigación se realizó un estudio de ergonomía en una empresa donde se fabrican ataúdes; en las estaciones de trabajo del área de producción, se realizan principalmente actividades que son de tipo manual, en las que se pudo evidenciar que los operarios realizan movimientos repetitivos, presentan inclinaciones del cuello y del tronco por un tiempo prolongado.

Como indicadores para la ergonomía se tuvo que clasificar los niveles de riesgo en cada estación de trabajo dentro del área de producción que involucre a los operarios con la finalidad de evaluar las áreas de trabajos que requieran una mayor intervención ergonómica. Luego de realizarse un diagnóstico en el área de producción se pudo observar que sus operarios realizan movimientos repetitivos, mantienen una postura inadecuada.

Los autores Nación y Tanguangco (2019) mencionan que existen cinco beneficios comprobados de un sólido proceso de ergonomía en el lugar de trabajo, estos son: la ergonomía reduce los costos; mejora la productividad; mejora la calidad; mejora el compromiso de los empleados; y crea una mejor cultura de seguridad. Según Nación y Tanguangco (2019), “Los operarios profundamente expuestos a factores de peligro físico en el entorno de trabajo están obligados a informar manifestaciones de trastornos musculoesqueléticos”. El diseño actual del área de trabajo era inadecuado debido a que los espacios de trabajo eran estrechos lo cual es difícil trasladar los materiales, además de poder afectar su salud ya que se manejan líquidos calientes al ser una empresa de fundición. Se puede encontrar también que el taller no está ventilado adecuadamente; además, dentro del área de producción existen altos niveles de ruido.

Los autores Masahuling y Saman (2020) señalan que las intervenciones ergonómicas son esfuerzos que se toman para reducir el riesgo ergonómico como los trastornos musculoesqueléticos en las industrias a nivel general; mediante un ajuste del ambiente de trabajo que sirve para la comodidad del trabajador lo cual sirva para tratar y prevenir daños graves debido a esos problemas ergonómicos relacionados al trabajo.

En este sentido la realización del diseño ergonómico del área de trabajo evitará que en un periodo tanto a corto y largo plazo puedan afectar en sus labores dentro de la empresa. Para establecer soluciones de prevención en el trabajo del empleado será de suma importancia utilizar métodos y herramientas para evaluar los riesgos.

1.2 Revisión de literatura

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son considerados como afecciones tanto inflamatorias como degenerativas, generadas por movimientos repetitivos, levantamiento de cargas, posiciones estáticas, prolongadas, posturas incómodas, etc. (Ortiz et al., 2022)

Los principales síntomas del trastorno musculoesquelético son los dolores musculares producidos por un esfuerzo forzado. (Lohasiriwat & Chaiwong, 2020).

Existen metodologías que se usan para temas ergonómicos en las estaciones de trabajo, el método REBA proporciona una evaluación rápida y sistemática del riesgo postural general para el trabajador y el factor de sujeción del cuerpo se estima para cada área y el método OWAKO es un procedimiento de observación utilizado para estimar los riesgos posturales, dichas observaciones se utilizan para el análisis y control de las malas posiciones; y con base en la posición del cuerpo, brazo, pierna y carga, se obtienen los resultados (Drašković et al., 2020).

Teja et al. (2024). Menciona que han propuesto diversas técnicas para evaluar las tareas de levantamiento manual que pueden provocar TME (Trastornos Musculoesqueléticos). Entre ellas, el programa de predicción de fuerza estática tridimensional (3DSSPP) de la Universidad de Michigan que ha obtenido una amplia aceptación gracias a su simplicidad y naturaleza cuantitativa.

Con relación a los resultados encontrados en los artículos científicos, el análisis de molestias físicas que sienten los operarios se determina a través del cuestionario Nórdico, que se identificó rangos de dolor en tales zonas como la espalda debido a movimientos repetitivos, al agacharse cuando se recogían placas de madera o dolor en las zonas tales como el cuello cuando el operario inclinaba la cabeza repetidamente al tomar una placa de acero y levantarla entre otras zonas de dolencias encontradas. (Widodo et al., 2019).

Cuando se encuentra un riesgo aparente para la salud, se pueden aplicar principios ergonómicos. Las intervenciones suelen variar desde el diseño de los atributos de la herramienta manual, su forma, el afilado de la herramienta, etc. (Lohasiriwat & Chaiwong, 2020)

La ergonomía aborda principalmente los factores del entorno de trabajo que son acumulativamente patógenos, por lo que su impacto en los operarios sólo se hará evidente después de un tiempo de exposición específico. En adición a eso, la observación de los principios ergonómicos en las estaciones de trabajo permite la prevención de distintos costos relacionados con la ocurrencia de enfermedades profesionales y de accidentes de trabajo.

La presencia de problemas ergonómicos da lugar a la evaluación de riesgos laborales hacia todo tipo de industrias (Masahuling, A., & Saman, A., 2019). Otros factores que influyen en las estaciones de trabajo son los factores psicosociales, los cuales pueden causar estrés, problemas de salud tanto mental como física y factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos (Markova et al., 2022).

2. METODOLOGÍA

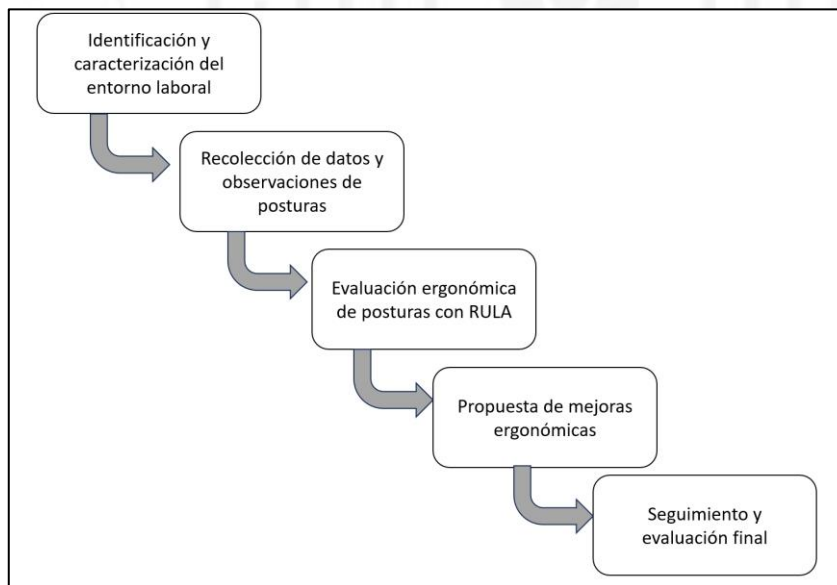
El diseño de investigación es no experimental y transversal, con alcance descriptivo ya que no habrá una manipulación en los niveles de riesgos ergonómicos como variable y el análisis de situación se dará en determinado momento.

La población consiste en 20 operarios de los cuales 18 son varones y 2 mujeres, no hubo un muestreo debido a que la población es pequeña.

Los factores que se consideran en este método son la postura de las zonas del cuerpo, la carga ejercida y las actividades musculares, así como los movimientos repetitivos y la postura estática. El RULA se centra en una región del cuerpo en específico, la cual se divide en dos grupos: Grupo A (mano, brazo, antebrazo y giro de muñeca) y Grupo B (piernas, cuello y torso). Este método tiene cuatro (4) niveles de actuación, que van desde «ninguna acción» hasta «medidas urgentes» (Gómez et al., 2020).

Figura 2.1

Pasos de la metodología



Nota. Adaptado de *Aplicación de herramientas y métodos de evaluación ergonómicas para optimizar los puestos de trabajos en una fábrica de muebles por Orozco Montañez 2023.* (<https://doi.org/10.29393/EID5-22AHIG20022>).

FASE 1

Se visita y se recorre las áreas de producción de la planta identificándose según el tipo de riesgo ergonómico encontrado. Luego se realizará una selección de 2 áreas de trabajo las cuáles son; área de lijado y área de costura, debido a que se observó que los operarios tenían una postura inadecuada.

Figura 2.2

Actividad de lijado de material



Figura 2.3

Actividad de costura



FASE 2

Se realizará la recolección de datos los cuáles, en primer lugar, se evalúa el cuestionario nórdico estandarizado utilizado por Nación y Tanguanco (2019), a los operarios de las 2 estaciones seleccionadas, esto servirá para saber sus condiciones actuales. En segundo lugar, se registran las medidas antropométricas de los operarios de las 2 estaciones seleccionadas, la cual servirá para determinar el percentil de la población que se tomará

en cuenta para el diseño. Finalmente, se seleccionan las posturas de trabajo presentes en las 2 áreas de estudio.

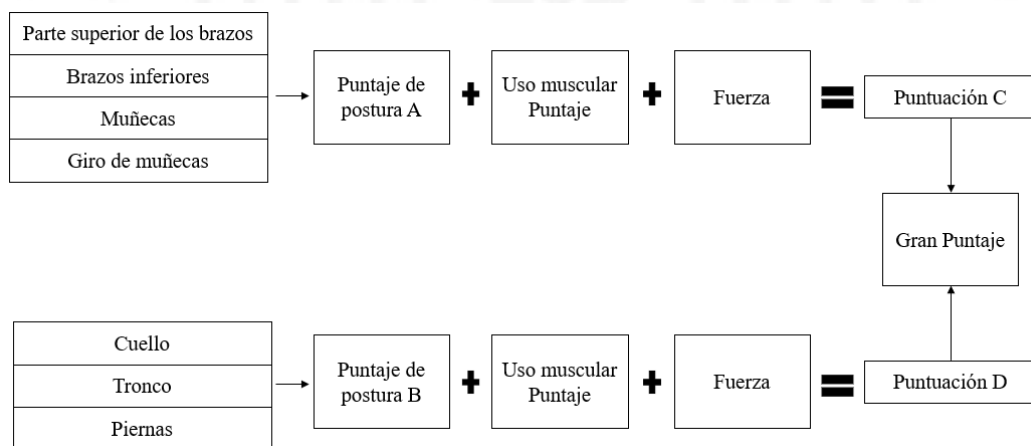
FASE 3

De las posturas seleccionadas se ingresa la información a través del Rapid Upper Limb Assessment (RULA) para determinar su puntaje. Posteriormente, se realiza un análisis de resultados.

En la Figura 2.2 se muestra el método de la evaluación RULA mientras que la Tabla 2.1 muestra el nivel de puntuación final de los riesgos de la evaluación RULA y el tipo de acción a considerar según el puntaje. Además, en dicha evaluación hay dos grupos diferentes que son A y B, donde el puntaje que corresponde a la categoría A evalúa las zonas de los brazos y muñecas, mientras que en el grupo B evalúa las zonas que son: el cuello, el tronco y la pierna. Finalmente, la puntuación final es el resultado de la suma de ambos grupos de puntuaciones con la puntuación muscular y la fuerza.

Figura 2.4

Pasos de la metodología RULA



Nota. Adaptado de *Risks assessment of automotive manufacturing company and ergonomic working condition por Hamizatun Binti Mohd Fazi et al 2019.* (<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/469/1/012106>).

Tabla 2.1*Puntuación RULA*

Puntaje	Nivel de riesgo	Acción sugerida
1-2	Riesgo insignificante	No se requiere acción
3-4	Riesgo Bajo	Puede haber un cambio necesario
5-6	Riesgo medio	Se necesita un cambio pronto.
7	Riesgo muy alto	Implementar un cambio inmediatamente

Nota. Adaptado de *Utilization of Participatory Ergonomics for Workstation Evaluation Towards Productive Manufacturing* por Nación, A. & Tanguangco, A., 2019. (<https://doi.org/10.35940/ijeat.A9702.109119>).

Como resultado final los puntajes obtenidos se colocaron en la tabla de puntuación en la cual se identificó cuál es el nivel de riesgo que presentan los operarios en el área de producción.

Respecto a la antropometría, este es un proceso de medición de las propiedades de masa del cuerpo humano y su dimensión física. (Silviana, et al 2022). La presente investigación se realizará en base a los datos antropométricos de los operarios quienes realizan las labores en las áreas de lijado y costura (Figura 1 y 2) donde se pudo evidenciar por parte de los operarios a mostrar una predisposición a problemas musculoesqueléticos. Se utilizará el software 3DSSPP para poder simular las posturas que emplea el operario luego de realizar las propuestas para ambas áreas.

En base a los movimientos realizados y mediante el cuestionario nórdico se pudo evidenciar en los resultados obtenidos a estos malestares con los que se diseñó el área de trabajo de los operarios de las áreas mencionadas anteriormente. Se tomaron en consideración 9 dimensiones para el área de costura debido a que el trabajo se realiza de manera sentada donde el trabajo es realizado por mujeres y para el área de lijado se toman en consideración 7 dimensiones corporales.

3. RESULTADOS

Se llevó a cabo una encuesta a los 7 operarios presentes en ambas áreas de trabajo basada en el cuestionario nórdico estandarizado para identificar las partes del cuerpo donde se presentan las molestias en los operarios. En la Tabla 3.1 se observa el porcentaje de operarios que tienen dolencias en zonas específicas del cuerpo.

Tabla 3.1

Presencia de molestias en zonas del cuerpo

Trabajo	Cuello	Hombro	Antebrazo	Muñeca- mano	Espalda	Torso	Rodilla
Costura	2	0	1	2	1	1	0
Lijado	4	4	2	2	4	4	1
%	85,71%	57,14%	42,86%	57,14%	71,43%	71,43%	14,29%

Los operarios tanto mujeres como varones de las áreas de costura y lijado, presentan malestares comunes tales como dolencias en el cuello, espalda y torso con un 85,71% y 71,43% respectivamente de operarios con dolencias en esa zona, luego le sigue los malestares en el hombro y muñeca con un 57,14%. Estos resultados evidencian que entonces existe la probabilidad de que los operarios presenten problemas musculoesqueléticos.

A continuación, se presentarán los niveles de riesgos ergonómicos resultantes luego de realizar la evaluación RULA a los operarios.

Tabla 3.2

Puntuación A para el área de costura

Situación inicial		
Brazo	Flexión entre 20° a 45° y brazo abducido	2 + 1 = 3
Antebrazo	Flexión < 60° y cruza la línea central	2 + 1 = 3
Mano	Flexión entre 0° a 15° y desviada radialmente	2 + 1 = 3
Giro de muñeca	Supinación en rango medio	1
Puntuación A	Intersección de (3,3,3,1) = 4	4

Puntuación A + Fuerza muscular + carga de fuerza = Puntaje C

$$4 + 1 + 0 = 5$$

Tabla 3.3*Puntuación B para el área de costura*

Situación inicial		
ronco	Flexión entre 0° a 20° y torsión del tronco	2 + 1 = 3
Cuello	Flexión mayor a 20° e inclinación lateral	3 + 1 = 4
Pierna	Sentado con las piernas bien apoyadas	1
Puntuación B	Intersección de (3,4,1) = 6	6

En el método RULA se tiene en consideración la fuerza muscular y la carga de fuerza con la que se realiza la actividad. La fuerza muscular es de 1 porque es repetitiva y la carga de fuerza 0 debido a que la carga que ejerce es menor de 2 kg. Se tiene como resultado el puntaje C que será de utilidad para hallar el puntaje final de la actividad.

Puntuación B + Fuerza muscular + carga de fuerza = Puntaje D

$$6 + 1 + 0 = 7$$

Finalmente se puede obtener que para el área de costura en función a los puntajes previos C y D se obtiene como puntaje final una puntuación valorada en 7, lo que representa un nivel de riesgo alto. Este procedimiento se realizará de la misma manera para el área de lijado.

Tabla 3.4*Puntuación A para el área de lijado*

Situación inicial		
Brazo	Flexión entre 20° a 45° y hombro elevado	2 + 1 = 3
Antebrazo	Flexión < 60° y cruza la línea central	2 + 1 = 3
Mano	Flexión entre 0° a 15° y desviada radialmente	2 + 1 = 3
Giro de muñeca	Supinación en rango medio	1
Puntuación A	Intersección de (3,3,3,1) = 4	4

Teniendo en consideración la fuerza muscular y la carga de fuerza con la que se realiza la actividad de lijado. La fuerza muscular es de 1 porque es repetitiva y la carga de fuerza 0 debido a que la carga que ejerce es menor de 2 kg. Se tiene como resultado el puntaje C que será de utilidad para hallar el puntaje final de la actividad.

Puntuación A + Fuerza muscular + carga de fuerza = Puntaje C

$$4 + 1 + 0 = 5$$

Tabla 3.5*Puntuación B para el área de lijado*

Situación inicial		
Tronco	Flexión entre 20° a 60° y torsión del tronco	3 + 1 = 4
Cuello	Flexión mayor a 20° e inclinación lateral	2 + 1 = 3
Pierna	El peso no está simétricamente distribuido	2
Puntuación B	Intersección de (4,3,2) = 7	7

Puntuación B + Fuerza muscular + carga de fuerza = Puntaje D

$$7 + 1 + 0 = 8$$

Finalmente se puede obtener que para el área de lijado en función a los puntajes previos C y D se obtiene como puntaje final una puntuación valorada en 7, lo que representa un nivel de riesgo alto.

En base a los resultados de la evaluación RULA y guiándonos de la (tabla 2.1) se determina que el riesgo en ambas áreas de trabajo es alto por lo que se requiere tomar medidas de cambios en las 2 estaciones de trabajo de forma inmediata.

Para realizar el correcto diseño del área de trabajo es necesario llevar a cabo la medición de las dimensiones antropométricas de los operarios para que así el área de trabajo se adapte a las medidas de los operarios y no presenten molestias o incomodidad al momento de realizar sus labores. A continuación, se presenta la Tabla 3.4 con las medidas de los operarios para ambas áreas de trabajo.

Tabla**3.6***Mediciones antropométricas (en cm) de los operarios en el área de costura y lijado*

Operarios	Área de costura			Área de lijado			
	1	2	3	4	5	6	7
Estatura	156	152	169.1	171.2	170.6	170.9	168.8
Altura sentada del ojo	71.6	72.9	x	x	x	x	x
Altura de pies a ojos	x	x	161	164	162	163	160
Altura sentada del codo	23.6	24.9	x	x	x	x	x
Altura de pie al codo	x	x	104.3	105.2	104.9	104.5	104.1
Ancho de hombros	40.3	43.2	44.9	46	45.5	45.8	44.6
Alcance de brazo	66.6	68.7	75.4	77	76.2	76.5	75.1
Longitud glúteo-poplíteo	36,9	38,2	x	x	x	x	x
Peso (kg)	65	55.4	71.3	73.4	72.1	72.7	69.5

Tabla 3.7*Mediciones antropométricas (en cm) de una población industrial hispana*

	PERCENTILES					
	5		50		95	
	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES	HOMBRES
ESTATURA	147.89	159.46	158.29	171.41	168.69	183.37
ALTURA DEL CODO	90.36	95.81	98.69	105.60	107.03	115.39
ALTURA SENTADO	78.01	79.54	82.75	85.88	87.50	92.22
ALTURA SENTADO DEL OJO	67.72	68.79	72.53	75.10	77.33	81.41
ALTURA SENTADO DEL CODO	20.08	17.36	24.64	22.38	29.20	27.41
ALTURA DE LA RODILLA	44.11	49.69	49.80	54.54	55.48	59.40
ANCHO DE HOMBROS	37.64	40.14	42.98	46.08	48.31	52.01
ANCHO DE CADERAS	35.60	34.12	41.21	38.74	46.82	43.36
ALCANCE DEL BRAZO	61.10	69.21	67.53	76.93	73.95	84.65
PESO (Kg.)	45.90	58.37	66.08	78.73	86.27	99.08

Nota: Medidas recopiladas por Marco A. Henrich y Carla Galdós. (1996)

Realizando una comparación de los datos antropométricos recopilados (Tabla 3.7) de los operarios del área de costura (2 mujeres) y de lijado (5 hombres) con la tabla antropométrica de la población industrial hispana (Tabla 3.8), se decidió usar el percentil 50 debido a que los datos antropométricos de los operarios tienen una proximidad más cercana respecto a la tabla antropométrica hispana por lo que la propuesta del diseño estará enfocada a dicho percentil.

Los datos recopilados basados en la antropometría de los operarios servirán para rediseñar las áreas de trabajo con la finalidad de que los operarios se sientan cómodos y prevenir a desarrollar dolencias en algunas zonas de su cuerpo al realizar sus labores diarias.

En el área de lijado los operarios realizan el lijado en la parte baja de la tapa del ataúd hasta que su superficie quede completamente lisa.

FASE 4

Para la propuesta de diseño para el área de lijado (Figura 3.1) se tiene que la mesa de trabajo tendrá una altura de 100 cm para que los operarios ya no esfuercen una inclinación dorsal ni de cuello hacia adelante y puedan mantener el torso recto. Dicha medición se realizó tomando en cuenta el promedio de la medida de la altura de la cintura al pie de los 5 operarios. En adición a esto, es preferible que la mesa sea ajustable en altura para facilitar una mejor posición de postura al operario.

Altura de mesa propuesta para el área de lijado

$$= [(99.5 + 102.3 + 101.2 + 98.7.9 + 103) / 5]$$

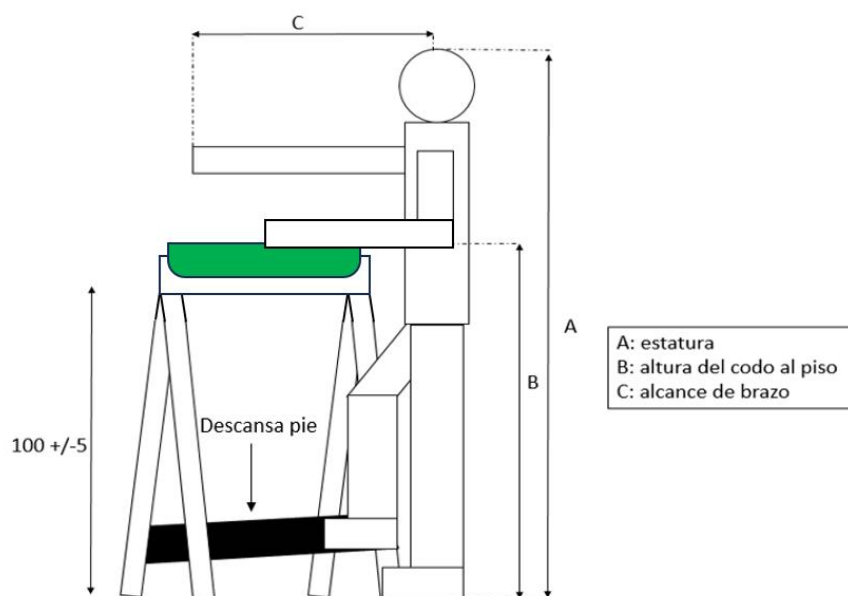
$$= 504.7 / 5$$

$$= 100.94 \diamond 100 \text{ cm}$$

También se propone agregar un descansa pie esto con el fin de que ambos pies de los operarios estén firmes.

Figura 3.1

Propuesta de diseño para el área de lijado



Tal como se observa en la Figura 3.2, para el área de costura se propone que el área cuente con un descansa pie para que pueda aportar un soporte a los pies de las operarias con el fin de ubicar correctamente la espalda en el espaldar de la silla.

Adicionalmente, se recomienda un cambio en el modelo de la silla a una ergonómica para la prevención de riesgos ergonómicos como las patologías relacionadas al sedentarismo, debido a que todo el tiempo la función de esta área se realiza de manera sentada. Es por ello, que esta silla deberá contar con un respaldo pegado a la columna vertebral de las operarias y también con un reposabrazos generando una óptima posición de la espalda y un apoyo estable evitando de esta forma el levante de brazos.

Figura 3.2

Posición de postura con una silla ergonómica

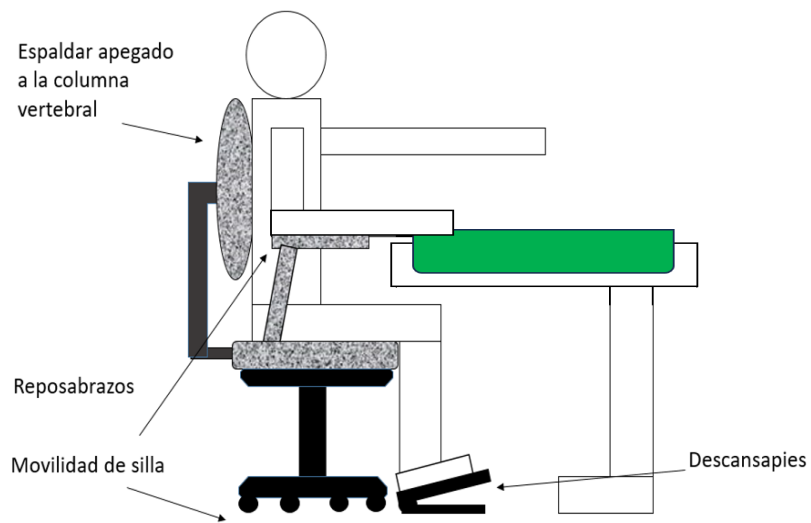


Se puede visualizar cómo la persona se encuentra sentada de forma correcta con una postura adecuada, además de que cuenta con un soporte de brazos que impida el cansancio al momento de realizar sus labores. En la figura 3.4, se explicará en detalle en función a los ángulos ejercidos con su respectivo nivel de riesgo.

Silviana, et al (2022). Menciona que es necesario tomar medidas preventivas para reducir el impacto por la presencia de problemas músculo esqueléticos resultante de un mal diseño de mesas y sillas. Las medidas antropométricas se consideran una herramienta para diseñar de manera que se tengan resultados positivos en relación en el aumento de comodidad, desempeño y la disminución de presencia de problemas musculoesqueléticos de los operarios.

Figura 3.3

Posición de diseño para el área de costura



Se realizará una simulación con el software 3DSSPP con las posturas propuestas en base a los resultados previos obtenidos de la evaluación RULA para el área de lijado y de costura.

Figura 3.4

Simulación de la postura en el área de costura

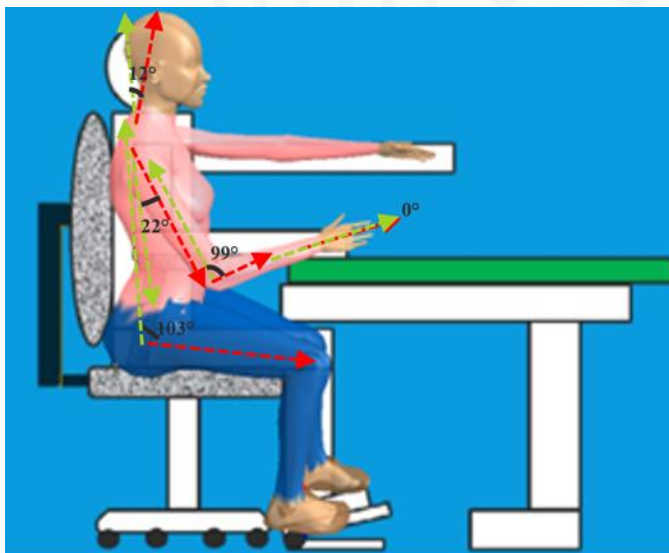
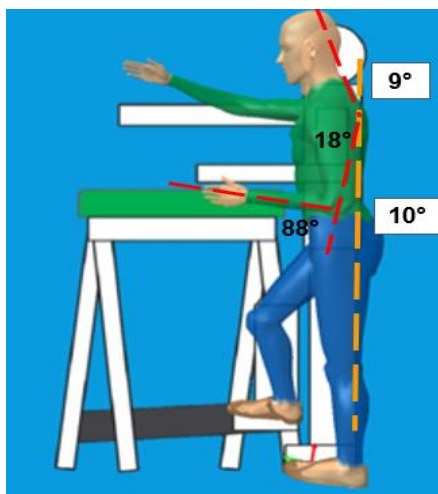


Figura 3.5

Simulación de la postura en el área de lijado



FASE 5

A continuación, se presenta los resultados obtenidos con el método RULA aplicado en las propuestas de diseño para el área de costura y lijado respectivamente.

Tabla 3.8

Puntuación A para el área de costura luego del diseño

Situación inicial		
Brazo	Flexión entre 20° a 45° y brazo abducido	2 + -1 = 1
Antebrazo	Flexión entre 60° a 100° y no cruza la línea central	1 + 0 = 1
Mano	Posición neutra respecto a la flexión con desviación	1 + 1 = 2
Giro de muñeca	Supinación en rango medio	1
Puntuación A	Intersección de (1,1,2,1) = 2	2
Puntuación C	A + F. Muscular + Carga de fuerza (2 + 1 + 0)	3

Tabla 3.9

Puntuación B para el área de costura luego del diseño

Situación inicial		
Tronco	Sentado, bien apoyado y no hay torsión del tronco	1 + 0 = 1
Cuello	Flexión entre 10° a 20° y no hay inclinación lateral	2 + 0 = 2
Pierna	Sentado con las piernas bien apoyadas	1
Puntuación B	Intersección de (1,2,1) = 2	2
Puntuación D	B + Fuerza Muscular + Carga de fuerza (2 + 1 + 0)	3

Para hallar el nivel de riesgo se intersecarán la puntuación C y D, teniendo como resultado una puntuación de 4 lo que significa que el nivel de riesgo es bajo en el área de costura.

Tabla 3.10

Puntuación A para el área de lijado luego del diseño

Situación inicial		
Brazo	Flexión entre 0° a 20° y hombro elevado	1 + 1 = 2
Antebrazo	Flexión entre 60° a 100° y cruza la línea central	1 + 1 = 2
Mano	Flexión entre 0° a 15° y desviada radialmente	2 + 1 = 3
Giro de muñeca	Supinación en rango medio	1
Puntuación A	Intersección de (2,2,3,1) = 3	3
Puntuación C	A + F. Muscular + Carga de fuerza (3 + 1 + 0)	4

Tabla 3.11

Puntuación B para el área de lijado luego del diseño

Situación inicial		
Tronco	Flexión entre 0° a 20° y torsión del tronco	2 + 1 = 3
Cuello	Flexión entre 0° a 10° e inclinación lateral	1 + 1 = 2
Pierna	El peso está simétricamente distribuido	1
Puntuación B	Intersección de (3,2,1) = 3	3
Puntuación D	B + Fuerza Muscular + Carga de fuerza (3 + 1 + 0)	4

Luego de intersecan las puntuaciones C y D teniendo como resultado en función a la metodología RULA una puntuación final de 3 lo cual significa que el área de lijado presenta un nivel de riesgo bajo.

Entonces podemos afirmar que basándonos en la simulación de las posturas en ambas áreas de trabajo se reducirá el nivel de riesgo al que son expuestos los trabajadores pasando de un nivel de riesgo muy alto a un nivel de riesgo bajo.

4. DISCUSION

En base a los resultados obtenidos, con los niveles de riesgos en las respectivas áreas de trabajo con la propuesta de diseño, se afirma que, al modificar el área de trabajo en función a la antropometría de los operarios, se logra reducir los riesgos ergonómicos estableciendo una comparativa entre la situación actual y la simulación. Obteniendo una mejora del 42.9% de puntaje en el nivel de riesgo en el área de costura y una mejora del 57.1% para el área de lijado

Tabla 4.1

Comparación situación actual y simulada – área de costura

Área de costura	Situación actual	Simulación	Mejora
<i>Puntuación A</i>	4	2	50.0%
<i>Puntuación B</i>	6	2	66.7%
<i>Puntuación C</i>	5	3	40.0%
<i>Puntuación D</i>	7	3	57.1%
Puntaje final	7	4	42.9%

Tabla 4.2

Comparación situación actual y simulada – área de lijado

Área de lijado	Situación actual	Simulación	Mejora
<i>Puntuación A</i>	4	3	25.0%
<i>Puntuación B</i>	7	3	57.1%
<i>Puntuación C</i>	5	4	20.0%
<i>Puntuación D</i>	8	4	50.0%
Puntaje final	7	3	57.1%

Se evidencia también en base a trabajos similares, como la investigación de Masahuling, A., & Saman, A. 2020, donde se implementaron dos intervenciones ergonómicas debido a que existía un mal manejo de lámparas pesadas y un diseño deficiente en la estación de prueba de encendido de estas; los operarios eran expuestos a levantamiento pesado de material, posturas inadecuadas y presencia de dolencias en zonas del cuerpo. Luego de la intervención correspondiente se pudo lograr una reducción del nivel de riesgo de una puntuación de nivel 7 a uno de nivel 3 y 2 en las respectivas

áreas. Teniendo como resultado que los operarios presentaron una baja significativa en cuanto a las dolencias al momento de realizar sus labores.

El correcto diseño del área de trabajo ayudará a los operarios a que en un periodo de tiempo no estén expuestos a desarrollar problemas musculoesqueléticos, esto se puede evidenciar en la investigación de Rejeki, Y., et al 2022, donde el diseño inadecuado de un área de trabajo resulta ser un factor importante de la presencia de varios trastornos musculoesqueléticos teniendo como resultado una reducción de la productividad; además en la investigación de Silviana, et al 2022, podemos corroborar dicha información ya que existe una relación entre el diseño de muebles ergonómicos y el desempeño de los operarios.



5. CONCLUSIONES

En base al trabajo de investigación realizado se pudo identificar las principales posturas que adopta el operario al momento de realizar sus actividades diarias. Se identifica que en el área de costura y lijado los operarios tienen el tronco inclinado hacia adelante y el cuello flexionado, lo que puede aumentar la tensión lumbar y cervical. Además, carece de apoyo adecuado para los brazos, lo cual puede generar fatiga en hombros y muñecas. Estas condiciones podrían aumentar el riesgo de padecer trastornos por esfuerzo repetitivo y fatiga.

En base al cuestionario nórdico se pudo identificar que existen presencia de dolencias en los operarios debido al desarrollo de sus actividades diarias con posturas inadecuadas y movimientos repetitivos ya que en las estaciones de trabajo en donde se realizan sus funciones no se encuentran diseñados de forma que los operarios realicen sus labores con comodidad tanto así que presentan dolencias en mayor parte en la zona del cuello seguido de espalda, torso y el hombro.

Luego de haber realizado las evaluaciones correspondientes a través de la aplicación de la metodología RULA, fue posible identificar altos niveles de riesgo ergonómico en ambas áreas evaluadas. Tanto en las posturas adoptadas por los operarios del área de lijado como en las del área de costura, se obtuvo una puntuación final de 7, lo que indica un nivel de riesgo elevado.

Se realizó la propuesta de diseño basado en la antropometría de los operarios en las áreas de costura y de lijado con el fin de aplicar nuevamente el método RULA a manera de simulación para ambas áreas lo cual se obtuvo como resultado una disminución en los niveles de riesgo.

6. REFERENCIAS

- Drašković, D., Průša, P., Čičević, S. & Jovčić, S. (2020). The implementation of digital ergonomics modeling to design a human-friendly working process in a postal branch. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app10249124>
- Gómez, M., Callejón, Á. J., Pérez, J., Díaz, M., y Carrillo, J. A. (2020). Musculoskeletal Risks: RULA Bibliometric Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 1-52. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124354>
- Teja, K. S. R. V., Mohan, S., Patel, G., Sivapirakasam, S. P., & M, R. (2024). Ergonomic Risk Assessment and Fatigue Analysis During Manual Lifting Tasks in Farming Activities. *International Journal Of Occupational Safety And Health*, 14(1), 17-29. <https://doi.org/10.3126/ijosh.v14i1.56148>
- Lohasiriwat, H., & Chaiwong, W. (2020). Ergonomic Design for Sausage Packing Hand Tool. *Procedia CIRP*, 91, 789-795. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.236>
- Makhsbul, Z., Shukor, M., & Muhamed, A. (2022). Ergonomics workstation environment toward organizational competitiveness. *International Journal of Public Health Science*. 11, Issue 1, Pages 157 – 169. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v11i1.20680>
- Markova, P., Homokiova, M., Praj, F., & Cambal, M. (2022). Prevention of accidents at work and occupational diseases by implementation of ergonomics. *MM Science Journal*. Scopus. https://doi.org/10.17973/MMSJ.2022_03_2022002 .
- Masahuling, A., & Saman, A. (2020). Ergonomic Interventions in Lighting Products Manufacturing plant. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 834, Issue 1. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/834/1/012076>.
- Montañez, I. & Hernández, G. (2023). Aplicación de herramientas y métodos de evaluación ergonómicos para optimizar los puestos de trabajo en una fábrica de muebles. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 5(3), 85-97. <https://doi.org/10.29393/EID5-22AHIG20022>
- Nación, A. & Tanguanco, A. (2019). Utilization of Participatory Ergonomics for Workstation Evaluation Towards Productive Manufacturing. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. Vol 9 Issue 1, Pages 579 – 584. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A9702.109119>.
- Nallusamy, S et al (2020). Evaluation of human posture and ergonomics by appropriate assessment tools in a medium scale manufacturing industry. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*. Volume 10, Issue 3 Pages 861 - 872. <https://doi.org/10.24247/ijmperdjun202077>
- Ortiz, J., Bancovich, A., Candia, T., Huayanay, L. & Ruez L. (2022). Método ergonómico para reducir el nivel de riesgo de trastornos musculoesqueléticos en una pyme de confección textil de Lima – Perú. *Revista Industrial Data*, 25(2), 143-169. <https://doi.org/10.15381/idata.v25i2.22769>

- Panariello, D., Graziosos, S., Caporaro, T., Di Gironimo, G. & Lanzotti, A. (2021). User-centered approach for design and development of industrial workplace. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 15(1), 121-123. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00737-x>
- Rejeki, Y., Achiraeniwati, N., & Hadiid,N (2022). The design of manual packaging workstation based on workers' dimension in beverage industry. *Metaterials Science and Ingineering*. Volume 830, Issue 4. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/4/042014>
- Sharotry, A., Jimenez, J., Mendez, F., Wierschem, D., Keldenhoven, R., & Valles, D. (2022). Manufacturing Operator Ergonomics: A Conceptual Digital Twin Approach to Detect Biomechanical Fatigue. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3145984>
- Shahbazi, A., Mokhtarinia, H. R., Biglarian, A., y Gabel, C. P. (2020). The Prevalence of Musculoskeletal Symptoms in Iranian Spinner Workers in the Textile Industry and its Association with Demographic and Lifestyle Characteristics. *Iranian Rehabilitation Journal*, 18(4), 395-404. <https://doi.org/10.32598/irj.18.4.919.2>
- Silviana, et al (2022). The implementation of anthropometric measurement in designing the ergonomics work furniture. *EUREKA, Physics and Engineering*. Issue 3, Pages 20 - 27. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.001967>
- Wibneh, A., Singh, A., & Karmakar, S. (2021). Understanding the synthesis of anthropometric diversity and workspace dimensions in ergonomic design of light armored vehicles. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 31(5), 447-468. <https://doi.org/10.1002/hfm.20893>
- Widodo, L., Darwin, F., & Nadya, M. (2019). Ergonomic risk and workload analysis on material handling of PT. XYZ. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 528, Issue 1. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012030>

7. BIBLIOGRAFÍA

Middlesworth, M. (s.f). Ergo-plus. A Step-by-Step Guide: Rapid Upper Limb Assessment (RULA) <https://ergo-plus.com/wp-content/uploads/RULA-A-Step-by-Step-Guide1.pdf>





ANEXOS

ANEXO 1: Medición antropométrica

A continuación, se muestra la medición antropométrica de altura y brazo en un operario



ANEXO 2: Posturas de operarios

Postura con el cuello flexionado hacia adelante



Postura encorvada



Postura con el hombro inclinado



Postura con el torso hacia adelante



Área de trabajo de costura






6% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text

Top Sources

- 6%  Internet sources
- 3%  Publications
- 3%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.