

RIESGOS ERGONÓMICOS EN LA PRODUCCIÓN DE MUEBLES PARA OFICINA

ERGONOMIC RISKS IN THE PRODUCTION OF OFFICE FURNITURE

Raquel Muñoz Hernández*

Saúl Rangel Lara**

Resumen: La investigación se desarrolló en una empresa manufacturera de muebles de oficina en el estado de México municipio de Tultitlan de Mariano Escobedo, específicamente en el proceso de empaque, con el objetivo de identificar si existe riesgo biomecánico y su relación con las características antropométricas de los trabajadores, así como su posible relación con daños acumulativos en los trabajadores y enfermedades profesionales. La investigación fue parte de un proyecto general sobre accidentes y ausentismo en el Estado de México. Es una investigación descriptiva de corte transversal. Se evaluaron los puestos de trabajo, de forma inicial, se entrevistó a los operarios y se recopiló información de la accidentalidad en la empresa, posteriormente se observaron los procesos para la evaluación de riesgos con el método Suzzane Rogers. Luego, se llevaron a cabo mediciones antropométricas para la generación de la base de datos con autorización por escrito de los trabajadores. Los resultados muestran que existe riesgo de que los trabajadores adquieran disfunciones traumáticas acumulativas en levantamientos, específicamente a causa de un agarre deficiente. La propuesta fue optimizar el proceso de forma integral, con la implementación de métodos ergonómicos y la readecuación de la estación de trabajo con base en los datos antropométricos obtenidos para un mejor desempeño de las tareas y siguiendo las recomendaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018.

Palabras clave: Ergonomía, repetitividad, puesto de trabajo.

Abstract: The research was developed in an office furniture manufacturing company in the state of Mexico, municipality of Tultitlán de Mariano Escobedo, specifically in the packaging process, with the aim of identifying if there is a biomechanical risk and its relationship with the anthropometric characteristics of the workers, as well as its possible relationship with cumulative damages in workers and occupational diseases. The investigation was part of a general project on accidents and absenteeism in the State of Mexico. It is a descriptive cross-sectional investigation. The jobs were evaluated, initially, the operators were interviewed and information was collected on the accident rate in the company, later the processes for risk assessment were observed with the Suzzane Rogers method. Subsequently, anthropometric measurements were carried out for the generation of the database with the written authorization of the workers. The results show that there is a risk of workers acquiring cumulative traumatic dysfunction in lifting, specifically due to poor grip. The proposal was to optimize the process in an integral way, with the implementation of ergonomic methods and the

*Universidad Politécnica del Valle de México. Municipio de Tultitlán, Estado de México, México. Correo electrónico: raquel.munoz@upvm.edu.mx. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4461-8027>. Autor de correspondencia.

**Universidad Politécnica del Valle de México. Municipio de Tultitlán, Estado de México, México. Correo electrónico: industrial@upvm.edu.mx. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1498-340X>

readjustment of the work station based on the anthropometric data obtained for a better performance of the tasks and following the recommendations of the Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018.

Keywords: Ergonomics, repeatability, workplace.

Recepción: 13.04.2021 / Revisión: 16.04.2021 / Aceptación: 04.05.2021

Introducción

En los últimos años, el número de empresas en todo el mundo ha incrementado tanto en el sector manufacturero como en el de servicios. Los beneficios son grandes por el empleo y satisfactores que genera; sin embargo también se han encontrado consecuencias no tan halagüeñas debido a que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) informa que más de 317 millones de accidentes laborales ocurren cada año y 6.300 personas mueren cada día debido a enfermedades o accidentes laborales (Grandjean, 1983). En la misma fuente, informan que el costo de esta adversidad diaria es enorme y la carga económica de las malas prácticas de seguridad y salud se estiman en un 4 por ciento del producto interno bruto (PIB), global cada año, lo que implica, además de pérdidas humanas, pérdidas financieras (OIT, 2013).

A pesar de que desde el año 2000, la OIT adoptó el programa de salud y seguridad ocupacional y medio ambiente, que tiene como objetivo crear conciencia mundial sobre la magnitud y las consecuencias de los accidentes, las lesiones y las enfermedades relacionadas con el trabajo, así como la identificación de riesgos disergonómicos, las cifras siguen incrementándose (Apud & Meyer, 2003). Los autores de la presente investigación, consideran que las razones son multifactoriales, sin embargo, cabe hacer notar la importancia de acciones preventivas a través de la divulgación y uso adecuado de la ergonomía como un factor de cambio para la disminución de accidentes.

El término ergonomía proviene de las palabras griegas *ergon* (trabajo) y *nomos* (ley, norma o doctrina); la primera referencia a la ergonomía aparece en el libro *Compendio de Ergonomía* (González, 2007). La International Ergonomics Association ([IEA], 2016), define la ergonomía como “la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de la interacción entre los seres humanos y los demás elementos de un sistema, entre los objetivos de la ergonomía está contemplado el logro de la satisfacción en el trabajo, considerando las responsabilidades, actitudes, creencias y valores para el desarrollo personal, así como las diferencias individuales y culturales”. Otro enfoque es el que considera la ergonomía como un “elemento educativo del entorno, que facilita la interacción entre el individuo y su ambiente laboral; se traduce en mejor calidad de vida, reducción de posibles accidentes y enfermedades, incremento del bienestar, productividad, cuidado de la salud y medio ambiente” (Universidad Politécnica de Valencia, 2006).

En el presente trabajo, el contexto es una empresa manufacturera, por lo cual se trata de macroergonomía, es decir, está orientado hacia la ergonomía organizacional. Para clarificar el concepto se considera la definición de Hendrick (1991): "La ergonomía

organizacional o macro ergonomía es el enfoque de los sistemas sociotécnicos para el diseño organizacional y finalmente de los sistemas del trabajo y el diseño de las interfaces relacionadas, hombre-máquina, hombre-entorno y usuario".

La ergonomía como disciplina científica, está relacionada con el desarrollo de conocimientos sobre las capacidades y limitaciones del ser humano en el proceso y desempeño de sus actividades en el contexto de interfaz entre personas, máquinas, sistemas y su entorno. En la actualidad existe un considerable vacío en la aplicación de la ergonomía y solo se aplica en algunos puestos de trabajo del sector manufacturero, sin considerar que es una herramienta de prevención de accidentes y preservación de la salud de todo tipo de trabajo para toda persona que realiza una actividad en el desempeño de sus funciones, contribuyendo a mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo y por consecuencia en el incremento de la productividad.

Una de las ramas de la ergonomía es la antropometría. En este sentido, Mondelo, Gregori, y Barrau (1999), expresan detalladamente lo que significa antropometría y los aspectos antropométricos que se presentan en la ergonomía geométrica. Estos autores definen la antropometría como "la disciplina que describe las diferencias de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas".

Como se mencionó anteriormente, el conocimiento y divulgación de la ergonomía ha sido poco difundido y en general no forma parte de la cultura laboral. El mayor problema de este desconocimiento, además de los daños en los trabajadores, es que se desconoce el alcance de las afectaciones debido a que no se llevan registros documentados centralizados, ni se hacen seguimientos de las cifras reales de lesiones, accidentes y enfermedades profesionales por factores disergonómicos en los centros de trabajo. Además, los datos registrados en el Seguro Social no son confiables, debido a que no todas las empresas tienen a sus empleados dados de alta con dicha prestación, sin embargo han servido como referencia para el presente estudio.

Esta investigación se genera a partir de la necesidad de conocer las causas de la recurrencia de quejas de los trabajadores con respecto a dolor articular, de espalda e incapacidades frecuentes, en el área de empaque de una planta de producción de muebles de oficina ubicada en el municipio de Tultitlán en el Estado de México.

Con base en lo anterior, en este proyecto se investigan los procedimientos en los levantamientos así como los perfiles antropométricos de los trabajadores de la zona norte del Estado de México, con el fin de elaborar un análisis para determinar si existe relación entre la accidentalidad y las características antropométricas de los trabajadores y documentar los resultados. Al buscar estudios previos con temas relacionados al problema planteado en la presente investigación, se encontraron pocos, de los cuales solo se mencionan dos por el enfoque tan radical entre ellos y no se llevaron a cabo en México.

En el primero se estudian funciones en plantas de la industria manufacturera, mencionando que los riesgos son inherentes para los trabajadores y que los efectos se percibirán en un mediano o largo plazo. De acuerdo a los estudios ergonómicos realizados

en el sector metalmecánico, sobre la carga física en trabajadores del área de acabados en una industria metalmecánica en el departamento de Risaralda, se encontró de que los seis puestos estudiados presentaron riesgo medio, lo cual no es concluyente, además de no estar relacionado con la antropometría, y los resultados muestran cierto grado de subjetividad (Galvis et al., 2015).

El segundo caso es el método propuesto por Move Human-Forces desarrollado por el equipo de investigación del Prof. Marín de la Universidad de Zaragoza, y dirigido a evaluar el riesgo musculoesquelético derivado de la realización de tareas repetitivas con alta frecuencia, característico de entornos de producción con ciclos de fabricación cortos. Se fundamenta en relacionar la antropometría y el riesgo de adquirir una lesión. Todo lo anterior resulta muy atractivo y los resultados son más objetivos por tratarse de cálculos biomecánicos y no depender del criterio e interpretación del analista, la desventaja es que el equipo es costoso e invasivo. (Marín-Zurdo et al., 2013).

Ambos estudios analizan el tema del presente con métodos diferentes y para el caso de México, primeramente se observa la parte legal y normativa establecida por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), quien establece los mecanismos (leyes, reglamentos, normas, entre otros), a través de los cuales se rigen las relaciones laborales de salud y seguridad, así como mantenerlas actualizadas; donde la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, establece que los factores de riesgo ergonómico pueden derivar en esfuerzo físico, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo realizado, con la consecuente fatiga, errores, accidentes y enfermedades laborales derivadas del diseño de las instalaciones, maquinaria, equipos, herramientas o puesto de trabajo. Estos incluyen, el manejo manual de cargas, sobreesfuerzo físico, movimientos repetitivos y posturas forzadas. En la primera parte del documento, se establecen los criterios relacionados con la manipulación manual de cargas superiores a 3 kg. Por este motivo, se excluyen los centros donde se manipulen cargas menores. Uno de los criterios más importantes que establece la norma es la relación entre el peso máximo que puede llevar una persona determinado por su sexo y edad de acuerdo a lo publicado en el Diario Oficial de la Federación de enero del 2020 ([DOF], 2020).

Uno de los factores que se identificaron desde un principio fue que, por su origen, las dimensiones y diseño de las máquinas suelen ser muy diferentes a las características antropométricas de los usuarios y esto ha provocado que los operadores tengan que adaptarse a su puesto de trabajo en equipos y maquinarias, con el riesgo de adquirir alguna disfunción traumática acumulativa (DTA). Por otra parte, al observar las actividades y desempeño de los trabajadores se pudo ver que siguen ejecutando levantamientos manuales que sobrepasan los límites en kilogramos permisibles a pesar de que las autoridades laborales les han aclarado que la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018 no establece requisitos de edad específicos para la contratación o permanencia del personal, solo establece la masa máxima que un trabajador puede levantar o descender en función de su edad y sexo.

Cabe mencionar, que al platicar directamente con los trabajadores, algunos de ellos, manifestaron temor de perder su empleo, debido a que se ha tergiversado la interpretación de la norma creando la idea de que cuando un trabajador cumpla 45 años y ya no pueda realizar el manejo manual de cargas hasta el límite máximo permitido será despedido; lo cual

es incorrecto; por el contrario, la norma impone al empresario la obligación de vigilar de forma especial la salud del colaborador para que continúe prestando sus servicios a la empresa de forma segura que preserve su salud.

Además de los criterios para el análisis de factores de riesgo, la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018 establece medidas de prevención y control para cuidar la salud de los trabajadores. Asimismo, indica acciones de seguridad para los trabajadores que realizan posturas forzadas derivadas del manejo de la carga. Con su eventual cumplimiento, los centros de trabajo contarán con condiciones más seguras para los trabajadores.

Con base en las inquietudes del personal en lo referente a la legalidad y a la preocupación de los empresarios en lo referente a las recurrentes incapacidades e inasistencias de los trabajadores, se llevó a cabo una investigación, observacional, descriptiva y transversal, para determinar el perfil antropométrico de la población trabajadora, los procesos productivos en lo referente a movimientos repetitivos con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018.

El objetivo es evaluar el posible riesgo de adquirir disfunciones traumático acumulativas (DTA's) al identificar si existe relación entre la accidentabilidad y los procesos de levantamientos, y entre la accidentabilidad y la antropometría de los trabajadores.

Materiales y métodos

La muestra se integró por participantes de forma voluntaria, a quienes antes de realizar las mediciones se les explicó el procedimiento y los objetivos del estudio, y así mismo se les hizo entrega de una hoja de consentimiento del uso de sus datos, y salvaguarda de los mismos, los cuales son utilizados única y exclusivamente para la investigación. Se les proporcionó la información necesaria sobre el procedimiento, los riesgos, beneficios, sus derechos y la confidencialidad del estudio. Finalmente, el documento se firmó por el voluntario, el responsable del proyecto y un testigo.

Para la evaluación ergonómica participaron 16 personas, hombres entre 19 y 65 años, la muestra se formó únicamente por personal del género masculino debido a que en la sección estudiada no laboran mujeres y se organizaron en grupos por edades. Se llevó a cabo en la estación de empaque y empleado de muebles.

Se aplicó el método Suzanne Rodgers, que analiza siete regiones del cuerpo para la evaluación de la fatiga acumulada con actividades repetitivas que pueden causar lesiones musculoesqueléticas. Este método es más apropiado para evaluar el riesgo por acumulación de fatiga en tareas ejecutadas durante una hora o más, y en donde se encuentran presentes malas posturas y esfuerzos repetitivos (Cornejo & Quiñónez, 2007). Los esfuerzos se clasifican por la duración y frecuencia como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Valoración de la duración y frecuencia.

Clasificación	Duración para un nivel de esfuerzo específico	Esfuerzos por minuto
1	< 6 segundos	< 1 por minuto
2	Entre 6 y 20 segundos	1 a 5 por minuto
3	> 20 segundos	> 5 y hasta 15 por minuto

Posteriormente, se realizó un estudio sobre el área con la información económica básica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) que es uno de los Órganos constitucionales autónomos de México con gestión, personalidad jurídica y patrimonio propios, responsable de normar y coordinar el Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía.

Luego, se obtuvieron las autorizaciones correspondientes de la institución y se llevó a cabo el reclutamiento de los integrantes de los equipos para apoyo en los estudios antropométricos dentro del mismo personal, y fueron capacitados en antropometría para tomar las medidas.

Previamente, se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de conocer qué dimensiones antropométricas son las más utilizadas por los diseñadores, relacionados con la antropometría para el diseño de mobiliario, herramientas y puestos de trabajo. Una vez realizado lo anterior, se inició la toma de las medidas antropométricas de la muestra en los lugares de trabajo con el equipo antropométrico y los formatos para el registro de datos. El formulario de consentimiento informado se revisó con cada voluntario, utilizando la técnica antropométrica de Hertzberg (1968). Los trabajadores firmaron la documentación correspondiente y vistieron ropa adecuada para la ocasión; es decir, ceñida al cuerpo, de ser posible de licra y de manga corta. Las mediciones las realizaron personal de género masculino y en todo momento se mantuvo un ambiente de cordialidad, respeto y confidencialidad.

Se realizaron mediciones antropométricas de 42 puntos que se especifican y numeran en la tabla 2, para la generación de la base de datos.

Tabla 2. Mediciones antropométricas.

No.	Descripción
1	Estatura
2	Altura al hombro
3	Altura al codo
4	Altura brazo estirado
5	Largo desde la vertical al puño
6	Largo desde la vertical al pecho
7	Anchura de hombros
8	Ancho de clavículas
9	Altura del glúteo al arco de media espalda
10	Altura del piso a la mitad de la espinilla
11	Largo desde el glúteo a la rodilla
12	Anchura de hombros
13	Largo de la mano al dedo medio
14	Anchura de mano
15	Anchura de muñeca
16	Diámetro de agarre
17	Largo del pie
18	Anchura del pie
19	Altura en cuclillas
20	Altura del piso a brazo extendido
21	<i>Edad</i>
22	<i>Peso en kg</i>
Ángulos mano derecha	
MD_Dedo pulgar - dedo índice	
MD_Dedo índice - dedo medio	
MD_Dedo medio - dedo anular	
MD_Dedo anular - dedo meñique	
MD_Abducción	
MD_Supinación	
MD_Lateral izquierdo	
MD_Lateral derecho	
Ángulos mano izquierda	
MI_Dedo pulgar - dedo índice	
MI_Dedo índice - dedo medio	
MI_Dedo medio - dedo anular	
MI_Dedo anular - dedo meñique	
MI_Abducción	
MI_Supinación	
MI_Lateral izquierdo	
MI_Lateral derecho	

Se utilizó un banco antropométrico, antropómetro básico y cinta flexible principalmente para medidas lineales, como la altura o la distancia en relación al punto de referencia, con el sujeto sentado o de pie en una postura determinada; anchos, como distancias entre puntos de referencia bilaterales; longitudes, como la distancia entre dos puntos de referencia diferentes; medidas curvas, o arcos, como la distancia en la superficie corporal entre dos puntos de referencia, y perímetros (Ávila et al., 2007).

También se utilizó un goniómetro debido a que se midieron algunos ángulos y se consideraron también medidas de curvas cerradas alrededor de superficies corporales,

generalmente referidas al menos a un punto de referencia de una altura definida apoyándose en la planta de un pie o girando el tronco y la cintura.

Se considera además la inclinación del cuello, giro de las manos, abducción de los dedos por tratarse de empresa manufacturera y ser el movimiento más recurrente del trabajo manual; así mismo la longitud y ancho de la mano derecha e izquierda incluyendo el diámetro de agarre que es tan importante para levantamiento y sujeción.

En lo referente a las mediciones antropométricas se obtuvieron los percentiles 5, 50 y 95. Se realizó un análisis de contingencia, pruebas de normalidad, medidas de tendencia central, dispersión y frecuencia esperada de coincidencia entre variables, con el fin de identificar las partes del cuerpo en el uso común de equipo y herramienta.

Se verificó de manera directa la forma en que los operarios realizan sus actividades y levantamientos de carga. Se utilizaron las ilustraciones de las siguientes figuras para guiar la evaluación, tomando como referencia lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018. Se observó la posición de las manos del trabajador al comienzo, y a medida que avanza la operación, se fue observando el peor escenario.

Figura 1. Distancia horizontal entre manos y espalda baja (DOF, 2020).



Figura 2. Región de levantamiento vertical (DOF, 2020).

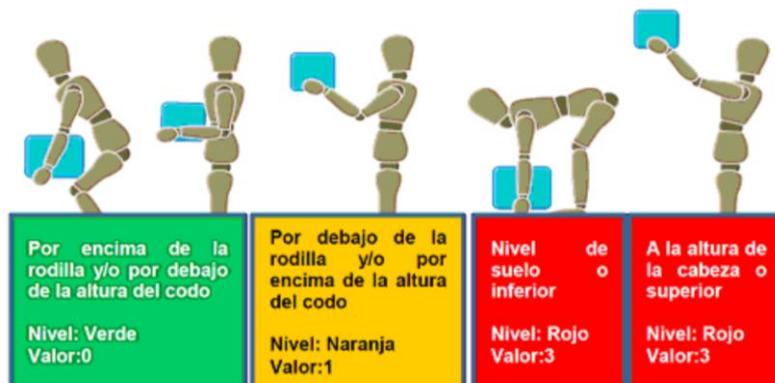


Figura 3. Torsión del torso y flexión lateral (DOF, 2020).



Al finalizar las mediciones se realizó la captura, revisión, corrección y procesamiento de los datos con el software IBM SPSS para Windows en versión 15.0.

Resultados y discusión

En la figura 4 se muestran los resultados de la aplicación del método Suzanne Rodgers.

Figura 4. Resultados método Suzanne Rodgers.

Body Region		Ligero (Light) 1	Moderado (Moderate) 2	Pesado (Heavy) 3	Muy Pesado (Very Heavy) 4	Esfuerzo	Duración	Frecuencia
Cabeza (Neck)						2	3	1
		- 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	El esfuerzo no puede ser ejercido por más gente	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO: Moderado		
Hombros (Shoulders)	IZO					3	2	2
	DER					2	2	3
		- Brazos ligeramente despegados del cuerpo, sin apoyo. - 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.	El esfuerzo no puede ser ejercido por más gente	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO: Alto		
Espalda (Back)	Alta					3	1	3
	Media					4	1	2
	Baja					4	2	1
		- Doblada a un lado o inclinada. Espalda arqueada	- Inclinada hacia delante, sin peso. Eleva 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.	El esfuerzo no puede ser ejercido por más gente	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO: Muy alto		
Brazos/Codos (Arms/Elbows)	IZO					4	1	1
	DER					3	2	1
		- Brazos despegados del cuerpo, sin carga. Eleva cargas ligeras cerca del cuerpo.	- Girar el brazo mientras se hace una fuerza moderada.	- Ejercer fuerzas grandes con rotación. Eleva cargas con los brazos extendidos.	El esfuerzo no puede ser ejercido por más gente	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO: Muy alto		
Si el esfuerzo no puede ser ejercido por más gente, esta en nivel Muy Alto (If the effort cannot be exerted by most people, enter Very High.)								
Muñecas/Manos/Dedos (Wrists/Hands/Fingers)	IZO					4	1	1
	DER					4	3	2
		- Fuerzas o pesos leves que se cogen junto al cuerpo. Muñecas derechas. Agarre cómodo.	- Muñecas demasiado anchas o estrechas. - 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.	El esfuerzo no puede ser ejercido por más gente	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO: Muy alto		
Piernas/Rodillas (Legs/Knees)	IZO					4	3	2
	DER					4	2	2
		- 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.	El esfuerzo no puede ser ejercido por más gente	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO: Muy alto		
Tobillos/Pies/Dedos (Ankles/Feet/Toes)	IZO					2	4	2
	DER					2	2	2
		- 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.	El esfuerzo no puede ser ejercido por más gente	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO: Muy alto		

Para realizar este análisis es vital una tabla llamada condiciones de severidad. La severidad es 4 en casi todos los casos, lo significa que existe un potencial de riesgo elevado para la salud del trabajador que ejerce esta labor.

En la tabla 3 se observan los resultados sobre la prioridad de cambio.

Tabla 3. Resultados prioridad de cambio.

Clasificación	Nivel de esfuerzo	Duración	Frecuencia
Cuello	2	3	1
Brazos, codos	4	2	1
Hombros	3	2	2
Manos, dedos	2	2	3
Piernas, rodillas	3	1	2
Espalda	4	1	2
Muñeca	4	1	1
Codos	4	3	2
Piernas	4	3	2
Rodilla	4	2	2

En cuanto a las mediciones antropométricas, las dimensiones lineales de los 16 trabajadores se muestran en la tabla 4, y las dimensiones angulares en la tabla 5.

Tabla 4. Dimensiones lineales en cm, edad y peso.

No.	Descripción	Trabajador															
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16
1	Estatura	172	179	180	176	175	164	172	156	161	172	184	168	184	169	178	165
2	Altura al hombro	151	150	150	146	148	146	149	158	143	151	160	142	159	145	155	138
3	Altura al codo	110	84	109	106	107	101	105	120	105	110	122	98	114	104	112	100
4	Altura brazo estirado	203	217	220	216	217	200	204	218	147	203	216	200	222	201	215	198
5	Largo desde la vertical al puño	78	82	73	78	70	76	75	81	67	72	76	74	80	75	76	74
6	Largo desde la vertical al pecho	25	26	24	40	24	20	24	25	23	22	24	16	20	21	23	20
7	Anchura de hombros	45	43	43	59	42	46	44	45	43	43	43	42	45	48	46	46
8	Ancho de clavículas	32	38	33	40	32	35	36	36	29	26	20	36	38	36	41	39
9	Altura del glúteo al arco de media espalda	25	21	23	25	24	25	34	29	27	26	27	56	60	60	56	58
10	Altura del piso a la mitad de la espinilla	46	38	45	43	45	39	42	48	43	43	47	41	44	40	46	40
11	Largo desde el glúteo a la rodilla	59	53	56	57	55	48	64	57	55	53	59	42	48	44	46	44
12	Anchura de hombros	45	51	42	60	44	47	41	45	40	47	49	14	15	14	17	15
13	Largo de la mano al dedo medio	16	19	18	15	17	16	18	18	17	17	14	19	19	20	22	18
14	Anchura de mano	11	10	11	12	10	10	12	10	11	11	10	17	17	14	17	19
15	Anchura de muñeca	6	8	7	10	8	9	8	7	6	7	6	10	10	10	11	11
16	Diámetro de agarre	4	4	3	3	3	4	4	4	3	5	6	6	7	7	6	6

17	Largo del pie	26	27	27	28	26	25	28	30	25	26	29	4	5	3	4	3
18	Anchura del pie	10	11	10	11	9	10	10	10	9	10	11	27	29	27	28	26
19	Altura en cuclillas	109	129	120	129	118	115	130	137	123	122	121	116	123	124	125	124
20	Altura del piso a brazo extendido	145	154	149	144	147	147	148	147	145	148	146	137	144	142	143	136
21	Edad	20	26	20	33	45	25	56	43	27	44	22	36	19	19	23	29
22	Peso en kg	72	88	90	79	88	72	87	70	68	84	85	72	80	67	80	70

Tabla 5. Dimensiones angulares.

Descripción	Trabajador															
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Ángulos mano derecha																
MD_ Dedo pulgar – dedo índice	88	92	88	84	95	87	83	83	60	79	89	92	88	91	87	86
MD_ Dedo índice – dedo medio	46	51	58	58	58	44	58	73	55	62	45	50	45	47	44	44
MD_ Dedo medio – dedo anular	34	40	62	46	64	36	61	60	46	57	36	38	35	38	35	34
MD_ Dedo anular – dedo meñique	32	39	40	59	53	33	63	69	70	60	34	39	32	37	34	31
MD_ Abducción	94	98	74	72	97	93	94	91	94	96	93	97	93	95	92	92
MD_ Supinación	35	43	67	64	63	60	64	53	54	38	43	39	42	36	45	55
MD_ Lateral izquierdo	60	72	60	88	63	75	128	119	45	85	68	65	78	78	63	39
MD_ Lateral derecho	56	67	58	38	104	67	58	44	53	65	54	55	55	54	62	72
Ángulos mano izquierda																
MI_ Dedo pulgar – dedo índice	87	92	74	83	91	87	88	68	81	78	88	91	86	94	89	82
MI_ Dedo índice – dedo medio	48	50	50	51	61	47	63	59	58	62	47	48	44	42	43	46
MI_ Dedo medio – dedo anular	38	42	52	56	57	32	52	56	54	53	32	38	34	37	37	39
MI_ Dedo anular – dedo meñique	37	40	47	58	63	37	55	56	52	61	38	34	36	34	39	34
MI_ Abducción	94	97	80	70	95	90	83	85	81	57	74	95	94	92	94	90
MI_ Supinación	48	44	54	60	74	42	126	132	75	94	42	43	44	46	47	54
MI_ Lateral izquierdo	60	72	79	73	74	75	120	134	61	63	64	65	78	76	63	65
MI_ Lateral derecho	58	68	55	55	54	69	57	42	52	62	52	52	55	54	62	67

En el periodo del estudio se incapacitaron 4 trabajadores durante 3 días y los percentiles cambiaron como se observa en la tabla 6.

Tabla 6. Percentiles de 12 trabajadores.

No.	Descripción	T 2	T 3	T 4	T 6	T 7	T 8	T 9	T 11	T 12	T 14	T 15	T 16	μ	σ	P5	P95
1	Estatura	179	180	176	164	172	156	161	184	168	169	178	165	171	9	157	185
2	Altura al hombro	150	150	146	146	149	158	143	160	142	145	155	138	149	7	138	159
3	Altura al codo	84	109	106	101	105	120	105	122	98	104	112	100	106	10	89	122
4	Altura brazo estirado	217	220	216	200	204	218	147	216	200	201	215	198	204	20	172	237
5	Largo desde la vertical al puño	82	73	78	76	75	81	67	76	74	75	76	74	76	4	69	82
6	Largo desde la vertical al pecho	26	24	40	20	24	25	23	24	16	21	23	20	24	6	14	33
7	Anchura de hombros	43	43	59	46	44	45	43	43	42	48	46	46	46	5	38	53
8	Ancho de clavículas	38	33	40	35	36	36	29	20	36	36	41	39	35	6	26	44
9	Altura del glúteo al arco de media espalda	21	23	25	25	34	29	27	27	56	60	56	58	37	16	11	62
10	Altura del piso a la mitad de la espinilla	38	45	43	39	42	48	43	47	41	40	46	40	43	3	37	48
11	Largo desde el glúteo a la rodilla	53	56	57	48	64	57	55	59	42	44	46	44	52	7	40	64
12	Anchura de hombros	51	42	60	47	41	45	40	49	14	14	17	15	36	17	9	63
13	Largo de la mano al dedo medio	19	18	15	16	18	18	17	14	19	20	22	18	18	2	14	21
14	Anchura de mano	10	11	12	10	12	10	11	10	17	14	17	19	13	3	7	18
15	Anchura de muñeca	8	7	10	9	8	7	6	6	10	10	11	11	9	2	6	12
16	Diámetro de agarre	4	3	3	4	4	4	3	6	6	7	6	6	5	1	2	7
17	Largo del pie	27	27	28	25	28	30	25	29	4	3	4	3	19	12	0	39
18	Anchura del pie	11	10	11	10	10	10	9	11	27	27	28	26	16	8	2	29
19	Altura en cuclillas	129	120	129	115	130	137	123	121	116	124	125	124	124	6	114	135
20	Altura del piso a brazo extendido	154	149	144	147	148	147	145	146	137	142	143	136	145	5	137	153
21	Edad	26	20	33	25	56	43	27	22	36	19	23	29	30	11	12	48
22	Peso en kg	88	90	79	72	87	70	68	85	72	67	80	70	77	8	63	91

Nota. P5: percentil 5; P95: percentil 95.

En la tabla 7 se observan intervalos muy amplios por lo que el riesgo para un sector de trabajadores es permanente debido a que las estaciones de trabajo no son flexibles ni ajustables, aun realizando consideraciones en diseños por percentiles o por cuartiles.

Tabla 7. Percentiles de los 16 trabajadores con todas las variables.

Medidas	N	Percentil 50	Desviación típica	Percentil 5	Percentil 95
Altura del cuerpo	16	172,19	8,068	156	184
Altura al hombro	16	148,81	6,575	138	160
Altura al codo	16	106,44	8,907	84	122
Altura brazo estirado	16	206,00	17,870	147	222
Largo desde la vertical al puño	16	75,44	3,932	67	82
Largo desde la vertical al pecho	16	23,56	5,072	16	40
Anchura de hombros	16	45,19	4,053	42	59
Ancho de clavículas	16	34,19	5,492	20	41
Altura del glúteo al arco de media espalda	16	36,00	15,603	21	60
Altura del piso a la mitad de la espinilla	16	43,13	2,964	38	48
Largo desde el glúteo a la rodilla	16	52,50	6,429	42	64
Anchura de hombros	16	36,63	15,747	14	60
Largo de la mano al dedo medio	16	17,69	1,957	14	22
Anchura de mano	16	12,63	3,117	10	19
Anchura de muñeca	16	8,38	1,784	6	11
Diámetro de agarre	16	4,69	1,448	3	7
Largo del pie	16	19,75	11,192	3	30
Anchura del pie	16	15,50	8,327	9	29
Altura en cucullas	16	122,81	6,685	109	137
Altura del piso a brazo extendido	16	145,13	4,380	136	154
MD_Dedo pulgar - dedo índice	16	85,75	7,946	60	95
MD_Dedo índice - dedo medio	16	52,38	8,358	44	73
MD_Dedo medio - dedo anular	16	45,13	11,558	34	64
MD_Dedo anular - dedo meñique	16	45,31	14,351	31	70
MD_Abducción	16	91,56	7,519	72	98
MD_Supinación	16	50,06	11,174	35	67
MD_Lateral izquierdo	16	74,13	23,255	39	128
MD_Lateral derecho	16	60,13	14,472	38	104
MI_Dedo pulgar - dedo índice	16	84,94	6,990	68	94
MI_Dedo índice - dedo medio	16	51,19	7,064	42	63
MI_Dedo medio - dedo anular	16	44,31	9,492	32	57
MI_Abducción	16	85,69	11,116	57	97
MI_Dedo anular - dedo meñique	16	45,06	10,661	34	63

El análisis de contingencia se observa en la primera parte de matriz de análisis estadístico en la tabla 8.

Tabla 8. Tabla de contingencia, primera parte.

	Altura del cuerpo	Altura al hombro	Altura al codo	Altura brazo estirado	Largo desde la vertical al puño	Largo desde la vertical al pecho	Anchura de hombros	Ancho de clavículas	Altura del glúteo al arco de media espalda	Altura del piso a la mitad de la espinilla	Largo desde el glúteo a la rodilla	Anchura de hombros	Largo de la mano al dedo medio	Anchura de mano	Anchura de muñeca	Diámetro de agarre	Largo del pie	Anchura del pie	Altura en cuclillas
Chi-cuadrado	3,500 ^a	1,500 ^c	1,500 ^c	1,875 ^a	3,250 ^d	5,375 ^e	5,875 ^f	6,000 ^d	3,250 ^d	3,250 ^d	1,500 ^g	2,000 ^h	5,000 ⁱ	5,000 ⁱ	2,000 ⁱ	3,375 ^k	2,000 ^e	8,500 ^f	1,875 ^a
gl	12	13	13	12	10	8	6	10	10	10	9	11	7	5	5	4	8	6	12

Nota. a. 13 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 1,2; b. 14 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 1,1; c. 11 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 1,5; d. 9 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 1,8; e. 7 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 2,3.

Las de menor coincidencia son: diámetro de agarre, anchura de muñeca, anchura de mano, es decir, todos los operarios tienen que trabajar con las mismas dimensiones de mangos de herramientas, aun cuando sus manos tengan diferencias muy amplias en dimensiones, con lo cual se puede inferir que las manos y dedos están expuestos a riesgos ergonómicos.

La segunda parte de matriz de análisis estadístico se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Tabla de contingencia, segunda parte.

	Altura del piso a brazo extendido	Edad	Peso en kg	pulgar - dedo índice	índice - dedo medio	medio - dedo anular	anular - dedo meñique	Abducción	Supinación	MD_Lateral izquierdo	MD_Lateral derecho	MI_Dedo pulgar - dedo índice	MI_Dedo índice - dedo medio	MI_Dedo medio - dedo anular	Abducción	MI_Dedo anular - dedo meñique	Supinación	MI_Lat. izquierdo	MI_Lat. derecho
Chi-cuadrado	3,250 ^d	1,500 ^c	3,250 ^d	3,250 ^d	6,500 ^g	1,875 ^d	1,875 ^a	4,000 ^g	1,500 ^c	1,875 ^a	2,000 ^h	1,875 ^a	1,875 ^a	1,875 ^d	3,500 ^h	3,500 ^a	1,875 ^a	1,500 ^c	4,000 ^g
gl	10	13	10	10	9	10	12	9	13	12	11	12	12	10	11	12	12	13	9

Nota. f. 10 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 1,6; g. 12 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 1,3; h. 8 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 2,0; i. 6 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 2,7; j. 5 casillas (100,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 3,2.

En la tabla 9 destaca la baja frecuencia en dimensionamiento del ángulo entre el dedo pulgar y dedo índice, así como entre el dedo índice y el dedo medio; factores relevantes para el levantamiento de masas, uso de herramientas y agarre adecuado. De los puntos primordiales, cabe destacar ampliamente las dimensiones de las manos, tales como la longitud de la palma, ancho palma, y diámetro de agarre entre otros, debido a que el análisis muestra mayores puntos críticos y de variabilidad.

Esto llama la atención debido al uso de herramientas por el tipo de trabajo y el agarre al hacer los levantamientos; de alguna manera se puede inferir que existe alguna relación entre las dimensiones de las manos y las lesiones que han sufrido los trabajadores, además de las posturas inadecuadas y los pesos excesivos que levantan.

Al analizar la estación de trabajo se encontró que el peso de las piezas está entre 45 y 50 kg, con lo que supera los 25 kg que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014 para un operario, sin la ayuda de otra herramienta de carga. Mientras se levanta la carga el tronco se flexiona, retuerce y se dobla hacia un lado, con un nivel de riesgo rojo.

Figura 5. Estación de trabajo.



Conclusiones

De la aplicación del método Suzanne Rodgers para evaluar las posturas, fuerzas y actividad muscular, se evidencia riesgo relacionado con adquirir DTA's por fatiga acumulada en seis de las nueve variables asociadas con las condiciones de trabajo. En lo referente al estudio antropométrico, se pudo comprobar la diversificación de los diseños de los lugares de trabajo, equipos y herramientas, con respecto a las características de los trabajadores y aún entre ellos mismos y las actividades que desarrollan, los cuales no corresponden a las dimensiones de los usuarios y esto ocasiona que se lastimen constantemente, en especial con el tamaño de las herramientas.

De los puntos primordiales, cabe destacar la importancia de las dimensiones de las manos, tales como la longitud de la palma, ancho palma, y diámetro de agarre entre otros,

debido a que el análisis muestra mayores puntos críticos y de variabilidad. Esto llama la atención debido al uso de herramientas por el tipo de trabajo y el agarre al hacer los levantamientos; de alguna manera se puede inferir que existe alguna relación entre las dimensiones de las manos y las lesiones que han sufrido los trabajadores, además de las posturas inadecuadas y los pesos excesivos que levantan; por lo cual se llevarán a cabo otros estudios a futuro con una muestra mayor y en otras áreas de producción para realizar un comparativo.

Se propuso buscar otras herramientas y métodos de prueba o materiales alternativos acordes con las dimensiones antropométricas de las personas que las utilizan dado que, se encontró riesgo alto de adquirir DTA's debido a las dimensiones de las herramientas no compatibles con dichas medidas que causan una mayor fatiga y lesiones a los usuarios, y en el peor de los casos, accidentes de trabajo y consecuencias fatales para el trabajador. Las tablas muestran como las diferencias individuales pueden ser muy grandes, como las de constitución física y fuerza, que son evidentes, pero hay otras, como las diferencias culturales, de estilo de habilidades que son más difíciles de identificar por lo que se requieren estudios más exhaustivos.

En el análisis sobre los procesos se pudo apreciar que los trabajadores realizan levantamientos de objetos entre 45 y 50 kg sin ayuda mecánica, mayores a 25 kg, que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018 como límite máximo. Dentro de los movimientos peligrosos también se perciben giros bruscos e inesperados, posturas antinaturales continuas, extensiones y levantamientos. Además de que los procedimientos no se enfocan a las actividades de empaque, solo se llevan a cabo en áreas de maquinado; es decir, los empacadores realizan las actividades de manera empírica y sin ninguna capacitación.

Los trastornos musculoesqueléticos no sólo representan un problema para las empresas, sino también para el Estado, pues el gobierno tiene que destinar más recursos para atender estas lesiones. La categoría de trabajadores mayores varía según su condición funcional, que a su vez está influenciada por su historial laboral previo. Depende también del trabajo que ocupen y de su situación social, cultural y económica del lugar donde viven. Los trabajadores que realizan un trabajo puramente físico suelen ser los que tienen el menor nivel de escolaridad y preparación profesional, están sujetos al estrés causado por el trabajo extenuante, que puede ser una causa de enfermedad, y expuestos al riesgo de accidentes laborales. En este contexto, es más que probable que su capacidad física disminuya al final de su vida activa, hecho que los convierte en trabajadores más vulnerables.

Para realizar las actividades de carga, los centros de trabajo deben contar con un procedimiento que incluya la descripción de la técnica adecuada para realizar las tareas de manera segura; las medidas de seguridad y control que se aplican durante el transcurso del trabajo; las características de la carga tales como dimensiones, forma o peso; condiciones ambientales que pueden incrementar el esfuerzo laboral; la trayectoria para la transferencia de la carga, y la especificación de los materiales que se manipulan.

Se concluye que la tarea de empaque de muebles de oficina, es una actividad donde existe alto riesgo de adquirir DTA's y que hay relación entre las medidas antropométricas de

los trabajadores y los accidentes de trabajo, específicamente en el uso de herramientas manuales.

Se recomienda a futuro realizar un estudio integral a largo plazo, una reestructuración del lugar de trabajo a mediano plazo y la formación de supervisores y trabajadores para concientizar sobre los riesgos y la importancia de cuidar los riesgos laborales, en el corto plazo; es decir, es necesario adoptar un enfoque sistémico urgentemente con un cambio de mentalidad de los líderes. Está claro que los beneficios de la ergonomía pueden reflejarse de muchas formas diferentes: en productividad y calidad, en seguridad y salud, en confiabilidad, en satisfacción laboral y en desarrollo personal; sin embargo, la más importante de todas ellas es la de preservar la vida.

Referencias

- Apud, E. & Meyer, F. (2003). La importancia de la ergonomía para los profesionales de la salud. *Ciencia y Enfermería*, 9(1), 15-20. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532003000100003>
- Ávila, R., Prado, L. R., & González, E. L. (2007). *Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana*. Universidad de Guadalajara.
- Cornejo, R. & Quiñónez, M. (2007). Factores asociados al malestar/bienestar docente. Una investigación actual. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 5(5) 75-80. <https://www.redalyc.org/pdf/551/55121025011.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (2020). *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el trabajo*. Consultado el 3 de marzo de 2020. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5368114&fecha=13/02/2020
- Galvis, J. F., Pérez, J. M., & Ramírez, E. (2015). Carga física en trabajadores del área de acabados en industria metalmeccánica. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 5(4), 23-26. <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.4.2015.4932>
- González, J. L. (2007). *Lesiones musculoesqueléticas*. <http://www.ergocupacional.com/4910/57873.html>
- Grandjean, E. (1983). *Précis d'ergonomie*. Editions d'Organisation.
- Hendrick, H. (1991). Macroergonomics: A better approach to work system design. *Revista IEA*, 11, 76-81.
- Hertzberg, H. T. (1968). The conference on standardization of anthropometric techniques and terminology. *American Journal of Physical Anthropology*, 28(1), 1-16. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330280110>
- International Ergonomics Association (2016). *Clasificación de la ergonomía en la asociación internacional de ergonomía*. Consultado el 20 de diciembre de 2016 de Sitio web: www.iea.cc/whats/index.html
- Marín-Zurdo, J. J., Boné-Pina, M. J., & Benito-Gil, C. (2013). Evaluación de riesgos de manipulación repetitiva a alta frecuencia basada en análisis de esfuerzos dinámicos en las articulaciones sobre modelos humanos digitales. *Ciencia & Trabajo*, 15(47), 86-93. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492013000200009>
- Mondelo, P. R., Gregori, E., & Barrau, P. (1999). *Ergonomía 1 Fundamentos*. Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya.
- Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 11 de septiembre de 2014.
- Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018. Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo- Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 23 de noviembre de 2018.
- Organización Internacional del Trabajo (2013). *La prevención de enfermedades profesionales*. OIT. https://www.ilo.org/safework/info/WCMS_209555/lang--es/index.htm
- Universidad Politécnica de Valencia (2006). *Métodos de evaluación de la ergonomía de puestos de trabajo*. Ergonautas. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos-evaluacion-ergonomica.html>