

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



ERGONOMIC MODEL TO REDUCE THE DEVELOPMENT OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS IN THE PROCESS OF PRODUCTION OF EMPANADAS IN A SME

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Mariel Pinche Ruiz

Código 20181466

Rodrigo Alonso Ventura Paredes

Código 20183411

Asesor

Wilfredo Román Hernández Gorriti

Lima – Perú

Setiembre de 2024

Propuesta
Carrera Ingeniería Industrial

Título

Ergonomic Model to Reduce the Development of Musculoskeletal Disorders in the Process of Production of Empanadas in a SME

Autor(es)

20181466@aloe.ulima.edu.pe

20183411@aloe.ulima.edu.pe

Universidad de Lima

Resumen: A la actualidad, la ergonomía se ha ido implementando nuevas metodologías para aplicar en diferentes áreas y estaciones, ya sea en un área laboral, productiva o común. Es en este contexto que la ergonomía tiene un gran impacto dentro de las diferentes organizaciones para mantener la máxima productividad posible.

Es por ello que el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal realizar un análisis ergonómico, mediante las técnicas RULA y REBA, en todo el proceso e identificar los posibles problemas ergonómicos en un negocio panadero. Para llevar este análisis, realizamos primero una revisión sistemática de literatura para entrar en contexto de cómo ha ido evolucionando la ergonomía aplicada en las organizaciones. Con el contexto claro, aplicamos las dos técnicas con el apoyo de la página Ergonautas, el cual nos puede brindar advertencias del nivel ergonómico que presentan las actividades y tomar acciones inmediatas. Con este análisis, podremos identificar la actividad que pueda perjudicar la salud física de los operarios.

Una vez analizada la estación completa, realizamos el registro de los datos en Ergonautas para obtener la puntuación de nivel de riesgo que presentan las actividades, tanto para la técnica REBA como RULA. Con los datos registrados en el sistema, obtuvimos que existen tres actividades dentro del proceso productivo que atentan contra la salud física de los trabajadores, las cuales son el mezclado, cortado y horneado. Con los resultados, se realizó una propuesta de mejora 3D en Autodesk Inventor en las tres actividades para disminuir el nivel de riesgo ergonómico y no seguir perjudicando a los operarios.

Por último, se puso en discusión acerca de los resultados obtenidos en la investigación. Se realizó una comparación de nuestros resultados con los de otras investigaciones y reflexionar acerca de la importancia de aplicar diferentes técnicas para obtener resultados más significativos al momento de considerar el nivel de urgencia para mejorar una actividad.

Palabras Clave: Industria panadera, ergonomía, RULA, REBA, trastornos musculoesqueléticos, análisis ergonómico, posturas.

Abstract: Nowadays, ergonomics has been implementing new methodologies to be applied in different areas and stations, whether in a work, productive or common area. It is in this context that ergonomics has a great impact within the different organizations to maintain the maximum possible productivity.

That is why the main objective of this research work is to carry out an ergonomic analysis, using RULA and REBA techniques, throughout the process and to identify possible ergonomic problems in a bakery business. To carry out this analysis, we first conducted a systematic literature review to enter into the context of how ergonomics applied in organizations has evolved. With the context clear, we applied the two techniques with the support of the Ergonautas website, which can provide us with warnings of the ergonomic level of the activities and take immediate actions. With this analysis, we will be able to identify the activity that can harm the physical health of the operators.

Once the entire station was analyzed, we recorded the data in Ergonautas to obtain the risk level score of the activities, both for the REBA and RULA techniques. With the data recorded in the system, we obtained that there are three activities within the production process that threaten the physical health of the workers, which are mixing, cutting and baking. With the results, a 3D improvement proposal was made in Autodesk Inventor in the three activities to reduce the level of ergonomic risk and not to continue harming the operators.

Finally, the results obtained in the research were discussed. A comparison of our results with those of other investigations was made and we reflected on the importance of applying different techniques to obtain more significant results when considering the level of urgency to improve an activity.

Key words: bakery industry, ergonomics, RULA, REBA, musculoskeletal disorders, ergonomic analysis, postures.

Línea de investigación IDIC – ULIMA

Área y Sub-áreas de Investigación:

6. Ergonomics and Human Factors

6.3. Anthropometric Principles in Workspace and Equipment Design

Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación.

3. Salud y Bienestar

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Instituto de Estudios Económicos y Sociales (2018) la industria panadera se encuentra en crecimiento, con una variación de 45.43% respecto al año 2020. Por ello, para favorecer al crecimiento de este sector, las empresas deben analizar cuidadosamente sus procesos para mejorarlos y, en consecuencia, mantenerse vigentes en el mercado. Según Vásconez y Jama (2022) las panaderías u otras empresas que producen alimentos a base de harina están expuestas a riesgos ya sea por las características de las actividades que realizan los trabajadores o por el diseño u organización de las máquinas que utilizan.

Según International Ergonomics & Human Factors Association (2000), se define la ergonomía como una disciplina científica que estudia las interacciones entre el hombre, el trabajo que realiza y los elementos del sistema para reducir las cargas físicas, mentales y psíquicas del trabajador e incrementar la productividad, eficiencia y rendimiento del proceso.

Los trastornos musculoesqueléticos son un grupo de trastornos prevenibles que afectan los nervios, tendones y músculos (Yazdanirad, Pourtaghi, Ghasemi, & Raei, 2022). Los principales riesgos ergonómicos en la industria panadera incluyen la carga de objetos pesados, actividades repetitivas, posturas incorrectas, giros y estar de pie por un largo periodo (Beheshti, 2014). El proceso de producción de empanadas requiere algunas herramientas y máquinas industriales como mesa, mezcladora, cortadora y horno. Este tipo de trabajo requiere que el operario esté la mayor parte del tiempo de pie lo que genera fatiga muscular y posturas forzadas (Vásconez & Jama, 2022).

Todo puesto de trabajo debe contar con determinadas condiciones que sean adecuadas para el ser humano para que pueda realizar actividades que no afecten el bienestar, salud, satisfacción y eficacia del trabajador (Cruz Rivero, et al., 2020). Una de las consecuencias que puede provocar la falta de consideración de los principios ergonómicos en el diseño de los puestos y sistemas de trabajo, es la generación de desórdenes musculoesqueléticos (Rodríguez Ruíz, et al., 2019).

En el presente trabajo, el proceso productivo se inicia al pesar los ingredientes y se procede a juntarlos todo en la máquina mezcladora. Después, se pesa la mezcla y se separa en dos bolas grandes según el peso requerido para trasladarlo a la cortadora. En esta máquina se procede a cortar la masa en 30 partes y luego se realizan bollitos manualmente lo que servirá como la base de la empanada. De ahí, se procede a poner el relleno y se envuelve la empanada en su propia masa. Por último, se llevan al horno en la bandeja y se dejan las empanadas por un tiempo establecido. En el proceso productivo se pudo identificar que los trabajadores presentaban molestias durante el

proceso de producción de empanadas tales como dolor de espalda (etapa de mezclado), dolor de muñeca (etapa de amasado) y molestia en los brazos (etapa de horneado).

Gómez-Salazar (2022) llevó a cabo un estudio dentro de una empresa para recolectar datos cualitativos acerca del conocimiento que tienen los trabajadores sobre la ergonomía. El resultado de ello fue que los colaboradores tenían conocimientos básicos acerca de la ergonomía moderna. Esto demuestra la posibilidad de la existencia de empresas que apliquen conocimientos básicos de ergonomía, provocando que los operarios no tengan las facilidades para cumplir con las labores productivas. Además, permitiría evaluar todos los ámbitos de la ergonomía ya que en la literatura actual existe una carencia de planes de acción ergonómicos pues solo se evidencian intervenciones que por lo general son de carácter correctivo (Saavedra-Robinson, et al., 2018).

Por otro lado, la ergonomía es conocida por el enfoque que tiene en el sistema productivo, lo que permite evidenciar el potencial que tiene al aplicarse como herramienta para transformar los sistemas. Esta aplicación involucra tres aspectos: el enfoque sistémico para entender la complejidad, la búsqueda del bienestar humano y el pensamiento de diseño para la transformación de los sistemas actuales (Acevez Gonzales & Rey Galindo, 2021).

En un estudio realizado a una empresa minera para evaluar las condiciones ergonómicas de los trabajadores se emplearon los siguientes métodos: Evaluación del Riesgo Individual (ERIN) y Rapid Entire Body Assessment (REBA). Dichos métodos fueron de gran utilidad para evaluar la exposición a factores de riesgo. Estos factores de riesgo incluyen levantamiento de objetos pesados, traslado y pesado de troncos de madera que ocasionan desórdenes musculoesqueléticos (Rodríguez Ruíz, et al., 2019).

Otro estudio realizado a una empresa del sector Metalmeccánico tuvo como objetivo identificar los factores de riesgo de tipo musculoesquelético y el nivel de riesgo de estos. Dicho estudio utilizó el método OWAS (Sistema de Análisis de Posturas de Trabajo Ovako), el cual basa sus resultados en la observación de las diversas posturas del trabajador con respecto a su espalda, brazos y piernas. Este método pudo ayudar a identificar que, en 28 posturas diferentes, la mayor parte del tiempo el operador trabajaba con la espalda doblada, lo que es dañino para su columna y cuello (Valdenebro et al., 2016, p. 14).

Se realizó un estudio a 150 trabajadores del sector construcción en España y se aplicó un enfoque multi-metodológico en donde se aplicaron diversos métodos y técnicas tales como diagrama de flujo y representación simplificada de procesos, REBA, RULA, cuestionario nórdico y escala de Borg. Con el uso de diversas técnicas se pudo evidenciar que en las actividades de construcción

existe la necesidad de implementar mejoras sobre el análisis de procesos, para disminuir lesiones y daños corporales (Zorrilla Muñoz, et al., 2018).

Una investigación que se llevó a cabo en empresas de catering, en las que se aplicaron los métodos Rapid Upper Limb Assessment (RULA) y OWAS, permitió obtener resultados que lograron una evaluación de los diferentes movimientos de los trabajadores, para determinar la necesidad de realizar cambios urgentes. Además, el método OWAS determinó una clasificación del tipo 2, la cual consiste en que las posturas adoptadas por el trabajador pueden causar daño al sistema musculoesquelético, dando a entender que se deben tomar acciones inmediatas (Molina, et al., 2018).

En una investigación de Nelfiyanti & Mohamed (2022), que utiliza el método RULA, OWAS y, además, RELA, se describe el proceso de montaje del chasis de automóviles para trabajadores. Este proceso consta de 30 actividades de montaje divididas en seis grupos en función de la postura. Mediante el cálculo de quejas y los tres métodos, se obtuvo como resultado la existencia de posiciones de alto riesgo, por lo que se deben implementar cambios.

Otro estudio de investigación enfocado en la industria panadera, se centra en los riesgos por carga de paquetes pesados, movimientos repetitivos en los procesos y mantenerse de pie por un tiempo considerable. Con ello, se pudo conocer las diferentes actividades del proceso productivo e identificar aquellos que tengan un nivel ergonómico alto o considerable. Es aquí donde se considera pertinente realizar un análisis ergonómico, el cual consistió en aplicar la metodología de Análisis de las Condiciones de Trabajo (ANACT), que se emplea normalmente en organizaciones para evaluar la situación actual en las estaciones de trabajo, logrando entender a los operarios y poder prevenir posibles riesgos (Carbonell Bastidas, 2017).

De esta manera, se ha hecho posible detectar problemas a tiempo, tales como contracción muscular e intenso dolor en las articulaciones, que puedan perjudicar tanto a los operarios como al proceso productivo. Al obtener más información sobre la situación actual, se pueden tomar medidas inmediatas. Por ejemplo, tomar en cuenta pautas para mejorar la calidad de vida de los trabajadores, tales como realizar pausas frecuentes, modificación de horarios y reorganización del puesto de trabajo (Vera, et al., 2019, p.5). Además, siempre es necesario verificar el nivel de madurez a nivel ergonómico. Así, se puede buscar nuevo plan de evaluación, el cual consiste en adoptar el enfoque sistémico que promueve la ergonomía, al considerar factores de riesgo individuales y organizacionales, evaluar el plan ya aplicado e identificar posibles mejoras dentro de los procesos (Rodríguez Ruíz, et al., 2019).

OBJETIVOS

Con la información antes mencionada, el presente trabajo tiene como objetivo elaborar una propuesta de mejora de ergonomía en el proceso de producción de las empanadas para disminuir el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en una pequeña y mediana empresa (PYME). Los objetivos específicos del siguiente trabajo son:

- a) Realizar un diagnóstico de las posturas adoptadas por los operarios durante el proceso de producción.
- b) Identificar las actividades de producción que representen riesgos ergonómicos para el operario.
- c) Obtener los datos antropométricos para adaptar la estación de trabajo al operario y así optimizar las condiciones de trabajo
- d) Determinar las principales dolencias en los operarios durante sus actividades laborales.

JUSTIFICACIÓN

Según el Instituto de Estudios Económicos y Sociales (2018) la industria panadera se encuentra en crecimiento, con una variación de 45.43% respecto al año 2020. Por ello, para favorecer al crecimiento de este sector, las empresas deben analizar cuidadosamente sus procesos para mejorarlos y, en consecuencia, mantenerse vigentes en el mercado. Según Vásconez y Jama (2022) las panaderías u otras empresas que producen alimentos a base de harina están expuestas a riesgos ya sea por las características de las actividades que realizan los trabajadores o por el diseño u organización de las máquinas que utilizan.

Los trastornos musculoesqueléticos son un grupo de trastornos prevenibles que afectan los nervios, tendones y músculos (Yazdanirad, Pourtaghi, Ghasemi, & Raei, 2022). Los principales riesgos ergonómicos en la industria panadera incluyen la carga de objetos pesados, actividades repetitivas, posturas incorrectas, giros y estar de pie por un largo periodo (Beheshti, 2014). El proceso de producción de empanadas requiere algunas herramientas y máquinas industriales como mesa, mezcladora, cortadora y horno. Este tipo de trabajo requiere que el operario esté la mayor parte del tiempo de pie lo que genera fatiga muscular y posturas forzadas (Vásconez & Jama, 2022).

Todo puesto de trabajo debe contar con determinadas condiciones que sean adecuadas para el ser humano para que pueda realizar actividades que no afecten el bienestar, salud, satisfacción y eficacia del trabajador (Cruz Rivero, et al., 2020). Una de las consecuencias que puede provocar la falta de consideración de los principios ergonómicos en el diseño de los puestos y sistemas de trabajo, es la generación de desórdenes musculoesqueléticos (Rodríguez Ruíz, et al., 2019).

HIPÓTESIS

La hipótesis general se basa en que la elaboración de la propuesta de mejora de ergonomía brinda una solución para disminuir el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en los operarios.



DISEÑO METODOLÓGICO

1.1 Diseño

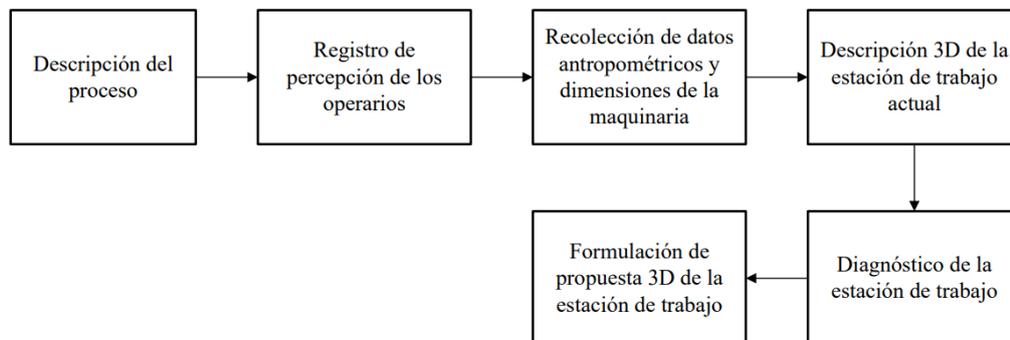
El tipo de diseño elegido es el experimental debido a que se examinará la relación de causalidad al intervenir en las causas de los efectos. Se examinará, el proceso de producción de empanadas y se realizará el diagnóstico de la estación de trabajo mediante el análisis ergonómico.

A través de la recopilación de los datos, se podrá determinar las causas de los problemas físicos de los operarios para plantear soluciones ergonómicas. Dichos problemas se determinarán en base a la altura adecuada de los equipos, considerando los datos antropométricos de los operarios. Los beneficios de aplicar ergonomía permiten que los operarios tengan una mejor postura y puedan realizar sus tareas con mayor confort, lo que se ve reflejado en la calidad del trabajo y en el incremento de la productividad (Mamani Hualpa, 2021).

El plan para ejecutar inicia con la descripción del proceso de producción de empanadas y la recolección de datos antropométricos de los operarios tales como sexo, edad, altura del codo, altura del hombro, altura del ojo y estatura. También, se considerarán las medidas de las máquinas utilizadas tales como mezcladora, cortadora y horno. Luego se realiza la descripción 3D de la estación de trabajo actual, diagnóstico de la estación y, por último, formulación de una propuesta 3D de la estación de trabajo. (Figura 1.1)

Figura 0.1

Esquema del trabajo de investigación



A continuación, se describirán las fases de la metodología a aplicar (Tabla 2.1) en el presente trabajo de investigación con las técnicas y herramientas respectivas.

Tabla 0.1*Fases de la metodología*

La Fase 1 permite representar de forma esquematizada un proceso para identificar las actividades y operaciones dentro del proceso productivo. De esta manera, se facilita la comprensión incluso por personas

Fases	Técnicas	Herramientas
1. Descripción del proceso		Diagrama de Operaciones y Procesos Diagrama de flujo
2. Registro de percepción de los operarios	Entrevista	Cuestionario Nórdico
3. Recolección de datos antropométricos y dimensiones de la maquinaria	Medición instrumental Observación de las posturas de los operarios	Cinta métrica Wincha métrica Ficha de medidas antropométricas
4. Descripción 3D de la estación de trabajo actual		Autodesk Inventor Professional 2022
5. Diagnóstico de la estación de trabajo	RULA REBA	Registro
6. Formulación de propuesta 3D de la estación de trabajo		Autodesk Inventor Professional 2022

que puedan no estar familiarizados con los procesos y actividades a analizar (Zorrilla Muñoz, et al., 2018). Asimismo, se utilizó el Diagrama de flujo para identificar las actividades que produzcan empanadas defectuosas, lo que permite hacer una intervención en dicha actividad para verificar que se cumplan las condiciones ergonómicas requeridas. Ambas herramientas (diagrama de operaciones y procesos y diagrama de flujo) facilitan la verificación de los aspectos críticos para el proceso productivo (Zorrilla Muñoz, et al., 2018).

Es necesario identificar la actividad que produce defectuosos para evaluar la condición ergonómica y así mejorar el espacio de trabajo. Las variables asociadas a la ergonomía podrían desempeñar un rol

importante lo que se evidencia en una reducción de costos y aumento de la productividad (Mamani Hualpa, 2021).

En la Fase 2, se aplicó la técnica de entrevista utilizando una adaptación del Cuestionario Nórdico con el fin de identificar signos de trastornos musculoesqueléticos. Esta etapa nos ayudara a identificar posibles dolores o molestias a partir de la valoración de dichos operarios. Además, se dividió la guía de preguntas enfocándonos en diferentes partes del cuerpo tales como el cuello, espalda, codos, manos y columna (Ver Anexo 3).

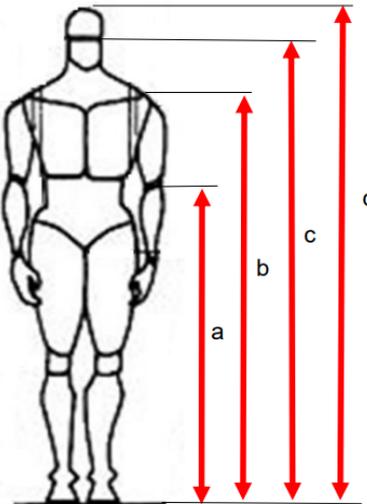
La Fase 3 consiste en recolectar los datos antropométricos de los operarios tales como estatura, altura del codo, altura del hombro, ancho de hombro, altura de nudillos, sexo y peso. Estos datos nos ayudarán a poder establecer la posición adecuada para evitar trastornos musculoesqueléticos en el futuro. Los factores de postura, movimiento repetitivo, vibración, esfuerzo físico, y carga pesada pueden ser una señal del desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (Yazdanirad, et al., 2022).

Se registrarán los datos de los operarios mediante un formato de medidas antropométricas (Figura 2.2). También, se medirán los equipos requeridos durante el proceso de producción mediante una wincha métrica para registrar el ancho, alto y largo respectivo y así identificar si el operario realiza esfuerzos o presenta incomodidades al realizar sus labores. Además, se procederá a registrar fotos tomadas de los diferentes ángulos de la estación de trabajo las etapas de producción junto con el operario.

Figura 0.2

Ficha antropométrica

Formato Medidas Antropométricas
Posición de pie



Fecha	DIA	MES	AÑO

Sexo	M	F

Edad	años

a. Altura del codo	<input type="text"/>	cm
b. Altura del hombro	<input type="text"/>	cm
c. Altura del ojo	<input type="text"/>	cm
d. Estatura	<input type="text"/>	cm

En la Fase 4, se realizará un plano 3D utilizando el software Autodesk Inventor Professional 2022. Se tomará como referencia las medidas y fotos tomadas de la estación para analizar la información recolectada y así identificar la causa de las molestias musculares que presentan los operarios durante el proceso de producción. Asimismo, esto facilitará el diseño de la propuesta de mejora. En dicho plano se mostrarán las vistas horizontales, frontales y de perfil en la que se detallarán las medidas del operario y de los equipos, logrando apreciar con detalle la estación de trabajo actual.

En la Fase 5, se utilizará el método Rapid Entire Body Assessment (REBA) mediante la página Ergonautas. Según Prevención Integral (2016), Ergonautas es la página web especializada en ergonomía ocupacional y análisis ergonómico de puestos de trabajo desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia. Esta página fue creada con el objetivo de ofrecer información técnica ergonomía ocupacional, herramientas para su aplicación, foros y formación para profesionales y estudiantes interesados en dicho ámbito.

Mediante la técnica Rapid Entire Body Assessment (REBA), se puede evaluar las posturas adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo y muñeca), cuello y piernas. Además de evaluar la postura, se valoran otros aspectos como la carga o fuerza manejada y el tipo de actividad muscular desarrollada por el operador (Diego Mas, 2022).

La aplicación de esta técnica permite prevenir sobre el riesgo de lesiones relacionadas con la postura, principalmente de tipo musculoesquelético indicando la urgencia con la cual se deberían aplicar las acciones correctivas (Ergonautas, 2016)

A continuación, se describen los pasos a seguir para la aprobación de la técnica REBA:

Tabla 0.2

Pasos para el REBA

Pasos para seguir	Técnica REBA
1. Se introducen los datos generales	<ul style="list-style-type: none"> • Puesto • Descripción • Empresa • Departamento • Área
2. Se elige el tipo de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Un único lado del cuerpo • Ambos lados del cuerpo

3. Introducción de datos para el análisis de las posturas
- Grupo A (piernas, tronco y cuello)
 - Grupo B (brazos, antebrazos y muñecas)
 - Grupo C (tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada)

Por otro lado, la técnica REBA tiene la siguiente escala de puntuación (Tabla 2.3) considerando el nivel de riesgo y medidas correctivas a aplicar:

Tabla 0.3

Escala de puntuación y actuación REBA

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesario intervenir
2 a 3	1	Bajo	Puede ser necesario intervenir
4 a 7	2	Medio	Es necesario intervenir
8 a 10	3	Alto	Es necesario intervenir cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesario intervenir de inmediato

Además, se usará el método Rapid Upper Limb Assessment (RULA). Este método se enfoca especialmente en las extremidades superiores del cuerpo, considerando la postura adoptada, la duración, las repeticiones de la postura y la fuerza que ejerce el operario durante la actividad. Con esta información,

obtendremos como resultado si la postura adoptada requiere, de manera inmediata, correcciones o rediseño de la estación.

En este caso, en el grupo A se realiza el análisis del brazo, antebrazo y muñecas. Dicho análisis, se realizó comparando visualmente las imágenes de las posturas de la actividad de mezclado (Figura 3.19). La técnica RULA es similar al REBA debido a que algunas preguntas se repiten, por lo que se mostrarán las preguntas (Ver Anexo 10) que diferencian una técnica de la otra o que tienen diferentes alternativas. En el grupo B, se realiza el análisis del cuello, tronco y extremidades inferiores (Ver Anexo 11). Como se puede observar, las preguntas tienen alternativas diferentes a las preguntas de la Figura (REBA). Finalmente, en el grupo C se introduce la información respectiva sobre el tipo de actividad muscular y la fuerza aplicada (Ver Anexo 12).

Al igual que el método REBA, se utilizará RULA a través de la página Ergonautas. Este medio nos permite registrar datos cualitativos de las actividades de los operarios en el proceso de producción de empanadas tales como las posiciones y los esfuerzos que realizan durante el proceso.

En la Fase 6, se realizará un rediseño de la estación de trabajo, considerando el análisis ergonómico, adaptando un adecuado ambiente al operario que realiza la tarea para poder aumentar la productividad, reducir las empanadas defectuosas y evitar el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos. El rediseño se realizará en el modelo 3D que se tiene de la estación actual. A continuación, se detallará el método, técnica e instrumento.

1.2 Método

El método escogido es el de diseño debido que se trabajará con 2 variables las cuales son ergonomía y trastornos musculoesqueléticos. También, se desea diseñar una propuesta de mejora de la estación de trabajo. Mediante la recopilación de información será posible determinar los principales problemas que los trabajadores presentan durante el proceso productivo y así incrementar la productividad al plantear una mejora de la estación. Esta mejora consiste en realizar un plano 3D utilizando Autodesk Inventor Professional 2022, en el cual se adaptarán las medidas de las maquinas a la medida de los operarios.

Técnica

Las técnicas para la recopilación de datos serán, en primer lugar, la medición instrumental debido a que se realizará una medición de los datos antropométricos de los operarios. En segundo lugar, se aplicará la técnica de observación debido a que se visualizará el desarrollo de la tarea para obtener un enfoque detallado de los problemas en el proceso productivo. Por último, se realizará la técnica de entrevista para identificar las dolencias que puedan presentar los trabajadores durante sus actividades productivas.

Instrumento

A continuación, se describen los instrumentos que se utilizarán en la presente investigación. En primer lugar, se empleará una cinta métrica para tomar las medidas de los operarios y posteriormente registrar dichas

medidas en una ficha de datos antropométricos. En segundo lugar, se utilizará una wincha métrica para recolectar las dimensiones de la maquinaria y espacios de trabajo. Además, se realizará un registro fotográfico para presentar las condiciones iniciales de la estación mediante una cámara fotográfica. Además, se empleará una guía de entrevista para registrar la percepción de los trabajadores con respecto a las posibles dolencias que puedan presentar. Por último, se utilizará la página Ergonautas para aplicar la técnica RULA con respecto a la posición de los trabajadores en la estación de trabajo.

Según (Gómez Echeverry, et al., 2018), la antropometría se define como una disciplina de la antropología, la cual evalúa las dimensiones físicas en posturas tanto estáticas como movimientos funcionales del cuerpo humano. A continuación, se muestran las variables de investigación (Figuras 2.3 y 2.4) que se desean medir en el presente trabajo de investigación.

Figura 0.3

Variable ergonomía

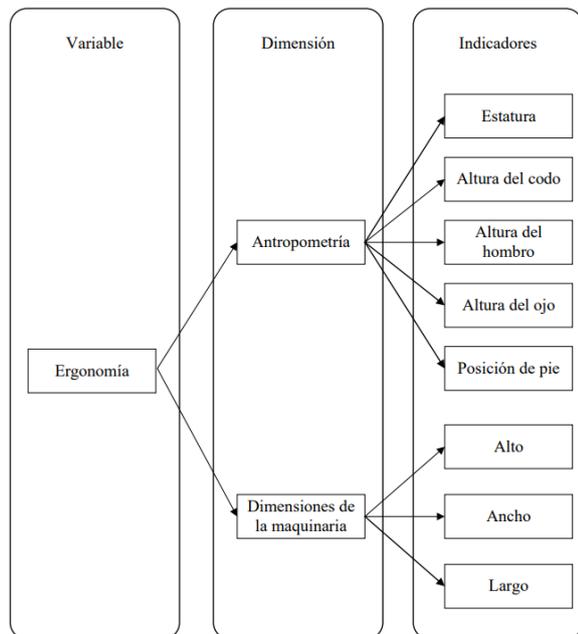
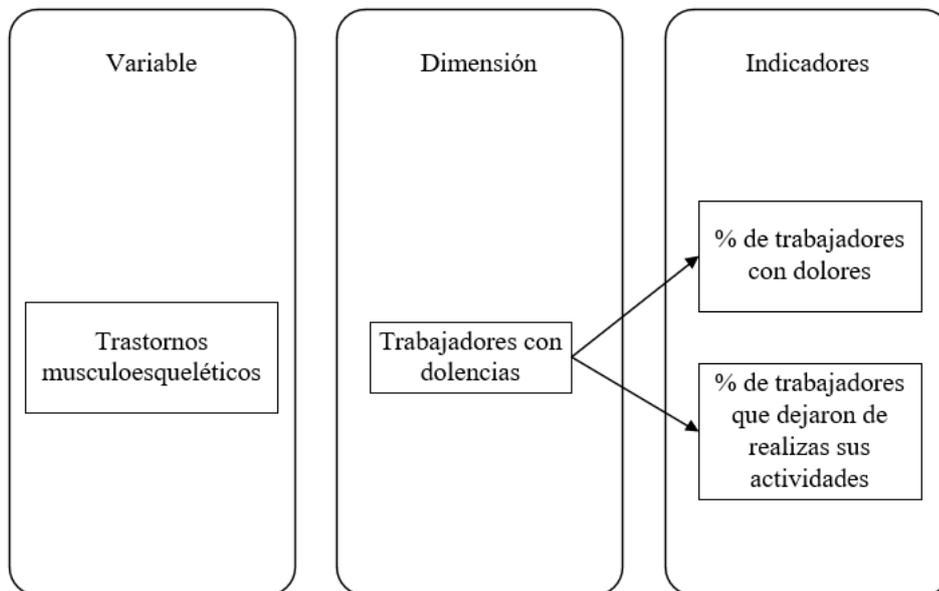


Figura 0.4

Variable trastornos musculoesqueléticos



1.3 Tipo de investigación

El tipo de la investigación será aplicada debido a que se pondrá en práctica todos los conocimientos adquiridos sobre el tema. Además, se realizará una propuesta de la estación de producción de empanadas mediante el análisis ergonómico considerando las medidas antropométricas y las dimensiones de los equipos.

1.4 Alcance

El alcance será descriptivo debido a que se especificará el proceso de producción y explicativo debido a que se determinará como la productividad aumenta aplicando la ergonomía.

1.5 Enfoque

El presente trabajo tendrá un enfoque mixto. Enfoque cualitativo (40%) con la revisión sistemática de literatura y aplicación de la técnica de la entrevista. También, se tiene un enfoque cuantitativo (60%) debido a la recolección de información de los datos antropométricos y la maquinaria realizado en la empresa.

1.6 Orientación de la investigación

El presente trabajo desea identificar dolores y molestias en los operarios durante el proceso de producción y así mejorar las condiciones de trabajo al realizar una propuesta de la estación. De esta manera, se incrementará la productividad y se podrá evitar el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en los operarios.

NOTAS (AGRADECIMIENTO)

Queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestro asesor, por su constante apoyo y disponibilidad, siempre brindándonos su tiempo para resolver nuestras dudas. También queremos agradecer al profesor Luis Santos, que desde el inicio nos brindó su tiempo para orientarnos y darnos feedbacks para mejorar nuestro trabajo.

Asimismo, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestras familias, que me brindaron su motivación y apoyo incondicional, a nuestros amigos, que nos acompañaron en toda esta aventura universitaria, y a los profesores que tuvimos durante la carrera, que nos enseñaron que siempre hay que ver más allá de las situaciones.

REFERENCIAS

- Acevez Gonzales, C., & Rey Galindo, J. (2021). En búsqueda de ciudades sostenibles, seguras e inclusivas. Aportes críticos desde la ergonomía y el diseño. *ACE: Architecture, City and Environment*. doi:<https://doi.org/10.5821/ace.16.47.9691>
- Beheshti, M. H. (2014). *Journal of Occupational Health and Epidemiology*. doi:<https://doi.org/10.18869/acadpub.johe.3.2.72>
- Carbonell Bastidas, J. (2017). *ERGONOMÍA EN LA INDUSTRIA PANADERA : ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES CRÍTICAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PAN*. Obtenido de Repositorio Universidad San Francisco de Quito: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6953>
- Cruz-Rivero, L., Estévez-Gutiérrez, I., Delgado-Soto, S., & Cruz-Martínez, P. (2020). *La necesidad de estudios antropométricos para la mejora de condiciones ergonómicas en la elaboración de productos artesanales*. Obtenido de REVISTA INTERNACIONAL DE DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/96>
- Dabaghi-Tabriz, F., Bahramian, A., Rahbar, M., Esmailzadeh, M., & Alami, H. (2020). Ergonomic Evaluation of Senior Undergraduate Students and Effect of Instruction Regarding Ergonomic Principles on It. *Maedica*. doi:<https://doi.org/10.26574/2Fmaedica.2020.15.1.81>
- Diego Mas, J. (2022). *Método REBA - Rapid Entire Body Assessment*. Obtenido de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Diego-Mas, J. A. (2022). *Método RULA - Rapid Upper Limb Assessment*. Obtenido de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Ergonautas*. (2016). Obtenido de Prevención Integral: <https://www.prevencionintegral.com/comunidad/empresas/ergonautascom>

- Fontalvo Herrera, T. J., De la Hoz Granadillo, E., & Morelos Gomez, J. (2017). Productivity and its Factors: Impact on Organizational Improvement. *Dimensión Empresarial*. doi:<https://doi.org/10.15665/rde.v15i2.1375>
- Gómez Echeverry, L., Velásquez Restrepo, S., Castaño Rivera, P., Valderrama Mejía, S., & Ruiz Molina, M. (2018). La antropometría y la baropodometría como técnicas de caracterización del pie y herramientas que proporcionan criterios de ergonomía y confort en el diseño y fabricación de calzado: una revisión sistemática. *PROSPECTIVA*. doi:<http://dx.doi.org/10.15665/rp.v16i1.901>
- Gomez-Salazar, L. (2022). Representaciones sociales de la Ergonomía en personal directivo. *Revista Venezolana de Gerencia*. doi:<https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.4>
- International Ergonomics & Human Factors Association. (2000). *¿Qué es Ergonomía?* Obtenido de <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>
- Mamani Hualpa, R. S. (2021). Impacto de la ergonomía en la productividad, una revisión sistemática entre los años. *Qantu Yachay*. doi:<https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v1i1.6>
- Molina, R., Galarza Cachiguango, I. S., Villegas Estévez, C. J., & López Egas, P. X. (2018). Evaluación de riesgos ergonómicos del trabajo en empresas de catering. *Turismo y Sociedad*. doi:<https://doi.org/10.18601/01207555.n23.06>
- Nelfiyanti, & Mohamed, N. (2022). Analysis of Measurement and Calculation of MSD Complaint of Chassis Assembly Workers Using OWAS, RULA and REBA Method. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*. doi:<https://doi.org/10.15282/ijame.19.2.2022.05.0747>
- Rithinyo, M., Loatong, P., Maichum, K., & Parichatnon, S. (2021). Workstation improvement to reduce muscle aches during silk degumming and dyeing in silk weaving profession in Nakhon Ratchasima province. *Engineering and Applied Science Research*. doi:https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14456/easr.2022.13
- Rodríguez Ruíz, Y., & Pérez Mergarejo, E. (2016). Diagnóstico macroergonómico de organizaciones colombianas con el Modelo de madurez de Ergonomía. *Revista Ciencias de la Salud*. doi:<https://doi.org/10.12804/revsalud14.especial.2016.01>
- Rodríguez Ruíz, Y., Pérez Mergarejo, E., & Barrantes Pastor, W. A. (2019). Evaluación de la exposición a factores de riesgo de desórdenes musculoesqueléticos de tareas de minería subterránea. *Scientia et Technica*. doi:<https://doi.org/10.22517/23447214.20061>
- Saavedra-Robinson, L., Marín-Londoño, V., & Palacios Gonzáles, C. (2018). Diseño de un plan de acción para reducir la carga física biomecánica en empresas del sector del calzado del Valle del Cauca. *UIS Ingenierías*. doi:<https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-2018021>
- Sociedad Nacional de Industrias. (2018). *Industria panadera creció 4.1% en el primer semestre del 2018*. Obtenido de <https://sni.org.pe/industria-panadera-crecio-4-1-primer-semestre-del-2018/>
- Vásconez, R., & Jama, F. (2022). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en trabajadores de la industria panificadora. *Revista de Ergonomía*, 15.

Yazdanirad, S., Pourtaghi, G., Ghasemi, M., & Raei, M. (2022). Development of modified rapid entire body assessment (MOREBA) method for predicting the risk of musculoskeletal disorders in the workplaces. *BMC Musculoskeletal Disorders*. doi:<https://doi.org/10.1186/s12891-022-05011-7>

Zorrilla Muñoz, V., Agullo Thomas, M., & Petz, M. (2018). Ergonomic Risk Factors Analysis with Multi-Methodology Approach: Assessing Workers' Activities in Buildings under construction. doi:<https://doi.org/10.6036/8764>

ANEXOS.

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Ergonomic Model to Reduce the Development of Musculoskeletal Disorders in the Process of Production of Empanadas in a SME
- **Autores: Nombre(s) de los bachilleres en proceso de titulación:** Mariel Pinche Ruiz y Rodrigo Ventura Paredes
- **Co autor(es): Nombre(s) del (de los) asesor(es) del trabajo de tesis, que haya(n) participado en la elaboración y presentación del artículo de investigación:** Wilfredo Hernandez Gorriti.

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)
- **Organizador:** Dr. Johanna Trujillo Díaz
- **Sede:** Facultad de Ciencias Económicas y Administrativa Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, Colombia.
- **Año:** 2024
- **Pp:** Página 42. Link: <https://www.ieomsociety.org/documents/program-2024bogota.pdf>
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.46254/SA05.20240206>

Pinche and Ventura_IEOM 2024-final.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	ieomsociety.org Fuente de Internet	5%
2	www.ieomsociety.org Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Academic Library Consortium Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to University of New York in Tirana Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Trabajo del estudiante	1%
6	"Ergonomics for Design and Innovation", Springer Science and Business Media LLC, 2022 Publicación	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo