

Diseño de mesas de trabajo ergonómicamente adecuadas para mujeres panaderas

Ergonomically suitable worktable design for female bakers

Gaudencio Antonio-Benito¹, Eduardo FrancoAustria¹, Mariela-Lizeth Martínez-Hernández¹

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS Tamazunchale, San Luis Potosí, México.

Recibido: 19-10-2021

Aceptado: 11-12-2021

Autor correspondal: gaussjordan15@gmail.com

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo divulgar el conocimiento específico en el diseño y fabricación de mesas de trabajo ergonómicamente adecuadas para mujeres panaderas indígenas que viven en comunidades marginadas. La ergonomía es aplicada desde el principio de la investigación con el fin de mejorar las condiciones de trabajo y la salud ocupacional de las mujeres, de tal forma que las mesas de trabajo sean adaptadas como estaciones de trabajo para los sistemas productivos de panadería artesanal bajo las condiciones antropométricas adecuadas. Se tomó como caso de estudio a las mujeres artesanas que viven en las comunidades de la región sur del estado de San Luis Potosí, se realizaron estudios de riesgos ergonómicos y determinación de percentiles para el diseño de las mesas.

Palabras clave: Mesas de Trabajo, Mujeres, Panadería, Ergonomía.

Abstract

The present research work aims to disseminate specific knowledge in the design and manufacture of ergonomically suitable work tables for indigenous women bakers living in marginalized communities. Ergonomics is applied from the beginning of the research in order to improve the working conditions and occupational health of women, in such a way that the work tables are adapted as work stations for the production systems of artisan bakery under the suitable anthropometric conditions. Women artisans living in the communities of the southern region of the state of San Luis Potosí were taken as a case study, studies of ergonomic risks and determination of percentiles for the design of the tables were carried out.

Keywords: Work Tables, Women, Bakery, Ergonomics.

Introducción

La ergonomía y la interrelación entre personas tiene en cuenta la salud de los trabajadores con una visión sobre el método de evaluación de riesgos individuales, como colectivas (Velásquez, Caballero y Espinoza, 2019). Mejorar el bienestar y el rendimiento general de las empresas son los objetivos finales de la ergonomía, que se logran mediante intervenciones ergonómicas (Heidarimoghadam, Mohammadfam, Babamiri, et al. 2020). La

ergonomía ha tomado un papel fundamental en las empresas; debido a que se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia (Lugo, Sánchez y Mallama, 2020), la ergonomía está a la vanguardia de los avances tecnológicos como la robótica industrial colaborativa que es una de las principales tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 (Gualtieri, Palomba, Merati, et al. 2020).

Los trastornos musculoesqueléticos, están asociados con costos muy altos en términos de pérdida de productividad, sin embargo, en las líneas de producción más pequeñas, la adaptación regular de toda la estación de trabajo es un gran desafío (Kim, Lorenzini, Balatti, et al. 2019). Ante esta situación, las industrias han tomado múltiples iniciativas para rediseñar sus lugares de trabajo basándose en criterios ergonómicos Rapid Upper Limb Assessment (RULA) para estaciones de trabajo, existentes y modificadas (Colim, Carneiro, Costa, et al. 2019), donde se ha reconocido que las posturas torpes de espalda y cuello son un problema común en los trabajadores de panadería (Joudakinia, Afshari, Saki y Bigdeli, 2020). Otros países demuestran que diagnosticar el riesgo ergonómico ayudan disminuir el nivel de riesgo ergonómico en los procesos de producción (Rodríguez, 2019). Por lo anterior la investigación establece la metodología utilizada por los principios ergonómicos enfocados en el diseño de estaciones de trabajo para panaderías artesanales. Expertos mencionan que es importante analizar primero a la situación que enfrentan las empresas panaderas en términos de productividad y eficiencia (Medina, 2020). Existen casos documentados que estudian las posturas ergonómicas (Madurga, 2020), otras evalúan los riesgos ergonómicos por el método Ovako Working Analysis System (OWAS) (Bravo, 2019), para establecer medidas que prevengan pérdidas económicas por ausentismo laboral en empresas productora de pan.

El pan artesanal es una industria local que fomenta el crecimiento de pequeñas empresas mexicanas (Alfaro, 2017), por ello, el sector artesanal tiene relevancia económica en un 99.8% de las empresas en México (Ramírez, Domínguez y Vallejo, 2011). En el estado de San Luis Potosí el 42.46% de la distribución económica se encuentra en el comercio de alimentos (INEGI, 2020), por lo que la investigación establece que hay suficiente evidencia de mujeres productoras de pan en comunidades marginadas en la zona sur de San Luis Potosí.

Materiales y métodos

Metodología

Diagnóstico de las panaderías artesanales

Se realizó el diagnóstico donde se encontró que las pequeñas empresas elaboran panes de dulce tales como conchitas, cuernitos, coronitas y bolillos. No se tienen fijados los días en los que se realiza el pan, debido a que son elaboradas por mujeres sin conocimiento técnico (administración de las operaciones) y no mantienen un sistema de producción estable y sólo los realizan cada que se tiene tiempo. Cabe mencionar que el proceso es artesanal debido a que todo se realiza de forma manual y se utiliza horno de barro. El área de producción no se encuentra delimitado y no hay una correcta asignación de los espacios para cada tarea del proceso que debe pasar el pan. El proceso para la elaboración de los panes es mezclado, amasado, reposado, corte, moldeado, reposo, cocción y enfriamiento haciendo de estos datos el diagrama de bloques del proceso.

Una vez conocido y analizado el proceso de producción que las diversas panaderías, se determinó el problema principal son las lesiones laborales (musco-esqueléticas), con el diagrama causa – efecto (figura 1) se determinó que las lesiones son provocadas por diversos factores como son entorno, métodos, máquinas, material y desde luego por el personal. Durante el proceso se destacan las siguientes características técnicas que pueden causar lesiones graves en el personal: la temperatura de un horno de barro se encuentra entre 200°C a 270°C; no se usa equipos de seguridad personal como son guantes, pinzas o equipo de traslado para materiales calientes; se realiza el retiro de residuos de madera quemada (brasas) utilizando una escoba de madera sin uso de medidas de seguridad; se usan mesas convencionales (deterioradas) para todo el proceso y se utilizan charolas de plástico no aptas para el amasado, por todo lo anterior el equipo de investigación en conjunto con el personal de las panaderías se determinó lo que causa principal de las lesiones laborales son la mano de obra y el método de trabajo, sin embargo, se resalta que, al ser un proceso artesanal, se presenta mayor inclinación hacia el método de trabajo ya que no se sigue un procedimiento estándar en las operaciones y se carece de una estación de trabajo adecuado, lo que causa que las posturas sean inadecuadas aumentando el riesgo de lesiones laborales. De acuerdo a entrevistas realizadas, las mujeres argumentan que el moldeo y amasado son actividades del proceso de producción de pan más agotadores, pues no tienen las condiciones físicas adecuadas para trabajar por lo que el equipo de investigación también enfatiza en modificar el método de trabajo mediante estaciones de trabajo adecuadas.

Análisis de riesgos ergonómicos

Se aplicó el método de evaluación de la NOM-035-STPS-2018 cuyas evaluaciones identificó los principales factores de riesgo psicosocial y evaluó el entorno organizacional en los centros de trabajo del sector panadero en el sur de San Luis Potosí mediante la aplicación de encuestas.

Se realizó una evaluación rápida y participativa de trastornos musculo esqueléticos por parte del Manual de asesoramiento técnico de riesgos ergonómicos del sector panadero y una serie de recomendaciones de buenas prácticas en las panaderías para reducir los riesgos de tipo ergonómico.

Con el método Suzanne Rodgers (Rodgers, 2004) se logró detectar la fatiga de las mujeres, mediante la aparición de lesiones o enfermedad en los músculos activos, tratando de inferir a simple vista cuales son las actividades que generan un mayor impacto a la salud del operador que representan un mayor riesgo (figura 2) en 7 regiones: 1) Cuello; 2) hombros; 3) espalda; 4) brazos, codos; 5) mano, muñeca, dedos; 6) pierna, rodilla y 7) tobillo, pie, dedos.

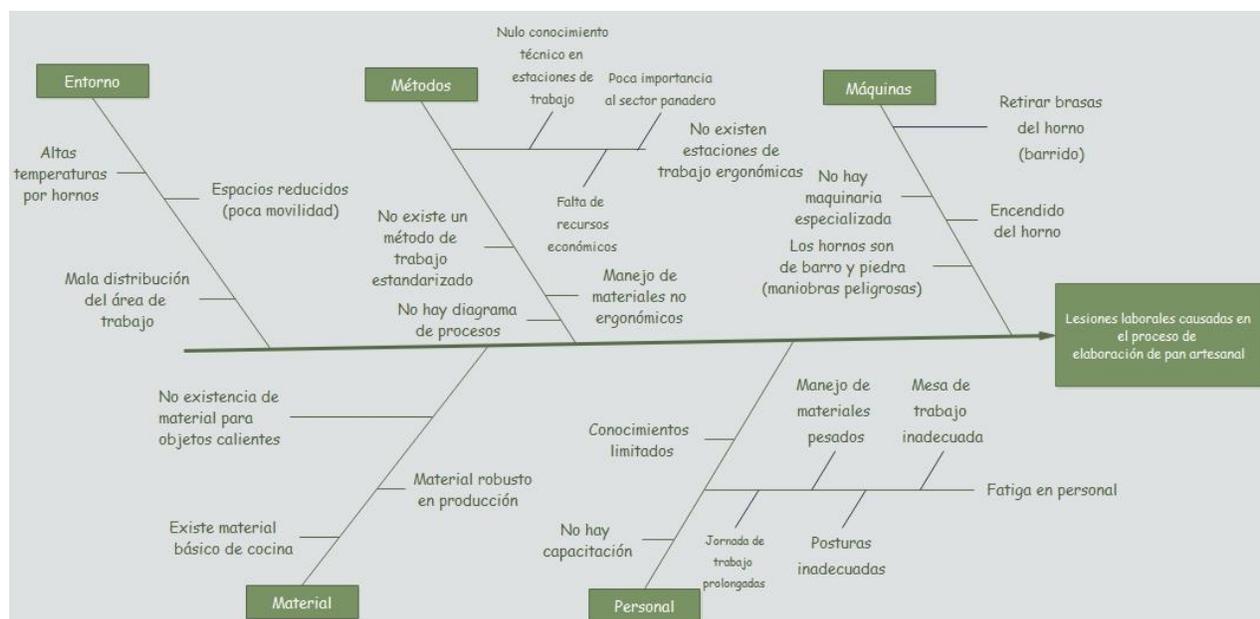


Figura 1. Diagrama causa – efecto para la determinación de las causas que provocan las lesiones laborales en el proceso de elaboración de pan artesanal.

Elaboración de la masa mediante la mezcla de los ingredientes									
Parte del cuerpo	Ligero (1)	Moderado (2)	Fuerte (3)	Esfuerzo	Duración	Frecuencia	Código	Nivel	
Cuello	Cabeza girada parcialmente a un lado, hacia atrás o ligeramente hacia delante.	Cabeza girada a un lado. Cabeza completamente hacia atrás. Cabeza hacia delante unos 20°	Igual que en moderado, pero con fuerza o peso. Cabeza estirada hacia delante.	2	3	2	7	Medio	
Hombros	Brazos ligeramente despegados. Brazos extendidos sobre algún apoyo.	Brazos despegados del cuerpo, sin apoyo. Trabajar por encima de la cabeza.	Ejercer fuerzas o sostener peso con las manos despegadas del cuerpo o por encima de la cabeza.	Derecho	2	2	3	8	Alto
				Izquierdo	2	2	3	8	Alto
Espalda	Doblada a un lado o inclinada. Espalda arqueada	Inclinada hacia delante, sin peso. Elevar cargas pesadas cerca del cuerpo. Trabajar por encima de la cabeza.	Subir cargas o Ejercer fuerza con la Espalda girada. Fuerza elevada o carga mientras se está inclinado.	2	3	2	7	Medio	
Brazos/Codos	Brazos despegados del cuerpo, sin carga. Elevar cargas ligeras cerca del cuerpo.	Girar el brazo mientras se hace una fuerza moderada	Ejercer fuerzas grandes con rotación. Elevar cargas con los brazos extendidos.	Derecho	2	3	2	7	Medio
				Izquierdo	2	3	2	7	Medio
Manos/Dedos/Muñecas	Fuerzas o pesos leves que se cogen junto al cuerpo. Muñecas derechas. Agarre cómodo.	Mangos demasiado anchos o estrechos. Ángulos moderados en la muñeca, especialmente de flexión. Uso de guantes con fuerza moderada.	Agarre punzante. Ángulos grandes de giro en la muñeca. Superficies deslizantes.	Derecho	2	2	3	8	Alto
				Izquierdo	2	2	3	8	Alto
Piernas/Rodillas/Tobillos/ Pies/Dedos	Permanecer de pie. Andar sin inclinarse o girarse. Peso repartido entre ambos pies.	Inclinación hacia delante. Inclinarse sobre una mesa. Peso sobre un solo lado. Pivotar mientras se ejerce fuerza.	Ejercer fuerzas grandes empujando o elevando cargas. Agacharse mientras se ejerce una fuerza.	Derecho	1	3	2	5	Medio
				Izquierdo	1	3	2	5	Medio

Figura 2. Análisis Suzanne Rodgers para el amasado de los ingredientes de pan artesanal con clasificación 1 para una duración de nivel por esfuerzo es <6 segundos, 2 entre 6 y 20 segundos y 3 >20 segundos.

El método OWAS (Karhu, Härkönen, Sorvali y Vepsäläinen, 1981) establece las diferentes posturas adoptadas por las mujeres panaderas durante el desarrollo de las actividades, se determinó la postura que ocasiona una mayor carga postural y la parte del cuerpo que presenta mayor riesgo de lesiones, las posturas se encuentran en la tarea identificada como “elaboración de la masa” (figura 3) es calificada actividad con nivel (2) de riesgo alto con una frecuencia de 24 de 40 con porcentaje de 72.5 del 100%.

El método NIOSH (Health, 1994) evaluó las tareas en las que se realizan levantamientos de carga mediante la ecuación, ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado (RWL) que es posible levantar para la aparición de lumbalgias y problemas de espalda.

El método RULA (McAtamney, 1993) evaluó los factores de riesgo (en el proceso de elaboración de masa) que puedan ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo de las mujeres; dividiendo el cuerpo en dos grupos: grupo A compuesto por el brazo, antebrazo y muñeca (figura 4) y grupo B lo conforman el cuello, el tronco y las piernas. Aunado a lo anterior también se realizó la actividad de estandarizar las medidas, para poder obtener los percentiles adecuados de cada uno de los grupos de mujeres panaderas.

		Método OWAS EN LA POSTURA 1																				
		Piernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
Espalda	Brazos	Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga					
		<10kg	<20kg	>20kg	<10kg	<20kg	>20kg	<10kg	<20kg	>20kg	<10kg	<20kg	>20kg	<10kg	<20kg	>20kg	<10kg	<20kg	>20kg			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Figura 3. Método OWAS para análisis de la categoría de riesgo de la postura 1 en la elaboración de masa.

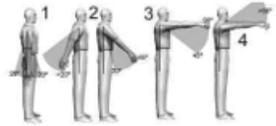
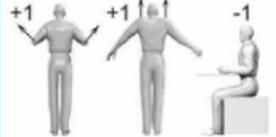
1. Puntuación del brazo												
Fotografías de posiciones reales	Guía de posiciones	Puntuación										
 <p>ergonoma</p> <p>Ángulos: 45° - 300°</p>	 <p>La puntuación de este miembro del cuerpo podrá verse aumentada o disminuida, si el trabajador posee los hombros levantados, si los brazos presentan rotación, si el brazo se encuentra separado o abducido respecto al tronco, o si existe un punto de apoyo durante el desarrollo de la tare</p> 	<p>Puntos Posición</p> <table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>Extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Flexión entre 45° y 90°</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Flexión > 90°</td> </tr> </table> <p>Puntos Posición</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Si los brazos están abducidos</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Si el brazo tiene un punto de apoyo.</td> </tr> </table>	2	Extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°.		Flexión entre 45° y 90°		Flexión > 90°		Si los brazos están abducidos		Si el brazo tiene un punto de apoyo.
		2	Extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°.									
	Flexión entre 45° y 90°											
	Flexión > 90°											
	Si los brazos están abducidos											
	Si el brazo tiene un punto de apoyo.											

Figura 4. Evaluación ergonómica de los miembros superiores grupo A para el proceso de amasado en mesa de trabajo convencional mediante E- DPI RULA y RULER (Medición de ángulos en fotografías).

Diseño y fabricación de las mesas ergonómicas

Se realizaron las medidas antropométricas de los cuales se utilizaron las más importantes para la investigación tales como SPAM, altura de la cadera, alcance lateral del brazo y la anchura de cadera, esto con el objetivo de hacer un análisis detallado en el software STATGRAPHICS (figura 5).

Con los percentiles obtenidos se diseñan las mesas de trabajo y son expuestas en planos de distintas presentaciones 2D-3D, renders y plotters para posteriormente imprimirlas y ser las bases para fabricar las mesas. Se analizaron las tolerancias mediante control

estadístico de calidad y elaboraron 5 mesas de trabajo las cuales fueron entregadas y monitoreadas en cuanto a su uso.

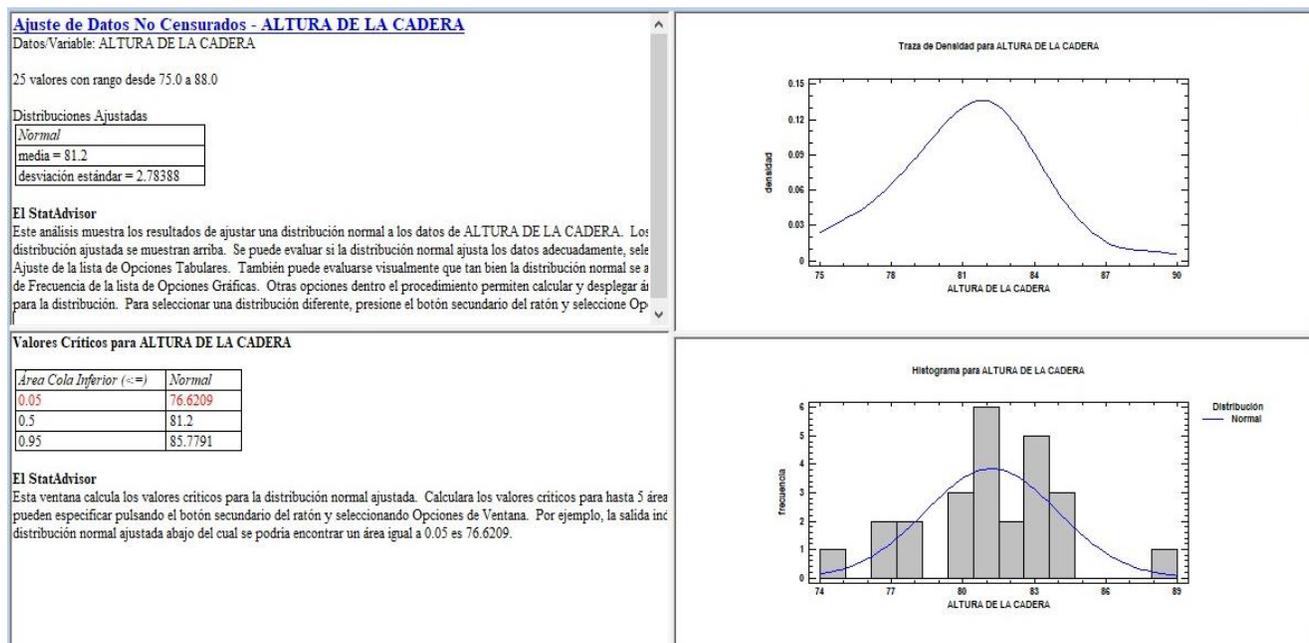


Figura 5. Resultados estadísticos de percentiles de las medidas antropométrica “altura de la cadera”, tomado como de una muestra de 25 mujeres panaderas.

Resultados y discusión

Con Suzanne Rodgers se determinó que la causa raíz principal de las lesiones causadas en la actividad de “elaboración de masa” (mezcla de ingredientes - materia prima) son por las áreas de trabajo inadecuadas, esto es porque las actividades formación de las piezas de pan tienen valor 6 en medio, elaboración de la masa 4 en medio y 2 en alto y la actividad división de masa 5 en medio y 1 en alto. Al identificar a “elaboración de masa” es la actividad con mayor riesgo se realizó; el estudio OWAS señala una codificación de 2-1-2-1 donde se encuentra la espalda doblada al considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20°. Los dos brazos abajo debido a que ambos brazos de las mujeres están situados bajo el nivel de los hombros. De pie con las piernas rectas al observar que la actividad se realiza con las piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas. Moldeando una carga menos de <10 kg, durante un tiempo prolongado dependiendo de la producción. Una vez codificadas las posturas incluidas en la evaluación se calculó la categoría de riesgo de cada una de ellas y OWAS asigna una categoría de riesgo a cada postura a partir de su código de postura que nos ayuda a concluir que es necesario acciones correctivas.

Para llevar a cabo la “elaboración de masa” es necesario el levantamiento y transporte de materia prima como son bultos de harina, bultos de azúcar, cubetas de agua, etc. Por lo que el método NIOSH establece que índice de carga tanto como el origen y destino tienen un valor entre > 1 y < 3, por lo que se puede concluir que la tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores, conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.

La evaluación mediante el método RULA arroja que las panaderas son sometidas a posturas como abducción de hombros, flexiones de los brazos entre 45° y 90°, flexiones del antebrazo entre 60° y 100°, flexiones y extensiones mayores a 15° en las muñecas, así como desviaciones radiales en las mismas, flexiones del cuello mayores a 20°, la flexión del tronco varía entre 20 y 60° y el peso no está simétricamente distribuido, además las posturas son estáticas al amasar la materia prima reflejándose principalmente en las piernas al estar en posición de bipedestación por más de 25 a 30 minutos, por último se presenta manipulación de bollos de masa cuyo peso varía de 4 a 5 kilos repitiendo esta situación más de 4 veces por minuto en la etapa de amasado. Por lo anterior en la figura 6 se observa que la puntuación global final es de 7, y de acuerdo a la tabla 1 se recomienda hacer cambios urgentes en el puesto de trabajo o tarea.



Figura 6. Resultados de la puntuación global de los factores de riesgo del grupo A y B de las mujeres panaderas utilizando el método RULA en el software E-RULA DPI.

Con estudios antropométricos y la determinación de percentiles se diseñaron las mesas de trabajo con las siguientes especificaciones (figura 7): Altura de la mesa; para definir la altura

de la mesa se tomó en cuenta el principio del diseño para el promedio (percentil 50) de la medida antropométrica altura de la cadera, el cual es de 81.2. Esto basado en la frecuencia de los datos, el cual la mayoría recae en el intervalo de 79 a 85. Largo de la mesa; para determinar lo largo de la mesa, se tomó en cuenta promedio (percentil 50) de la medida antropométrica alcance lateral del brazo, el cual es de 67.036, esto establecido en la frecuencia de los datos, donde la mayoría recae en el intervalo 63 a 68.5.

Abertura frontal de la mesa; para definir lo ancho del centro donde se colocará la persona para realizar las tareas, se tomó en cuenta el principio del diseño para el promedio (percentil 50) de la medida antropométrica anchura de la cadera el cual fue de 41.664. esto basado en la frecuencia de los datos, donde la mayoría recae en el intervalo 41 a 47. Cubierta; para determinar las dos cubiertas de la mesa se tomó en cuenta el diámetro de la masa y el peso de la misma, así como los dos tipos de pan que se produce, el salado y el dulce.

Se realizó un plan de monitoreo y muestreo de uso de las mesas de trabajo (figura 8) y se demostró que las panaderas mantenían movimiento en cuello entre 0° - 20° flexión, tronco erguido, las rodillas estaban erguidas o debes en cuando entre 30° - 60° de flexión con apoyo bilateral del peso, los brazos con postura mayor de 20° oscilando entre 20° - 45° de flexión, las muñecas entre 0° - 15° de flexión/extensión, por lo que es aceptable con modificaciones regulares en la postura de las mujeres que serán requeridos por hábitos de trabajo pero no por mal diseño de las mesas, se establece que las mesas cumplen con el objetivo de otorgar a las mujeres posturas adecuadas para el trabajo reduciendo sus malestares y aumentando su productividad.

Tabla 1. Puntuación final oscilando entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo de lesión; indicador del nivel de actuación propuesto por el método RULA.

Puntos	Posición
1	Cuando la posición final es 1 o 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 o 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
3	La puntuación final es 5 o 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Se realizó un plan de monitoreo y muestreo de uso de las mesas de trabajo (figura 8) y se demostró que las panaderas mantenían movimiento en cuello entre 0° - 20° flexión, tronco erguido, las rodillas estaban erguidas o debes en cuando entre 30° - 60° de flexión con apoyo

bilateral del peso, los brazos con postura mayor de 20° oscilando entre 20° - 45° de flexión, las muñecas entre 0° - 15° de flexión/extensión, por lo que es aceptable con modificaciones regulares en la postura de las mujeres que serán requeridos por hábitos de trabajo pero no por mal diseño de las mesas, se establece que las mesas cumplen con el objetivo de otorgar a las mujeres posturas adecuadas para el trabajo reduciendo sus malestares y aumentando su productividad. Orden y limpieza son parte de las buenas prácticas de la manufactura y que la mesa de trabajo también ofrece, pues por su diseño otorgan orden en la estación de trabajo, haciendo que la materia prima se fácil de localizar, coger y batir, así mismo establece secciones que hace posible incluso que hasta más de 2 mujeres trabajen en una sola mesa bajo orden y con limpieza total por el acabado de la madera y su fácil limpieza.

Trabajo a futuro

Las lesiones laborales o nula salud ocupacional de las mujeres no solo se deben al método de trabajo sino también al factor Mano de Obra, Medio Ambiente y Maquinaria por lo que se recomienda que futuras investigaciones se centren en apoyar estos aspectos, muchas filosofías generales como Lean Manufacturing podrían ayudar a mejorar los sistemas de producción artesanal en las que trabajan las mujeres que viven en zonas rurales marginadas.

Conclusiones

Con la realización de este proyecto de Investigación hemos diagnosticado la situación que viven las zonas marginadas de San Luis Potosí, ya antes se conocía que las mujeres son el pilar en todos los hogares, ellas apoyan en la familia dado que los hombres no encuentran una actividad estable. Las mujeres se dedican a la actividad de panadería en su mayoría y se ha observado también padecen de muchas enfermedades esto a consecuencia de malas posturas.

Se ha realizado un estudio ergonómico de las posturas, percentiles y movimientos que ejecutan; para el desarrollo de estas mesas ergonómicas y se ha expuesto con más detenimiento aquellas que nos ha parecido la más adecuada atendiendo a las necesidades de dichos grupos de mujeres.

Para poder tomar un criterio de elección de las medidas adecuadas, previamente se estudiaron las necesidades y medidas de los grupos de mujeres y se ha concluido que con la

implementación de herramientas de apoyo para las mujeres panaderas como lo son las mesas ergonómicas, resulta importante para su aplicación.

Es interesante destacar, cómo las comunidades manifiestan de manera indirecta y directa la necesidad de que más personas volteen a verlos y mostrarles algunos métodos que mejoren la elaboración de sus actividades; esto nos impulsa como investigadores a el desarrollo de nuevas ideas para satisfacer las necesidades que este sector manifiesta ya que, para estas comunidades, el hecho de vender sus productos es su principal fuente de ingreso.

Se han conseguido alcanzar todos los objetivos propuestos inicialmente, la de diseñar y fabricar las mesas de trabajo, también entregarlas y monitorear su uso y comportamiento de las mujeres al momento de realizar las actividades de producción.

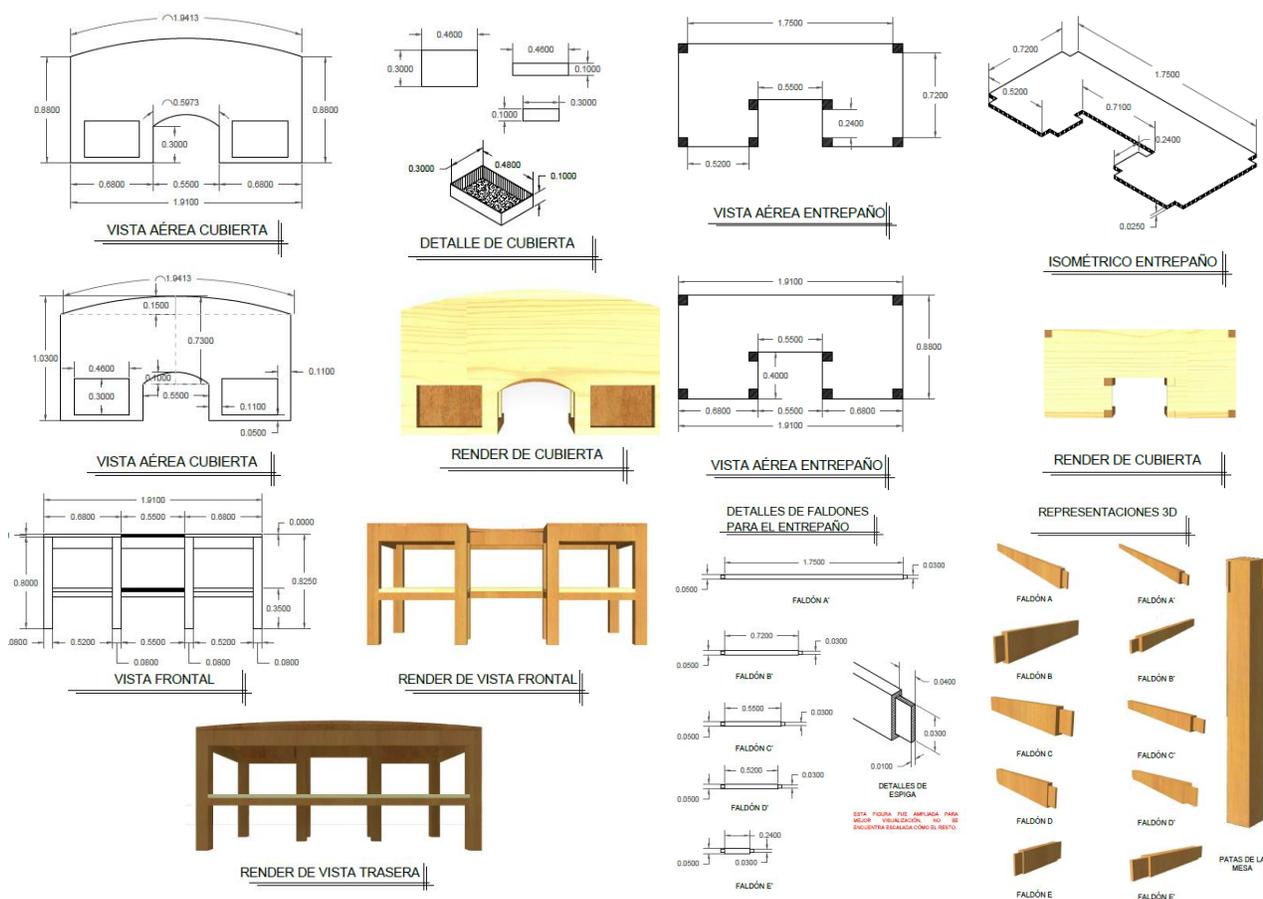


Figura 7. Presentación en escala 1:26 del diseño en plano 2D y 3D de las mesas ergonómicas de trabajo para mujeres panaderas a partir de percentiles.

Agradecimientos

Agradecemos la participación de las mujeres indígenas líderes C. Agustina Antonio Santiago, C. Martina De Jesús Sánchez, C. Maribel Ávila Rivera, C. Tomasa Rivera Sánchez y C. Alma Rosa Hernández Hernández, al Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, Instituto Politécnico Nacional - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) y a la Empresa ARqdOM arquitectura, diseño, construcción, por sus asesorías técnicas. El proyecto se logró con el financiamiento del Tecnológico Nacional de México y del Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale con la participación activa de los estudiantes Daniela Hernández González, Crithian Fernando Reyes Arvizu y Leopoldino Aguilar Martínez.



Figura 8. Uso de las mesas de trabajo por parte de las mujeres panaderas de las comunidades Coxotla Santiago Municipio de Tamazunchale y Los Cues Municipio de Tampacan, San Luis Potosí.

Referencias

Alfaro A. (2017). “¿Qué es el pan artesanal?”, Gournet de México”, recuperado de <https://gournetdemexico.com.mx/comida-y-cultura/que-es-el-pan-artesanal/>.

Bravo Vidal, R. D. (2019). *Evaluación de riesgos ergonómicos por el método Owas, para establecer medidas que prevengan pérdidas económicas por ausentismo laboral en una empresa productora de pan* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.).

- Colim, A., Carneiro, P., Costa, N., Arezes, P. M., & Sousa, N. (2019). Ergonomic assessment and workstation design in a furniture manufacturing industry—a case study. In *Occupational and Environmental Safety and Health* (pp. 409-417). Springer, Cham.
- Gualtieri, L., Palomba, I., Merati, F. A., Rauch, E., & Vidoni, R. (2020). Design of human-centered collaborative assembly workstations for the improvement of operators' physical ergonomics and production efficiency: A case study. *Sustainability*, *12*(9), 3606.
- Health. Division of Physical Sciences. (1994). *NIOSH, Manual of Analytical Methods*. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Physical Sciences and Engineering.
- Heidarimoghadam, R., Mohammadfam, I., Babamiri, M., Soltanian, A. R., Khotanlou, H., & Sohrabi, M. S. (2020). What do the different ergonomic interventions accomplish in the workplace? A systematic review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 1-25.
- INEGI (2020). "Censos económicos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía", recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019>
- Joudakinia, L., Afshari, D., Saki, A., & Bigdeli, A. (2020). Evaluation of biomechanical risk factors for neck and back disorders in traditional bakers during a work-day: Implications for ergonomics intervention. *Archives of Environmental & Occupational Health*, *76*(2), 86-93.
- Karhu, O., Härkönen, R., Sorvali, P., & Vepsäläinen, P. (1981). Observing working postures in industry: Examples of OWAS application. *Applied ergonomics*, *12*(1), 13-17.
- Kim, W., Lorenzini, M., Balatti, P., Nguyen, P. D., Pattacini, U., Tikhanoff, V., ... & Ajoudani, A. (2019). Adaptable workstations for human-robot collaboration: A reconfigurable framework for improving worker ergonomics and productivity. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, *26*(3), 14-26.
- Lugo Sánchez, D. M., Sánchez Castro, S. Y., & Mallama Sangama, Y. L. (2020). *Evaluación Ergonómica* (Bachelor's thesis, Universidad EAN).

- Madurga Turiño, E. E. (2020). Evaluación ergonómica de una línea de producción de masas de pizza en una empresa ubicada en la ciudad de Quito.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied ergonomics*, 24(2), 91-99.
- Medina Sanchez, C. J. S. (2020). Modelo de mejora de procesos para incrementar la productividad en el área de producción de la Panadería y Pastelería Antón del Arco.
- Ramírez, V. H., Domínguez, D. P., & Vallejo, M. A. A. (2011). Las mipymes artesanales como un medio de desarrollo para los grupos rurales en México. *Universidad & empresa*, 13(21), 65-92.
- Rodgers, S. H. (2004). Muscle fatigue assessment: functional job analysis technique. In *Handbook of human factors and ergonomics methods* (pp. 130-141). CRC Press.
- Rodríguez Rey, A. T. (2019). *Propuesta para la reducción del riesgo ergonómico en los procesos de producción en la empresa CI Millenium Flower SAS* (Bachelor's thesis, Universidad El Bosque).
- Velásquez, C. A. L., Caballero, J. R. D., & Espinoza, G. A. P. (2019). La ergonomía en la prevención de problemas de salud en los trabajadores y su impacto social. *Revista Cubana de Ingeniería*, 10(2), 3-15.