

Artículo Científico

# Riesgo de lesiones músculo-esqueléticas en trabajadores de recolección de residuos sólidos urbanos

Risk of musculoskeletal injuries in urban solid waste collection  
workers

Laura Cristina García-Villa<sup>1\*</sup>, Diana Laura Hernández-Torres<sup>1</sup> y María Teresa Gutiérrez-Escajeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México, Campus Tecnológico de Delicias, Facultad de Ingeniería Industrial, Delicias, Chihuahua, México.

\*Correspondencia: Correo electrónico: [L18540124@delicias.tecnm.mx](mailto:L18540124@delicias.tecnm.mx) (Laura Cristina García Villa)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tch.v17i1.1093>

Recibido: 10 de noviembre de 2022; Aceptado: 24 de enero de 2023

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado

## Resumen

La recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en México se lleva a cabo mediante el método de acera, donde los recolectores recogen los residuos colocados enfrente de las viviendas. Durante la jornada, los recolectores adoptan posturas inadecuadas que influyen en el desarrollo de padecer lesiones músculo-esqueléticas. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el método de recolección de RSU en la ciudad de Delicias, Chihuahua, México; a través de la observación de las posturas forzadas y la manipulación de cargas con aplicación del método ergonómico Valoración Rápida del Cuerpo Completo (REBA por sus siglas en inglés) y la ecuación del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) identificando el nivel de riesgo postural. Este estudio se realizó en una muestra representativa de 20 recolectores. Los resultados indicaron que, al manipular el bote metálico, el 80 % de los recolectores alcanzó un nivel de riesgo muy alto y el 20 % un riesgo alto; con el bote de plástico, el 23.4 % muestran un riesgo muy alto, 70 % un riesgo alto y el 6.6 % un riesgo medio. Por lo tanto, los recolectores de RSU son más propensos a desarrollar algún Trastorno Musculo-esquelético (TME) en hombros, cuello, brazos, piernas, tronco y muñecas por la continua e incorrecta manipulación de los RSU.

**Palabras clave:** evaluaciones ergonómicas, trastornos musculo-esqueléticos, recolectores de residuos sólidos urbanos, nivel de riesgo postural, índice de levantamiento.

## Abstract

Waste collection of MSW (Municipal Solid Waste) in Mexico is carried out using the sidewalk method, where the collectors collect the waste placed in front of the houses. During the working day, collectors adopt inappropriate postures that influence the development of musculoskeletal injuries. The objective of this study is to evaluate the MSW collection method in Delicias city, Chihuahua, Mexico through the observation of forced postures and the handling of loads with the application of the REBA ergonomic method (Rapid Entire Body Assessment) and the NIOSH equation (National Institute for Occupational Safety and Health) identifying the level of postural risk. This study was carried out in a representative sample of 20 MSW waste collectors. The results indicated that, when manipulating the metal can, 80 % of the collectors reached a very high risk level and 20 % a high risk; with the plastic bottle, 23.4 % show a very high risk, 70 % a high risk and 6.6 % a medium risk. Therefore, it can be said that waste collectors are more likely to develop some musculoskeletal injuries (TME for its acronym in Spanish) in the shoulders, neck, arms, legs, trunk and wrists due to the continuous and incorrect handling of waste.

**Keywords:** ergonomic evaluations, musculoskeletal disorders, urban solid waste collectors, postural risk level, lifting index.

## 1. Introducción

Los Trastornos Musculoesqueléticos (TME) son problemas de salud que afectan al aparato locomotor, compuesto por huesos, músculos, tendones y ligamentos (Organización Mundial de la Salud, 2021); y se presentan, principalmente, en codos, hombros, manos, muñecas y en la espalda; es decir, zona cervical, dorsal y lumbar (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015; Lopez *et al.*, 2020). Los TME de origen laboral se desarrollan a través del tiempo y por diversos factores como la manipulación de cargas, los movimientos repetitivos y las posturas forzadas; las lesiones más frecuentes son en la región lumbar, seguida de la columna dorsal y cervical (Battini *et al.*, 2018; Rodríguez-Blanes *et al.*, 2018; Junta de Castilla y León, 2019). Estos trastornos afectan por igual a todos los sectores laborales, representando uno de los problemas más importantes de salud ocupacional y constituyen una de las principales causas de ausentismo laboral en el mundo (Organización Mundial de la Salud, 2021).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2021), aproximadamente 1,710 millones de personas en el mundo padecen de TME. En Europa, se estima que 40 millones de trabajadores padecen alguno de estos trastornos (Junta de Castilla y León, 2019). Por su parte, México registró, 12,622 casos relacionados con enfermedades laborales durante el 2016, de las cuales 4,683 fueron por enfermedades musculoesqueléticas (Rodríguez *et al.*, 2021).

La tarea realizada por los recolectores de los residuos sólidos urbanos, es uno de los trabajos más peligrosos para el ser humano, debido a la posibilidad de adquirir o desarrollar enfermedades ocupacionales como TME (Organización Internacional del Trabajo, 2019), además, el riesgo de sufrir un desorden musculoesquelético se incrementa debido a la falta de cultura de prevención de riesgos y a la carencia del equipo de protección personal (Risetto *et al.*, 2010).

Considerando la importancia de los impactos asociados a las condiciones de trabajo en la salud de las personas, se han realizado diversos estudios enfocados en los efectos de estas condiciones con el

desarrollo de TME. Una investigación realizada en Colombia analizó las condiciones de trabajo y el impacto en la salud de los trabajadores de RSU de países de América (Brasil, Paraguay, Argentina y Estados Unidos), y concluyó que los TME son causados por la manipulación de los contenedores pesados de basura y por los movimientos repetitivos que conlleva su labor; así como también las largas jornadas laborales y a la misma naturaleza del trabajo (López *et al.*, 2021). En otro estudio realizado en Nicaragua, se determinó el perfil de salud ocupacional y factores asociados que padecen los recolectores de basura del municipio de León; el estudio fue de corte transversal entre febrero y marzo de 2019, en el que se entrevistaron a 93 recolectores de basura, incluyendo a los trabajadores permanentes y temporales; los resultados arrojaron que el 90.3 % de los recolectores presentaron síntomas de malestares musculoesqueléticos, siendo el dolor articular el más frecuente, con un 64.5 % (Parrillas y Pérez, 2019).

En Taiwán, se realizó un estudio transversal en dos ciudades ubicadas en el norte, durante 2018-2019, en el que participaron 626 recolectores de residuos municipales que rellenaron de forma anónima un cuestionario estructurado. Los efectos de moderación y mediación del desequilibrio esfuerzo-recompensa (ERI por sus siglas en inglés) y el apoyo social en los TME de orden superior se analizaron mediante el Macro Modelo de Proceso de Haye. Los resultados mostraron la prevalencia de TME en miembros superiores del cuerpo, específicamente, el 43.4 % para el cuello, del 56 % para el hombro, del 24.1 % para la parte superior de la espalda y del 33.1 % para la mano/muñeca. Se presentó una mayor prevalencia de hombro (72.2 %), cuello (48 %) y parte superior de la espalda (30 %) en las trabajadoras en comparación con los hombres (Yang *et al.*, 2022).

El desarrollo de TME se genera, en gran parte, por actividades o procesos desarrollados en ausencia de una metodología diseñada con un enfoque ergonómico. La ergonomía tiene una importante contribución a la seguridad y salud laboral, esta se define como la ciencia o estudio para optimizar el bienestar humano, aplicándose no solo al trabajo sino a toda la actividad humana donde se utilicen artefactos, considerando aquellos factores de riesgo para asegurar que el trabajo esté adaptado al cuerpo humano y así tener mejores condiciones laborales, evitando futuras lesiones o daños en la salud de los empleados (Defelippe, 2014; Cañas, 2015). Cabe considerar que el objetivo de la ergonomía es prevenir las lesiones de los tejidos blandos y los TME causados por la exposición repentina o sostenida a la fuerza, vibraciones, movimientos repetitivos y posturas incómodas (Grooten y Johanssons, 2018; Navas, 2018).

Uno de los métodos utilizados para la evaluación ergonómica de los trabajadores es la Valoración Rápida del Cuerpo Completo (REBA, por sus siglas en inglés), el cual lleva a cabo un sistema de análisis de posturas forzadas para identificar el nivel de riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos relacionados con las actividades laborales (CENEA, 2016; Vidal, 2020). Por otra parte, el método ergonómico de evaluación de carga es por la ecuación de NIOSH que fue desarrollado por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) la cual parte de levantamientos ocasionales, con un agarre ideal de la carga (López *et al.*, 2020).

Dada la importancia de la ergonomía y considerando los antecedentes de los impactos en el desarrollo de TME, así como el interés por prevenir lesiones futuras a causa de la naturaleza del trabajo realizado por los recolectores de RSU; el presente estudio se realiza con la finalidad de determinar el nivel de riesgo postural de los recolectores de RSU de la ciudad de Delicias, Chihuahua, México a través de la aplicación de métodos de evaluación ergonómicas, dado que el manejo de cargas, las posturas inadecuadas y los movimientos repetitivos, aumentan la posibilidad

de padecer un trastorno músculo-esquelético a los trabajadores dedicados a la recolección de residuos sólidos urbanos.

## 2. Materiales y métodos

El diseño metodológico del presente análisis ergonómico fue transversal, con un alcance descriptivo, aplicado a los recolectores de RSU de la ciudad de Delicias, Chihuahua, México. El estudio se desarrolló *in situ* en trabajo de campo, entre los meses de septiembre y noviembre del año 2021. Se tiene un total de 30 participantes, los cuales serán el objeto de estudio, la unidad de muestreo es el porcentaje de recolectores que presentan alguna dolencia o malestar después de la jornada laboral, para ello se toma en cuenta un estudio realizado en Yucatán en donde se obtuvo que el 73 % de recolectores mencionaron tener alguna dolencia en su cuerpo, mientras que el 27 % hicieron referencia a no tener molestias (Rodríguez *et al.*, 2021, p. 31). Para obtener el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de proporción Ec. (1), con un nivel de confianza del 90 % y un error de 10 %.

$$n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1) + Z^2pq} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

- $n$ : tamaño de la muestra
- $N$ : tamaño de la población
- $Z$ : nivel de confianza
- $e$ : grado de error
- $p$ : probabilidad de ocurrencia
- $q$ : probabilidad de no ocurrencia

Datos:

$P=73\%$

$Q=27\%$

$N=30$

$Z=1.645$

$E=0.10$

$$n = \frac{(30)(1.645)^2(.73)(.27)}{(.10)^2(30-1) + (1.645)^2(.73)(.27)}$$

$$n = \frac{16.0007}{0.82335}$$

$$n = 19.43 \text{ recolectores}$$

La población objeto de estudio fueron 30 recolectores de RSU de la ciudad, que representan la totalidad de este personal. Con base en ésta, se realizó un censo por conveniencia en donde se fue

completando la participación al llegar a una muestra representativa de 20 recolectores de acuerdo a la fórmula de proporción.

Para el análisis ergonómico, se utiliza el método REBA el cual consiste en identificar el nivel de riesgo de padecer un TME, mediante un análisis de las posturas que adopta el trabajador; para ello, se divide el cuerpo en dos grupos: grupo A y grupo B. El primer grupo lo componen el tronco, el cuello y las piernas y el grupo B se compone del brazo, el antebrazo y la muñeca (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015). Las puntuaciones de cada uno de los miembros se suman al final; si la puntuación es igual a 1, significa que el riesgo es inapreciable, si es una puntuación de 2 a 3 puntos quiere decir que hay un riesgo bajo, si la puntuación es de 4 a 7 es un riesgo medio, si hay una puntuación de 8 a 10 significa que hay un riesgo alto por lo cual la actuación es necesaria cuanto antes, si la puntuación es de 11 a 15 puntos existe un riesgo muy alto entonces la actuación debe ser de inmediato (Diego-Mas, 2015).

Por otra parte, también se utiliza la ecuación de NIOSH Ec. (2) para evaluar el levantamiento de cargas, así como levantamiento con agarre no óptimos a través del Índice de Levantamiento (IL), donde podemos identificar aquellos levantamientos de carga que están relacionados con el riesgo de padecer un TME (López et al., 2020).

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM \quad \text{Ec. (2)}$$

**Donde:**

LC = Establecimiento de la constante de carga (*load constant*)

HM = Factor de distancia horizontal (*horizontal multiplier*)

VM = Factor de altura (*vertical multiplier*)

DM = Factor de desplazamiento vertical (*distance multiplier*)

AM = Factor de asimetría (*asymmetric multiplier*)

FM = Factor de frecuencia (*frequency multiplier*)

CM = Factor de agarre (*coupling multiplier*)

$$IL = \text{Peso de la carga} / RWL \quad \text{Ec. (3)}$$

Con la ecuación de NIOSH se determina el cálculo del índice de levantamiento Ec. (3); si el IL de la tarea nos da como resultado una puntuación menor o igual a 1 significa que los trabajadores pueden realizar la actividad sin ocasionarles problemas, si da como resultado entre 1 y 3 significa que algunos trabajadores pueden padecer dolencias o lesiones si realizan esa actividad, y si nos da una puntuación mayor a 3, la tarea ocasionará problemas a la mayoría de los empleados (López et al., 2020).

## Recolección y análisis de datos

Se realizó una serie de observaciones previas con la finalidad de identificar y conocer las variables que estaban implicadas en el estudio. Primero, se reconoció que los camiones que se utilizan para la recolección de RSU son de carga trasera (Fig. 1). Además, se identificaron tres

posturas forzadas: al sujetar y acercar el contenedor al camión recolector, al cargar el contenedor de basura y las posturas que realizan al momento de depositar la basura.



**Figura 1.** Camión recolector utilizado en la ciudad.

**Figure 1.** Collector truck used in the city.

Al momento de observar el método de trabajo se fueron registrando los contenedores más comúnmente utilizados en las viviendas los cuales son, el bote de plástico, el bote de metal, las bolsas chicas y las bolsas grandes; con esta información se realizó un cálculo para obtener la probabilidad de ocurrencia de cada contenedor siendo: 45.1 % para el bote de plástico, 38.5 % para el bote de metal, 7.6 % para las bolsas chicas y 8.6 % para bolsas grandes (Tabla 1).

**Tabla 1.** Cálculo de la probabilidad de ocurrencia de cada contenedor.

**Table 1.** Calculation of the probability of occurrence of each container.

Colonia	Contenedor por vivienda			
	Plástico	Metal	Bolsas	
			G	Ch
Alameda	10	2	1	2
Benito Juárez	8	7	3	2
Francisco Villa	9	8	2	1
Pablo Gómez	8	10	2	2
Linda Vista	9	7	3	2
Flores de Tepeyac	11	6	2	1
Nuevo Delicias	7	9	2	2
Desarrollo Urbano	10	8	2	2
Girasoles	9	10	1	1
Cumbres del Deporte	8	9	3	1
<b>Total</b>	89	76	17	15
<b>Probabilidad</b>	0.451	0.385	0.086	0.076

De acuerdo con los cuatro tipos de contenedores utilizados en la ciudad de Delicias, y su probabilidad de ocurrencia mencionada, se procedió a calcular una muestra estadística (Tabla 2), utilizando la fórmula de proporción infinita, con un nivel de confianza del 90 %, con la finalidad de obtener el peso promedio de los botes que son levantados por los recolectores, determinando que deben ser pesados 67 botes de plástico, 64 botes de metal, 21 bolsas grandes y 19 bolsas chicas.

**Tabla 2.** Cálculo de la muestra.

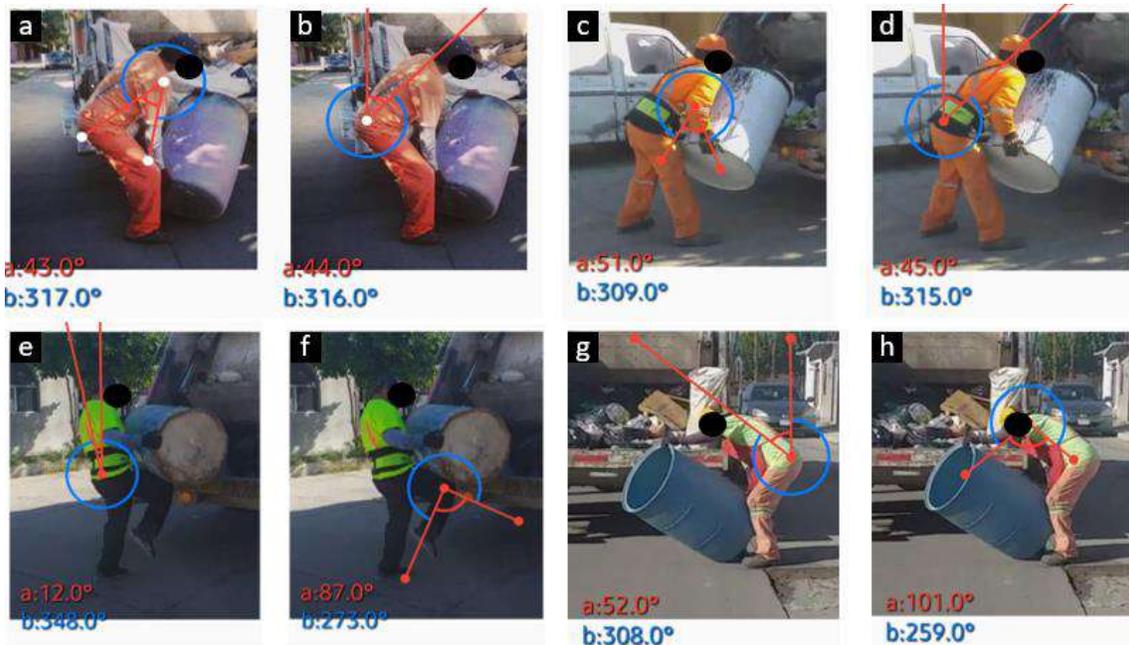
**Table 2.** Sample calculation.

Plástico	Metal	Bolsas	
		G	Ch
$\frac{(1.65)^2 (.451)(.549)}{(.10)^2}$	$\frac{(1.65)^2 (.385)(.615)}{(.10)^2}$	$\frac{(1.65)^2 (.086)(.914)}{(.10)^2}$	$\frac{(1.65)^2 (.076)(.924)}{(.10)^2}$
67	64	21	19

Al conocer las posturas forzadas a evaluar, se procedió a observar y videografiar los movimientos ejecutados por los recolectores mientras realizaban las labores habituales de la recolección de RSU por las distintas avenidas de la ciudad. Al mismo tiempo, se obtuvo el pesaje de los contenedores de acuerdo con la muestra estadística, para lo cual se utilizó una báscula industrial de la marca Rhino modelo I-PEP.

Posteriormente se aplicó el método REBA, para evaluar las tres posturas con los cuatro contenedores diferentes, y se procedió con la evaluación del índice de levantamiento con la ecuación de NIOSH. Los softwares utilizados se encuentran en la página de ergonautas en la plataforma Ergoniza © (2006), disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/app/index.html>, donde se crea una cuenta para tener acceso a realizar evaluaciones ergonómicas de métodos como: RULA (*Rapid Upper Limb Disorders*), REBA, OWAS (*Ovako Working Analysis System*), NIOSH, OCRA (*Occupational Repetitive Action*), entre otros.

Al conseguir las grabaciones de los 20 recolectores y el pesaje completo de los contenedores, se procedió a realizar un análisis de las posturas (Fig. 2), los ángulos corporales fueron calculados a través de fotografías con ayuda del software Angulus (2016), se colocan fotografías de las posturas a analizar, permitiendo calcular los ángulos necesarios para realizar las evaluaciones ergonómicas; en este caso, se estudia la flexión del cuello, piernas, tronco, brazos, antebrazos y muñecas.



**Figura 2.** Ejemplo del análisis de ángulos corporales con el software Angulus. a) Extensión de brazo 43°, b) Flexión del tronco 44°, c) Flexión de antebrazo 51°, d) Flexión del tronco 45°, flexión de pierna 87°, f) flexión de tronco 12°, g) flexión de tronco 52°, h) extensión de brazo 101°.

**Figure 2.** Example of the analysis of body angles with the Angulus software. a) arm extension 43°, b) trunk flexion 44°, c) forearm flexion 51°, d) trunk flexion 45°, leg flexion 87°, f) trunk flexion 12°, g) trunk flexion 52°, h) arm extension 101°.

Después de haber realizado el cálculo de los ángulos, y colocado la información correspondiente para cada método, se creó una base de datos en el programa Excel® (2016), con los resultados y el análisis, colocando la información de manera individual por recolector y por método, para llevar a cabo el cálculo del promedio de pesaje de cada contenedor.

Durante su jornada laboral, los recolectores de RSU manipulan botes y bolsas con diferentes pesos y dimensiones (Fig. 3); en promedio el peso de los contenedores en las viviendas es de  $33.00 \pm 4.10$  kg para el bote de metal (Fig. 3-a),  $17.00 \pm 4.68$  kg para el bote de plástico (Fig. 3-b),  $9.40 \pm 3.42$  kg las bolsas grandes (Fig. 3-c) y  $1.30 \pm 0.34$  kg las bolsas chicas (Fig. 3-d).

De acuerdo con los resultados obtenidos del método REBA para los botes metálicos y de plástico (Tabla 3), se observó que, al girar el bote metálico para colocarlo enfrente del camión recolector, el 70 % de los recolectores presentan un riesgo muy alto y el otro 30 % un riesgo alto. Al cargarlo, el 95 % de los recolectores tienen un riesgo muy alto y el 5 % restante un riesgo alto, las posturas que toman al depositar la basura en el camión representan un nivel de riesgo muy alto para el 75 % de los recolectores y para el 25 % un nivel de riesgo alto. El riesgo que presenta la manipulación del bote de plástico al momento de girarlo, es un riesgo alto para el 70 % de los recolectores y un riesgo medio para el 15 %. Al cargarlo, el 25 % muestran un riesgo muy alto y el otro 75 % un riesgo alto; con respecto a la postura al depositar la basura del bote de plástico, el 5 % de los recolectores presentan un nivel de riesgo medio, el 65 % presentan un riesgo alto y el 30 % un nivel de riesgo muy alto.



**Figura 3.** Contenedores de RSU utilizados en las viviendas de la ciudad.

**Figure 3.** MSW containers used in the city's housing units.

Con respecto a los resultados obtenidos con la ecuación de NIOSH, para el bote metálico y de plástico, tenemos que, al levantar el bote de metal, 11 recolectores presentan un IL mayor a 3, los otros 9 obtuvieron un IL de entre 1 y 3. En cambio, con el bote de plástico, los 20 recolectores dan como resultado un IL entre 1 y 3.

**Tabla 3.** Resultados de la evaluación al manipular contenedores metálicos y de plástico.

**Table 3.** Evaluation results when handling metal and plastic containers.

Recolector	REBA			NIOSH		REBA			NIOSH	
	Bote metálico					Bote de plástico				
	Gira	Carga	Deposita	LPR	IL	Jala	Carga	Deposita	LPR	IL
1	11	13	12	12.62	2.622	9	10	9	10.87	1.618
2	11	11	11	12.61	2.624	10	10	8	9.81	1.792
3	9	10	11	10.85	3.050	8	11	11	11.01	1.597
4	10	11	11	9.9	3.343	9	10	6	10.87	1.618
5	10	12	10	9.29	3.562	9	10	10	9.66	1.820
6	11	13	11	9.04	3.661	10	10	11	8.61	2.042
7	11	12	12	10.43	3.173	11	10	11	13.11	1.341
8	12	12	10	11.52	2.873	11	10	10	9.34	1.883
9	10	11	10	9.71	3.408	8	10	10	10.62	1.656
10	9	12	10	11.02	3.003	9	10	11	9.96	1.765
11	11	12	11	12.83	2.579	11	8	10	11.12	1.581
12	12	13	12	10.36	3.194	10	9	11	12.2	1.441
13	10	13	10	14.4	2.298	8	10	10	11.8	1.490
14	11	12	11	10.36	3.194	7	11	9	11.4	1.542
15	11	12	12	12.67	2.612	6	9	9	11.12	1.581
16	11	13	11	11.5	2.878	8	11	11	11.06	1.590
17	11	12	12	10.76	3.076	8	11	9	9.8	1.794

18	11	12	11	12.97	2.551	7	10	9	10.13	1.736
19	12	12	11	11.01	3.006	10	11	10	9.32	1.887
20	11	12	11	12.83	2.579	9	10	10	11.31	1.555

Por otro lado, el resultado del método REBA para bolsas chicas y grandes (Tabla 4); en la actividad de sujetar las bolsas grandes, el 65 % de los recolectores presentan un nivel de riesgo medio, mientras que el 35 % un riesgo alto; al cargar las bolsas grandes, el 10 % de los recolectores muestran un nivel de riesgo bajo, 75 % un nivel de riesgo medio y el resto un riesgo alto, al depositar la bolsa grande al camión, el 90 % de los recolectores exponen un nivel de riesgo medio y el 10 % representan un riesgo alto. La acción de sujetar las bolsas chicas muestra un nivel de riesgo inapreciable para el 5 % de los recolectores, 20 % un riesgo bajo, 70 % un riesgo medio y el otro 5 % un riesgo muy alto; la variabilidad del nivel de riesgo se debe a donde se encuentran colocadas, ya sea en algún árbol o reja de la vivienda. Al cargar las bolsas chicas, hay un nivel de riesgo inapreciable para el 15 %, un riesgo bajo para el 60 % y un riesgo medio para el 25 % de los recolectores. Cuando son depositadas en el camión, hay un riesgo medio para el 70 %, un riesgo bajo para el 25 % y un riesgo inapreciable para el 5 %. Así mismo, la ecuación de NIOSH para bolsas chicas y grandes, nos da un IL menor a 1, lo que significa ser una actividad que no causará problema a los recolectores.

**Tabla 4.** Resultados de la evaluación al manipular bolsas chicas y grandes.

**Table 4.** Evaluation results when handling small and large bags.

Recolector	REBA			NIOSH		REBA			NIOSH	
	Bolsas grandes					Bolsas chicas				
	Agarrar	Cargar	Soltar	LPR	IL	Agarrar	Cargar	Soltar	LPR	IL
1	7	10	9	12.66	0.742	1	2	3	15.98	0.088
2	7	10	4	14.35	0.655	9	2	5	13.21	0.106
3	8	5	6	12.11	0.776	6	2	2	16.27	0.086
4	8	5	5	11.99	0.784	6	4	4	14.56	0.096
5	9	5	6	14.78	0.636	2	2	1	11.76	0.119
6	7	7	7	10.15	0.926	5	3	4	15.02	0.093
7	6	5	6	15.55	0.605	6	7	3	15.05	0.093
8	7	8	6	15.8	0.595	7	4	4	16.53	0.085
9	7	4	7	15.89	0.592	7	2	6	15.48	0.090
10	8	5	7	10.52	0.894	7	4	7	11.03	0.127
11	4	3	4	14.94	0.629	3	1	3	14.5	0.097
12	9	3	5	13.29	0.707	6	4	4	12.07	0.116
13	8	5	6	14.49	0.649	6	2	4	16.73	0.084
14	7	4	6	16.3	0.577	4	1	6	13.93	0.101
15	7	5	7	14.98	0.628	3	2	4	16.3	0.086
16	6	5	8	15.55	0.605	4	2	4	13.51	0.104

17	7	5	7	13.94	0.674	5	1	6	14.41	0.097
18	8	6	7	13.57	0.693	4	3	5	13.49	0.104
19	5	4	7	15.88	0.592	3	2	3	14.5	0.097
20	7	4	4	13.24	0.710	4	3	4	13.82	0.101

### 3. Discusión

Considerando los resultados de la evaluación del método REBA, la Tabla 5 hace referencia a la parte del cuerpo afectada debido al esfuerzo corporal realizado de manera general por los recolectores. De forma específica, los resultados del presente estudio identificaron que la manipulación del bote de metal afecta principalmente los brazos, hombros, tronco y piernas de los recolectores; mientras que con el bote de plástico existe un sobreesfuerzo en los brazos, hombros, tronco y cuello. Así mismo, con las bolsas grandes de residuos hay sobreesfuerzos en muñecas, antebrazos, cuello, brazos, y tronco; y para el caso de las bolsas chicas, se presenta un riesgo en las muñecas, antebrazos y cuello.

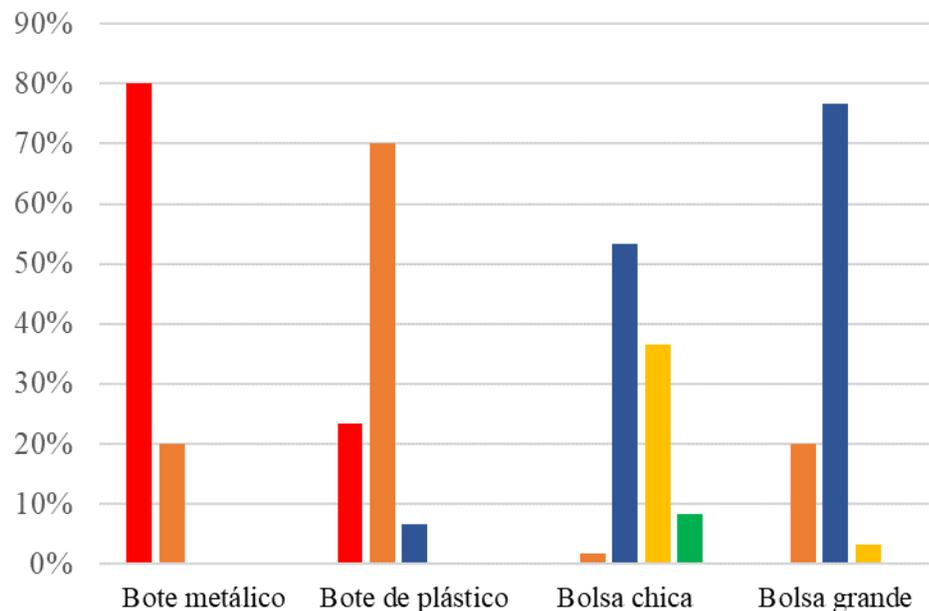
**Tabla 5.** Partes del cuerpo afectadas debido al esfuerzo corporal.

**Table 5.** Parts of the body affected due to bodily effort.

Contenedor	Esfuerzo corporal	Parte del cuerpo afectada
<b>Bote metálico (gírar)</b>	Giro y flexión del cuerpo, rotación de brazos	Tronco, brazos y antebrazos
<b>Bote metálico (cargar)</b>	Inclinación y rotación del tronco, flexión de rodillas y antebrazos	Tronco, antebrazos, rodillas
<b>Bote metálico (depositar)</b>	Extensión de brazo, elevación de hombros y flexión de cuello	Brazos, cuello y hombros
<b>Bote de plásticos (gírar/arrastrar)</b>	Giro y flexión del cuerpo / extensión de brazo, rotación de brazos	Tronco, brazos y antebrazos
<b>Bote de plásticos (cargar)</b>	Inclinación y rotación del tronco, flexión de rodillas y antebrazos	Tronco, antebrazos, rodillas
<b>Bote de plásticos (depositar)</b>	Extensión de brazo, elevación de hombros y flexión de cuello	Brazos, cuello y hombros
<b>Bolsas grandes (sujetar)</b>	Flexión del tronco, flexión de muñecas	Tronco y muñecas
<b>Bolsas grandes (cargar)</b>	Flexión de antebrazos torsión de muñecas	Antebrazos y muñecas
<b>Bolsas grandes (depositar)</b>	Extensión de brazo, inclinación del cuello y del cuerpo	Brazos, cuello y tronco
<b>Bolsas chicas (sujetar)</b>	Elevación de hombros o flexión del tronco	Hombros o tronco
<b>Bolsas chicas (cargar)</b>	Flexión de antebrazos, torsión de muñecas	Antebrazos y muñecas
<b>Bolsas chicas (depositar)</b>	Extensión de brazo, inclinación del cuello, extensión de muñecas	Brazos, cuello y muñecas

De forma general, el riesgo predomina en los hombros, cuello, brazos, piernas, tronco y muñecas. Un estudio realizado a recolectores en Vietnam muestra que la espalda baja resultó ser el sitio más afectado, seguido por el cuello y hombros (Nguyen *et al.*, 2020). Otra investigación, identifica que el riesgo más significativo se encuentra en los brazos con un 80.6 %, muñecas/manos con un 74.2 %, y espalda con un 67.7 % (Tuesca-Armijos, 2020). Un estudio realizado en España, sobre el desarrollo de secuelas en el hombro, señala que el 51.6 % de los trabajadores de limpieza presentan molestias en los hombros, aumentando el dolor en esta zona debido a las posturas forzadas y a los movimientos repetitivos (López *et al.*, 2021).

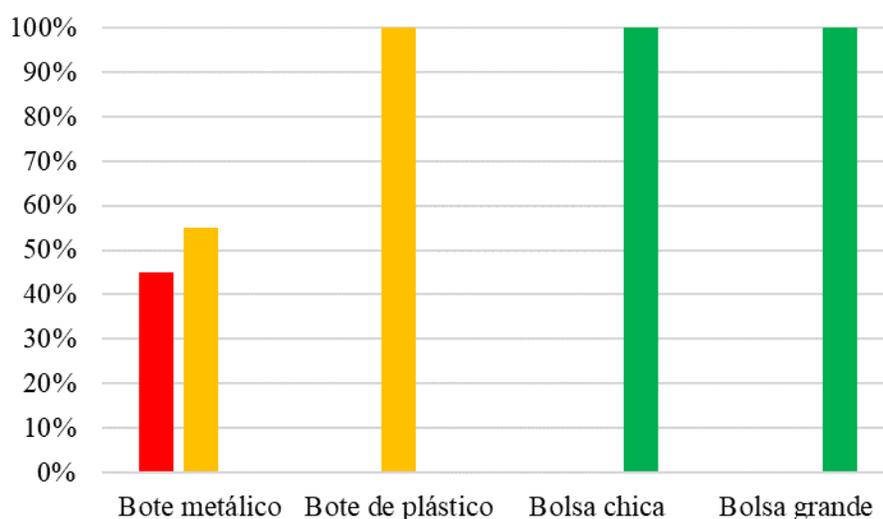
De acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo observar que la manipulación del bote de metal provoca que los recolectores presenten un 80 % de riesgo muy alto y un 20 % de riesgo alto de padecer o desarrollar un TME, debido a las posturas inadecuadas que realizan. Con respecto a los resultados con los botes de plástico, se demostró que el 23.3 % de los recolectores presentan riesgo muy alto, el 70 % riesgo alto y 6.7 % riesgo medio. Estos resultados coinciden con los niveles de riesgo en estudios similares; un estudio en Nigeria mostró que el 26.7 % de los recolectores de residuos estaban en alto riesgo y el 66.7 % tenían un riesgo muy alto para el desarrollo de TME (Tuesca-Armijos, 2020). Por otra parte, un trabajo realizado en Yucatán, México dio como resultado que el 31.7 % de trabajadores obtuvieron un riesgo muy alto y el 48.8 % presentó un riesgo alto (Rodríguez *et al.*, 2021). Por otro lado, el riesgo de las bolsas chicas es de 53.3 % riesgo medio, 36.7 % de riesgo bajo y 8.3 % de riesgo inapreciable; mientras que, la manipulación de bolsas grandes presenta un 20 % de riesgo alto, 76.7 % de riesgo medio y 3.3 % de riesgo bajo (Fig. 4).



**Figura 4.** Nivel de riesgo postural por tipo de contenedor. ■ Riesgo muy alto, ■ riesgo alto, ■ riesgo medio, ■ riesgo bajo, ■ riesgo inapreciable.

**Figure 4.** Level of postural risk by type of container. ■ Very high risk, ■ high risk, ■ medium risk, ■ low risk, ■ negligible risk.

Los resultados obtenidos con la ecuación de NIOSH, para evaluar el índice de levantamiento de los cuatro contenedores muestran que, al levantar el bote de metal, el 55 % de los recolectores obtuvieron un riesgo elevado, el otro 45 % un riesgo moderado; mientras que el bote de plástico presenta un riesgo moderado para el 100 % de los recolectores; las bolsas chicas y las bolsas grandes tienen un nivel de riesgo aceptable para el 100 % de los recolectores (Fig. 5). Algunos estudios que han utilizado esta misma ecuación para evaluar la tarea de los recolectores de residuos muestran resultados similares; en la ciudad de Huaquillas, Ecuador, se realizó un estudio a 31 empleados, tanto hombres como mujeres entre 18 a 65 años; dando como resultado que 61.3 % de los recolectores tienen un riesgo elevado y el otro 38.7 % un riesgo moderado de padecer o desarrollar trastornos músculo-esqueléticos (Tuesca-Armijos, 2020).



**Figura 5.** Resultado del índice de levantamiento (IL) de los contenedores de basura. ■ Riesgo elevado, ■ Riesgo moderado, ■ Riesgo aceptable.

**Figure 5.** Result of the lifting index (IL) of the garbage containers. ■ High risk, ■ Moderate risk, ■ Acceptable risk

El levantamiento constante de cargas es un factor que influye en el desarrollo de TME; por lo tanto, los recolectores de RSU tienen un mayor riesgo de sufrir complicaciones dada la naturaleza del trabajo. Debido a que el riesgo mayor predomina en los hombros, cuello, brazos, piernas, tronco y muñecas, algunos TME que potencialmente podrían experimentar los recolectores de basura por las posturas inadecuadas son: el síndrome cervical por tensión, tortícolis, trocanteritis, rotura del tendón de Aquiles, lumbalgia, hernia discal, tendinitis del manguito de los rotadores, entre otros (Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales, 2019).

## 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos por ambos métodos dan como resultado que el contenedor de metal representa un mayor riesgo para desarrollar trastornos músculo esqueléticos en los

trabajadores recolectores de basura de la ciudad de Delicias, Chihuahua, México. Estas lesiones pueden ser principalmente en hombros, cuello, brazos, piernas, tronco o muñecas, debido al esfuerzo físico que implica para realizar sus labores diarias.

Por lo tanto, los contenedores de metal son inadecuados para que la ciudadanía los siga utilizando en el desecho de sus residuos; los botes de plástico son una alternativa para sustituirlos gradualmente. Además, considerando lo que establece la ecuación de NIOSH con respecto al peso máximo de carga, que es de 23 kg, siempre y cuando se utilice en las condiciones adecuadas, se puede concluir que el bote de plástico es un contenedor adecuado para depositar los RSU siendo su peso promedio  $17.00 \pm 4.68$  kg.

Si las condiciones a las que se enfrentan los recolectores de basura de la ciudad, no cambian o mejoran, éstos podrían desarrollar algún TME que afectaría su salud y calidad de vida. Sin embargo, el riesgo de estos padecimientos puede disminuir con la implementación de medidas de carácter preventivo y técnico que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores. Para esto, se requiere el apoyo por parte de la ciudadanía, el gobierno y la empresa dedicada a la recolección de RSU, la cual debe brindar capacitación necesaria, así como el equipo de protección personal adecuado para los trabajadores.

## Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de los recolectores de la ciudad de Delicias, Chihuahua, México y a la empresa encargada por su disponibilidad para la realización de este estudio.

## Conflicto de interés

Los autores de este artículo declaran no tener ningún conflicto de interés

## 5. Referencias

- attini, D., Botti, L., Mora, C. & Sgarbossa, F. (2018) Ergonomics and human factors in waste collection: analysis and suggestions for the door-to-door method. IFAC 51(11): 838-843. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.443>
- Cañas, J. (2015) Ergonomía en los sistemas de trabajo. Grana, España. Secretaria de Salud Laboral de la UGT-CEC. <https://www.virtualpro.co/biblioteca/ergonomia-en-los-sistemas-de-trabajo>
- CENEA. Método de evaluación ergonómica reba: grandes riesgos de su incorrecta aplicación. CENEA, la ergonomía laboral del siglo XXI (2021). <http://bit.ly/40nWMKc>
- Defelippe, L. (2014). Las lesiones osteomioarticulares más frecuentes en recolectores de residuos (Tesis de grado, Universidad FASTA). [http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/636/2/2014\\_K\\_017.pdf](http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/636/2/2014_K_017.pdf)

- Diego-Mas, J.A. (2015). Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales. (2019). Trastornos Musculo esqueléticos. <http://bit.ly/40xw9CG>
- Grooten, W. & Johansson, E. (2018). Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for Work-Related musculoskeletal disorders. A Scoping Review. Revista Ciencias de la Salud 16(especial): 8-38. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6840>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2015). Posturas de trabajo: evaluación del riesgo. INSHT. <http://bit.ly/3YhVE96>
- Junta de Castilla y León. (2019). Trastornos músculo-esqueléticos. Revista de Prevención de Riesgos Laborales de Castilla y León 11: 28-67. <http://bit.ly/3IF48Ss>
- López, M., Ramírez, E., Naranjo, A., Velarde, J., Rodríguez, I. & Chacara, A. (2020). Programa para la prevención de trastornos musculoesqueléticos. Editorial externa. ISBN 978-607-437-516-9. <http://bit.ly/3IEveQH>
- López, M., Valle, M. & Fausto, J. (2021). Condiciones laborales y riesgos para la salud en recolectores de basura. Revista Colombiana de Salud Ocupacional 11(1): 34-41. <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.1.2021.5898>
- Navas, E. (2018). Ergonomía 2ª ed. Editorial ICB, Malaga. ISBN 1512968889.
- Nguyen, B. V., Tran, T. T., Hoang, N. T., Nguyen, B. N. & Nguyen, Q. T. (2020). Musculoskeletal Pain and Work-related Risk Factors among Waste Collectors in Hanoi, Vietnam: A Cross-sectional Study. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences 8(E): 498-508. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2020.4866>
- Organización Internacional del Trabajo (2019). Seguridad y Salud en el centro del trabajo. Primera edición. <https://www.oitcinterfor.org/node/7564>
- Organización Mundial de la salud. (2022). Musculoskeletal conditions. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Parrillas, S. & Pérez, F. (2019). Perfil de salud ocupacional y factores asociados en recolectores de basura de la ciudad de León, en el período febrero-marzo 2019 (Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-LEON). <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/8139>
- Rissetto, M., Jaromezuk, A., Vives, H., Balgac, J., Vives, A. & Guerra, W. (2010). La recolección de los residuos sólidos urbanos mediante camiones y las consecuencias físicas que padecen sus operarios. Rumbos Tecnológicos 2: 111-126. <http://bit.ly/3ID84mZ>
- Rodríguez, M., Couoh, A., Hijuelos, N., Pérez, E. & Barrero, V. (2021) Nivel de riesgo postural para trastornos musculoesqueléticos asociado a la actividad laboral en recolectores de residuos yucatecos. Ciencia y Humanismo en la Salud 8(1): 27-37. <https://revista.medicina.uady.mx/revista/index.php/cienciayhumanismo/article/view/163>

- Rodriguez-Blanes, G., Lobato-Cañón, J., Sánchez-Payá, J., Ausó-Pérez, J. & Cardona-Llorens, A. (2020). Influencia de las medidas preventivas ergonómicas en el desarrollo de secuelas por patología no traumática del hombro. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales* 23(2): 196-210. <https://doi.org/10.12961/apr1.2020.23.02.06>
- Vázcones-Illapa R., Tuesca-Armijos, R. (2020). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos y riesgo ergonómico en el personal que realiza recolección de desechos sólidos (Tesis de grado, Universidad Internacional SEK). <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3675>
- Vidal, J. (2020). Propuesta de una norma técnica en seguridad y salud ocupacional para trabajos de recolección de residuos sólidos municipales (Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Perú). <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3418>
- World Health Organization. Musculoskeletal Conditions. (2021). <http://bit.ly/3JzH8Wa>
- Yang, C.L., Huang, W.P., Lin, W.Y., Tseng, P.C. & Kuo, H.W. (2022). Job-related stress associated with work-related upper extremity musculoskeletal disorders (UEMDs) in municipal waste collectors: the moderation and mediation effect of job support. *BMC Musculoskelet Disord* 23: 762. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05721-y>
- Yussouff, A., Adedeji, K. & Ismaila, S. (2017). Ergonomic Analysis of Worker Postures in Waste Collection Job. *International Journal of Management and Sustainability* 6(3): 47-53. <https://doi.org/10.18488/journal.11.2017.63.47.53>

2023 TECNOCENCIA CHIHUAHUA.

Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial 4.0 Internacional.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>