

# Análisis de riesgos laborales en el proceso de limpia pública de un municipio de Veracruz, México

## *Occupational Risk analysis in the public cleaning process of a municipality in Veracruz, México*

Lucila Guadalupe Tobón Galicia<sup>1</sup> 

Liliana Fuentes Rosas<sup>2</sup> 

María del Socorro Flores Serrano<sup>3</sup> 

María Eloísa Gurruchaga Rodríguez<sup>4</sup> 



### **Palabras clave:**

análisis de riesgos, servicios públicos, residuos sólidos, seguridad, administración pública y sanidad pública.

Tipo Artículo Investigación

Fecha Recibido

15 de noviembre de 2023

Fecha Aprobado

05 de marzo de 2024

Fecha Publicación

17 de mayo de 2024

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional



## Resumen

**Problemática.** Los puestos de confianza del municipio de Tezonapa son otorgados a personas que apoyaron la campaña política del administrador municipal, a quienes la necesidad de emplearse les obliga a aceptar las actividades encomendadas sin previa capacitación; el desconocimiento los expone a peligros que terminan en lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo.

**Objetivos.** Identificar los peligros a los que están expuestos los trabajadores de limpia pública, evaluar los riesgos y establecer medidas para controlarlos y prevenir lesiones y/o enfermedades profesionales.

1 Tecnológico Nacional de México/Campus Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Tierra Blanca, Ver., México, Licenciada en Ingeniería Industrial, Maestra en Ingeniería Industrial y Doctora en Administración y Desarrollo Empresarial, [lucila.tobon@itstb.edu.mx](mailto:lucila.tobon@itstb.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0001-8836-667X>

2 Tecnológico Nacional de México/Campus Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Tierra Blanca, Ver., México, Licenciada en Ingeniería Industrial, Maestra en Ciencias de Ingeniería Administrativa y Doctora en Ciencias de la Administración, [liliana.fuentes@itstb.edu.mx](mailto:liliana.fuentes@itstb.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0002-7285-5169>

3 Tecnológico Nacional de México/Campus Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Tierra Blanca, Ver., México, Licenciada en Ingeniería Industrial, Maestra en Ingeniería Industrial y Doctoranda en Ciencias de la Administración, [maria.flores@itstb.edu.mx](mailto:maria.flores@itstb.edu.mx), <https://orcid.org/0000-0003-1124-664X>

4 Tecnológico Nacional de México/Campus Tecnológico de Orizaba, Orizaba, Ver., México, Licenciada en Ingeniería Química, Maestra en Ciencias de la Ingeniería Industrial y Doctora en Ciencias de la Ingeniería Industrial, [eloisa.gr@orizaba.tecnm.mx](mailto:eloisa.gr@orizaba.tecnm.mx), <https://orcid.org/0000-0003-4204-5031>



*Cómo citar este artículo /  
To reference this article:*

Tobon-Galicia, L.-G., Fuentes-Rosas, L., Flores-Serrano, M.- del S. , y Gurruchaga-Rodríguez, M.-E. (2024). El Análisis de riesgos laborales en el proceso de limpia pública de un municipio de Veracruz, México: Uso de la metodología IPERC. Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios), 11(1), e-1017.<https://doi.org/10.22579/23463910.1017>

**Materiales y métodos.** Se implementa metodología para la identificación de peligros, riesgos y su control (IPERC), que tiene como objetivo identificar peligros presentes en el lugar de trabajo para evitar accidentes o enfermedades laborales. Consta de seis pasos: identificar procesos, actividades y riesgos, medir, controlar y evaluar los riesgos.

**Resultados.** Las acciones propuestas lograron: capacitar al personal de limpia pública, sensibilizar trabajadores administrativos en materia de seguridad y clasificación de RSU, dotar de EPP al personal ejecutor, optimizar rutas de recolección para reorganizar el trabajo y fomentar la cultura de seguridad y salud en el trabajo del ayuntamiento.

**Discusión.** El análisis de riesgos debe actualizarse conforme el seguimiento de las acciones; algunas necesitan más tiempo para realizarse, ya que requieren inversión monetaria y la seguridad no es prioridad, sin embargo, las efectuadas hasta el momento mejoran la seguridad al reducir accidentes y enfermedades ocupacionales, permiten mayor eficiencia y productividad y contribuyen al cumplimiento de la legislación laboral.

**Conclusiones.** Los riesgos evaluados se clasifican de triviales a moderados, el puesto con mayor

porcentaje de riesgos moderados es el colector; el cumplimiento de los controles depende, en su mayoría, del cuidado de los trabajadores al ejecutar sus funciones.

**Contribución/originalidad.** La implementación de la matriz IPERC produce el primer acercamiento a los problemas que presentan los trabajadores del área de limpia pública.

**Palabras clave:** análisis de riesgos, servicios públicos, residuos sólidos, seguridad, administración pública y sanidad pública.

## Abstract

**Problem.** The positions of trust in the municipality of Tezonapa are granted to people who supported the political campaign of the municipal administrator, their need to be employed forces them to accept the activities entrusted without prior training, ignorance exposes them to dangers that end in injuries and diseases related to work.

**Objectives.** Identify the dangers to which public cleaning workers are exposed to, evaluate the risks and establish measures to control them and prevent injuries and/or occupational diseases.

**Materials and methods.** Methodology for the identification of hazards, risks, and their control (IPERC) are used, which has the objective of identifying hazards present in the workplace to avoid accidents or occupational diseases, it consists of six steps: Identify process, activities and risks, measure, control and evaluate risks.

**Results.** The proposed actions achieved: training public cleaning personnel, sensitizing administrative workers on safety and USW classification, providing PPE to executing personnel, optimizing collection routes to reorganize work and promoting a culture of safety and health at work city hall.

*Cómo citar este artículo /  
To reference this article:*

Tobon-Galicia, L.-G., Fuentes-Rosas, L., Flores-Serrano, M.- del S., y Gurruchaga-Rodríguez, M.-E. (2024). El Análisis de riesgos laborales en el proceso de limpia pública de un municipio de Veracruz, México: Uso de la metodología IPERC. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 11(1), e-1017. <https://doi.org/10.22579/23463910.1017>

**Discussion.** The risk analysis must be updated as the actions are monitored, some need more time to be carried out, since they require monetary investment and safety is not a priority, however, those carried out so far improve safety by reducing accidents and occupational diseases, allow greater efficiency and productivity and contribute to compliance with labor legislation.

**Conclusions.** The risks evaluated are classified from trivial to moderate, the position with the highest percentage of moderate risks is the collector; compliance with the controls depends mostly on the care of the workers when performing their functions.

**Contribution/originality.** The implementation of the IPERC matrix produces the first approach to the problems presented to workers in the public cleaning area.

**Keywords:** Risk analysis, public services, solid waste, security, public administration, and public health.

## Introducción

El municipio de Tezonapa es uno de los 212 que forman parte del estado de Veracruz, y que, como todos, debe asignar comisiones para dar solución a las necesidades y problemas municipales. Entre las mínimas requeridas según la Subprocuraduría de Legislación y Consulta (2016) la posición IX la ocupa limpia pública. El personal designado para esta dirección son ciudadanos que por voluntad propia y en espera de la recompensa de un empleo, apoyaron la campaña política del presidente municipal en turno. Debido al tipo de contratación, es común observar que estas personas carecen de los conocimientos necesarios para

desempeñar las funciones y que las ejecutan conforme van adquiriendo experiencia, exponiéndose a diferentes peligros de trabajo que pueden ocasionarles daños en su salud severos e incluso la muerte. Lo más lamentable es que al ser contratados como personal de confianza, no cuentan con prestaciones básicas (seguro social) que los respalde en caso de alguna eventualidad no deseada.

Es importante mencionar que a pesar de que en México existen normativas que regulan la actividad laboral, como las normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), es evidente que las condiciones laborales en materia de seguridad e higiene del

personal de limpia pública no son las adecuadas. Este trabajo tiene por objetivo identificar los peligros y riesgos asociados a las actividades de los trabajadores (recolector, operador del camión y el cobrador), utilizando la metodología IPERC que, de acuerdo con González Valenzuela, Fornés Rivera, López Figueroa & Valenzuela Osorio (2018), está basada en las OSHAS 18001:2007 hoy remplazadas por las ISO 45001 y sirve para determinar acciones preventivas que disminuyen los peligros y riesgos labores.

Con esta investigación se busca informar, concientizar y sensibilizar a los trabajadores de los peligros a los que se exponen en sus actividades diarias, las consecuencias que pueden manifestarse y principalmente hacerles saber los controles que minimizan los riesgos. También, se desea informar a la administración de la magnitud de los riesgos del departamento de limpia pública, con la finalidad de que puedan proveerles de los materiales adecuados para desempeñar su función.

## Contexto teórico

La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU), comúnmente conocidos como basura, no es un desafío de la actualidad, apareció cuando la población se hizo sedentaria en el Neolítico (en torno al 5000 aC) (Phillips, 2021). Sin embargo, a través de los años se ha convertido en un problema de carácter ambiental, político, económico y social, y esto se debe a que la generación de RSU de una población, es directamente proporcional al número

de habitantes y a su desarrollo tecnológico e industrial.

Los RSU se derivan de las diferentes actividades de la vida cotidiana y se componen principalmente de: cartón, envases, envolturas de productos, latas, plástico, vidrio, residuos de alimentos y jardines, telas, entre otros. En Veracruz, México, el proceso de recolección es responsabilidad municipal y se realiza de dos formas: una es directamente con el personal de limpia pública del ayuntamiento y otra, por medio de un tercero contratado para llevar a cabo la función. En ambos casos el procedimiento para la gestión de la basura tiene dos fases: la primera de recolección y la segunda, traslado a sitios de disposición final, que de acuerdo con Susunaga Miranda, Ortiz Muñiz, Castañeda Chávez, Lango Reynoso & Hernández Berriel (2022), estos lugares no cuentan con las medidas de control y contaminan el suelo, el agua y el aire, además de emitir gases tóxicos a la atmósfera que son nocivos para la salud.

Adicional al problema la disposición final, también se observan áreas de oportunidad en la fase de recolección de basura, que van desde la clasificación de los residuos de parte de los generadores, capacidad insuficiente de los camiones colectores, hasta el método inseguro de recolección.

Este trabajo se centra específicamente en detectar los peligros asociados a las actividades de recolección de RSU que realiza el personal de limpia pública del municipio de Tezonapa, Veracruz, ubicado en la región de las

altas montañas y con una población de 54,537 habitantes (Gobierno de México, 2023). Se observa allí que los trabajadores desconocen los peligros a los que se exponen al realizar sus actividades laborales y no están conscientes de las consecuencias que pueden surgir en caso de algún accidente. La situación se complica al conocer que los salarios que se retribuyen a las personas por sus servicios no alcanzan el salario mínimo y, más grave aún, que no cuentan con seguro social o similar que pueda cubrir alguna eventualidad, convirtiéndose el escenario en un problema no solo para el trabajador, sino para su familia.

Con el fin de mejorar las condiciones laborales en materia de seguridad y salud en el trabajo, se realiza un análisis de riesgos que incluye la identificación de actividades y su asociación con los peligros, la determinación del escenario de riesgo, sus causas y consecuencias y evaluación, pero principalmente los controles para minimizarlos y, con ello, prevenir accidentes, enfermedades de trabajo, pérdidas materiales, económicas y sobre todo salvar vidas humanas.

Cabe hacer mención que la implementación de los análisis de riesgos se ha extendido a múltiples sectores de la tecnología y la sociedad (Torres Valle, Garea Moreda, Suazo Torres, Jáuregui Haza & Martínez Martín, 2021), por ejemplo: en el trabajo de campo antropológico, cómo lo documenta Hjorth Boisen (2018), en el ámbito financiero, según lo detalla Albanese (2012), en el sector industrial alimenticio como lo realizan González Valenzuela, Fornés Rivera, López Figueroa & Valenzuela

Osorio (2018) y en el sector administrativo, como lo presenta Del Carpio Gallegos (2006), por mencionar algunas aplicaciones.

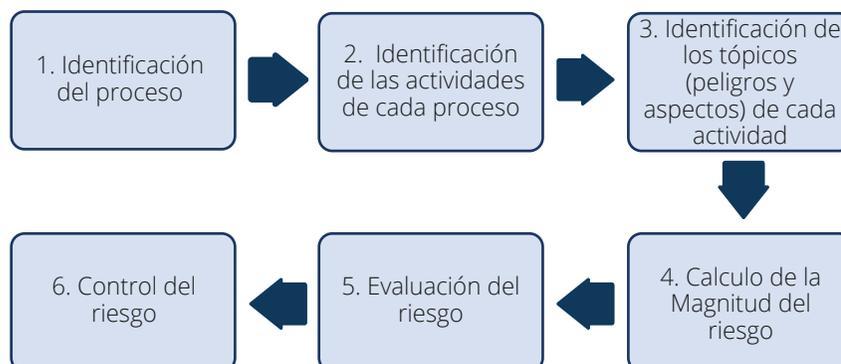
## Materiales y métodos

Este estudio se realiza en el área de limpia pública del municipio de Tezonapa, Veracruz, que es responsable entre otras actividades, de recolectar la basura de 33 de sus comunidades más la cabecera municipal y trasladarla al sitio de disposición final. Para realizar ésta actividad disponen de dos camiones compactadores y un volteo, cada uno con una capacidad de doce toneladas. En cada una de las tres rutas semanales se asignan cuatro personas, dos que desempeñan la función de colectores, un cobrador y un conductor, que como ya se ha mencionado anteriormente, durante el desempeño de sus funciones están expuestos a diferentes peligros, que fueron identificados realizando el seguimiento de la actividad de recolección durante treinta días, recorriendo cuatro veces cada una de las rutas.

La metodología que se ocupa para la detección de peligros se conoce como IPERC (Identificación de peligros, evaluación de riesgos y su control). Consiste en una matriz con una descripción organizada de las actividades, riesgos y controles, que permite identificar los peligros y realizar la evaluación, control, monitoreo y comunicación de los riesgos (ISOTools, 2018).

El método considera seis pasos a seguir para realizar la matriz IPERC y son los que se muestran en la Figura 1.

**Figura 1.** Pasos para realizar la matriz IPERC



**Fuente:** elaboración propia.

El primer paso consiste en conocer cada una de las etapas del proceso; en el paso dos se identifican las actividades de cada etapa, pueden clasificarse según el puesto de trabajo; en el paso tres se deberán identificar los peligros de las actividades realizadas, para llevar un orden, es recomendable considerar que los peligros se pueden categorizar en físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales, locativos, mecánicos y eléctricos, posteriormente, se identifica el escenario del riesgo, su causa y la consecuencia que origina, tomando como referencia la guía 1 de la NOM-019-STPS-2018. El cuarto paso consiste en calcular la magnitud del riesgo, que se obtiene de multiplicar la probabilidad de que se presente la secuencia del accidente por la severidad de las consecuencias; existen diferentes criterios para definir estos valores, en éste caso se utilizaron los propuestos por ABB (2015). La evaluación del riesgo que es el paso cinco se realiza de acuerdo con el resultado de la magnitud del riesgo y puede ser:

trivial (riesgo que es insignificante y es preciso corregirlo), menor (riesgo aceptable pero que es preciso corregirlo cuanto antes sin exceder de un mes), moderado (riesgo tolerable que necesita corregirse rápidamente), importante (riesgo preocupante, es preciso corregirlo rápidamente) y crítico (el riesgo no es aceptable, precisa paralizar la actividad o los trabajos). Finalmente el paso seis corresponde al establecimiento de controles, es decir, de las acciones a seguir para poder reducir los riesgos, se generan considerando la siguiente jerarquía de controles: a) eliminar el peligro, b) sustituir con procesos, operaciones, materiales o equipos menos peligrosos, c) utilizar controles de ingeniería y reorganización del trabajo, d) utilizar controles administrativos, incluyendo la formación, y e) utilizar equipos de protección personal adecuados (Secretaría Central de ISO, 2018).

La identificación de peligros y la evaluación de riesgos son una base para que las organizaciones gestionen la

seguridad y salud en el trabajo, para Chopitea Cantos & Delgado Arteaga (2014), citados por Medical Assistant (2024), los beneficios que proporciona una matriz IPERC son:

- Se emplea para planificar la capacitación y formación.
- Permite la planificación del cumplimiento de los requisitos normativos vigentes.
- Ayuda durante la gestión de las inspecciones realizadas a las instalaciones de la organización.
- Colabora para planificar actividades y asignar recursos.
- Simplifica la confección de procedimientos en los que están incluidos los controles relacionados con los riesgos.

Adicional a los beneficios descritos, hoy en día las empresas deben garantizar el cumplimiento de los requisitos legales relacionados con el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo. Es una necesidad primordial de las organizaciones, que no se limita a cumplir normativas, también, demuestra la capacidad que tienen de brindar a sus trabajadores un ambiente laboral sano y seguro, a través de las buenas prácticas de trabajo, entre las que se encuentra la metodología IPERC.

## Resultados

Una vez aplicada la metodología IPERC, el resultado obtenido fue la matriz de riesgos, que se logró a tra-

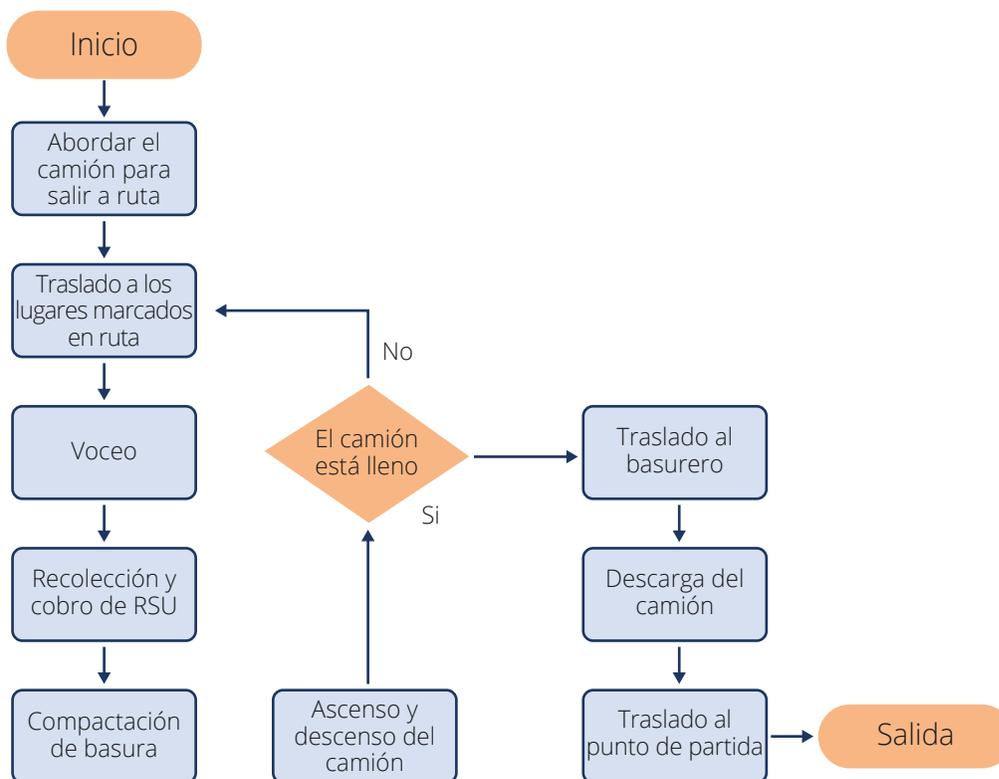
vés de las etapas que a continuación se describen:

1. Identificación del proceso. Se realizó un diagrama de flujo del proceso de recolección de basura, que se ilustra en la Figura 2.
2. Identificación de las actividades de cada proceso. Se identificaron las actividades realizadas por cada puesto de trabajo: operador del camión, recolectores y cobrador.
3. Identificación de los tópicos (peligros y aspectos) de cada actividad. En esta etapa se utilizó como herramienta de recolección de información un *checklist*, donde se desglosaron los tipos de peligros y su clasificación; el formato se proporcionó a cada trabajador para que indicara si su trabajo lo exponía o no a ese tipo de peligro. En la Tabla 1 se presenta un segmento de este formato (peligros físicos).

Una vez identificados los peligros se explicaron los diferentes escenarios de riesgo que pueden estar presentes en las actividades laborales, según la norma ANSI-Z 16.1. De esta manera, los trabajadores apoyaron en el diligenciamiento del formato, del cual se presenta un segmento en la Tabla 2.

La última actividad de la etapa tres consiste en identificar la causa que origina el escenario de riesgo y también incluye determinar las consecuencias que existirían si se llegara a presentar. En la Tabla 3 se presenta la matriz de riesgos para el puesto de conductor, hasta la tercera fase del proceso IPERC.

**Figura 2.** Diagrama de flujo del proceso



**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 1.** Formato para la identificación de peligros por puesto de trabajo

Formato de Identificación de Peligros				
H. Ayuntamiento de Tezonapa, Ver.				
<b>Área:</b> Limpia pública			<b>Fecha:</b> Enero 2023	
<b>Realizó:</b>			<b>Puesto de trabajo:</b> Conductor	
Categoría	CP	Clasificación	Si/No	
Peligros Físicos	1	Vibraciones		
	2	Ruido		
		Radiación Ionizante		
	4	Radiación no Ionizante		
	5	Llama libre		
	6	Exposición a temperaturas ambientales extremas		
	7	Objetos a temperaturas extremas		
	8	Iluminación		
	9	Humedad		
	10	Explosivos		

Formato de Identificación de Peligros			
H. Ayuntamiento de Tezonapa, Ver.			
<b>Área:</b> Limpia pública		<b>Fecha:</b> Enero 2023	
<b>Realizó:</b>		<b>Puesto de trabajo:</b> Conductor	
Categoría	CP	Clasificación	Si/No
Peligros	11	Material inflamable	
Físicos	12	Proyección de partículas	

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 2.** Formato para la determinación del escenario de riesgo

Formato de identificación del escenario de riesgo	
H. Ayuntamiento de Tezonapa	
<b>Área:</b> Limpia Pública	<b>Fecha:</b> Enero-2023
<b>Realizó:</b>	<b>Puesto de trabajo:</b> Conductor
Escenario de Riesgo	SI/NO
Caída a diferente nivel	
Caída al mismo nivel	
Contacto con objetos calientes	
Explosión	
Causado por terceras personas	
Causado por animal o insecto	
Atropello	
Intoxicación por alimentos	
Otro, especificar:	

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 3.** Matriz de riesgos para el conductor fase 1-3

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia
Conductor	Ascender y descender del vehículo	Peligro Ergonómico (Diseño del lugar de trabajo)	Caída al mismo nivel	Transitar a pie en calles de terracería	Heridas, contusiones, rozaduras, torceduras, luxaciones, esguinces
			Caída a diferente nivel	Ascender - descender del vehículo	
	Conducción del vehículo	Peligro físico	Golpeado por objeto	Caída de rocas, frutas, ramas durante el trayecto	Arañazos, heridas, traumatismos, esguinces y distensiones
			Choque por otro vehículo	Impacto con vehículos que transitan durante la ruta de recolección	Colisión: lesiones en torso y tórax, lesión cerebral, lesión en cabeza, cuello o cara, lesión en extremidades, lesión en columna vertebral, lesión en médula espinal

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	
Conductor	Conducción del vehículo	Peligro físico	Choque contra elementos móviles	Impacto con motocicletas, bicicletas, otros	Colisión: lesiones en torso y tórax, lesión cerebral, lesión en cabeza, cuello o cara, lesión en extremidades, lesión en columna vertebral, lesión en médula espinal Atropello: prisión	
			Choque contra objetos o estructura fija	Impacto con rocas o árboles mientras realiza maniobra de aparcamiento	Colisión: heridas, contusiones, rozaduras, torceduras, luxaciones, lesiones en torso, lesión en cabeza, cuello cara o extremidades Atropello: prisión	
			Exposición al ruido	Ruido del motor y de otros vehículos	Hipoacusia, incremento del riesgo de enfermedades cardiovasculares, estrés, insomnio, problemas psicológicos, disminuye la capacidad de atención y concentración	
			Exposición al calor	Días soleados o con temperaturas de 40 °C o más	Quemadura solar, insolación, deshidratación	
		Peligros químicos	Exposición a agentes biológicos	Exposición al polvo	Inhalación de polvo durante el trayecto	Enfermedades respiratorias
				Presencia de agentes biológicos como: microorganismos, cultivos celulares, parásitos y endoparásitos humanos, derivados de los residuos sólidos urbanos	Infección, alergia o toxicidad	
		Peligros Psicosociales	Sobretensión psicológica	Trabajo bajo presión que implica el cumplimiento de una ruta	Inadecuado control del tiempo laboral	Insomnio, trastorno ocular y estrés
				Demasiadas horas manejando		Insomnio, trastorno ocular y estrés
		Peligros ergonómicos	Sobretensión física	Distribución del espacio	Postura forzada al conducir el vehículo o realizar maniobra	Trastornos musculo esqueléticos
				Movimientos repetitivos	Uso de pedales de freno embrague Maniobra de aparcamiento	Síndrome del túnel carpiano
				Posturas incorrectas	Posición de sentarse al manejar Posición de los brazos al hacer maniobra de parqueo	Trastornos musculo esqueléticos
		Peligros locativos	Vías de acceso	Voladeros, derrumbes, carretera angosta, deslizamiento de ladera, cruce continuo de peatones	Accidente, politraumatismo, muerte	

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia
Conductor	Conducción del vehículo	Peligros biológicos	Alimentos contaminados	Contacto con superficies contaminadas	Malestar estomacal, cólicos abdominales, náuseas, vómito, diarrea, fiebre. Norovirus, <i>Salmonella</i> , estafilococos
			Microorganismos patógenos	Contacto con superficies contaminadas o infectadas	Tétanos, tuberculosis, cólera, meningitis bacteriana, faringitis estreptocócica

**Fuente:** elaboración propia

4. Cálculo de la magnitud del riesgo. En esta fase de la metodología se deben establecer los valores para la probabilidad de presentación del evento y la severidad que pueda causar, para posteriormente realizar la multiplicación y obtener la magnitud del riesgo, que es un valor numérico que sirve para su clasificación.
5. Evaluación del riesgo. Tomando en consideración el resultado de la magnitud del riesgo se continúa con su evaluación, es decir, al valor numérico obtenido se asigna un criterio que puede ser trivial, menor, moderado, importante y crítico. En la Tabla 4 se presenta la matriz de riesgos para el conductor, hasta la fase de evaluación.
6. Control del riesgo. En la última etapa de la metodología se realizan las acciones de control que se deberán llevar a cabo para cada riesgo identificado, por lo que se establecieron los controles correspondientes, obteniendo 28% en controles de organización del trabajo, 25% en administrativos, 15% de uso de equipo de protección personal, 13% en riesgos

que pueden ser eliminados, 9% en controles de ingeniería y 9% de sustitución de equipos. La Tabla 5 muestra la matriz de riesgos final para el puesto de conductor.

Con respecto a la clasificación de los riesgos localizados en los tres puestos de trabajo (conductor, cobrador y colector) se encontró que la mayoría son menores (caída a diferente nivel, golpeado por objeto, choque con otro vehículo, choque contra elementos móviles, exposición a agentes biológicos, sobretensión física, distribución del espacio, movimientos repetidos, alimentos contaminados y exposición a microorganismos patológicos). El colector presenta más riesgos moderados (choque contra objetos o estructura fija, vías de acceso, viajar en el estribo del camión, asideros en mal estado, contacto con objetos punzocortantes, superficies oxidadas y atropellamiento), seguido del cobrador. El que ostenta más riesgos triviales es el conductor (posturas incorrectas, exposición a ruido, polvo y calor, caída al mismo nivel y tensión mental y psicológica). En la Figura 3 se resumen los riesgos identificados en los tres puestos de trabajo.

**Tabla 4.** Matriz de riesgos para el conductor fases 1-5

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	Evaluación del riesgo				Clasificación del riesgo	
						Probabilidad	Severidad	MR			
<b>Conductor</b>	Ascender y descender del vehículo	Peligro ergonómico (diseño del lugar de trabajo)	Caída al mismo nivel	Transitar a pie en calles de terracería	Heridas, contusiones, rozaduras, torceduras, luxaciones, esguinces	5	Moderada	4	Baja	20	Trivial
			Caída a diferente nivel	Ascender descender del vehículo		6	Moderada	4	Baja	24	Menor
	Conducción del vehículo	Peligro físico	Golpeado por objeto	Caída de rocas, frutas, ramas durante el trayecto	Arañazos, heridas, traumatismos, esguinces y distensiones	4	Baja	6	Moderada	24	Menor
			Choque por otro vehículo	Impacto con vehículos que transitan durante la ruta de recolección	Colisión: lesiones en torso y tórax, lesión cerebral, lesión en cabeza, cuello o cara, lesión en extremidades, lesión en columna vertebral, lesión en médula espinal	4	Baja	8	Alta	32	Menor
			Choque contra elementos móviles	Impacto con motocicletas, bicicletas otros	Colisión: lesiones en torso y tórax, lesión cerebral, lesión en cabeza, cuello o cara, lesión en extremidades, lesión en columna vertebral, lesión en médula espinal Atropello: prisión	4	Baja	8	Alta	32	Menor
			Choque contra objetos o estructura fija	Impacto con rocas o árboles mientras realiza maniobra de parqueo	Colisión: Heridas, contusiones, rozaduras, torceduras, luxaciones, lesiones en torso, lesión en cabeza, cuello cara o extremidades Atropello: prisión	6	Moderada	8	Alta	48	Moderado
			Exposición al ruido	Ruido del motor y de otros vehículos	Hipoacusia, incremento del riesgo de enfermedades cardiovasculares, estrés, insomnio, problemas psicológicos, disminuye la capacidad de atención concentración	4	Baja	2	Muy baja	8	Trivial
			Exposición al calor	Días soleados o con temperaturas de 40°C o más	Quemadura solar, insolación, deshidratación	5	Moderada	4	Baja	20	Trivial
			Exposición al polvo	Inhalación de polvo durante el trayecto	Enfermedades respiratorias	5	Moderada	2	Muy baja	10	Trivial
			Peligros químicos	Exposición al polvo							

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	Evaluación del riesgo				Clasificación del riesgo						
						Probabilidad	Severidad	MR								
<b>Conductor</b>	Condución del vehículo		Exposición a agentes biológicos	Presencia de agentes biológicos como: microorganismos, cultivos celulares, parásitos y endoparásitos humanos, derivados de los residuos sólidos urbanos	Infección, alergia o toxicidad	6	Moderada	5	Moderada	30	Menor					
				Peligros Psicosociales	Sobreten-sión mental psicológica	Trabajo bajo presión que implica el cumplimiento de una ruta	Insomnio, trastorno ocular y estrés	4	Baja	2	Muy baja	8	Trivial			
						Inadecuado control del tiempo laboral		4	Baja	2	Muy baja	8	Trivial			
						Demasiadas horas manejando		7	Alta	2	Muy baja	14	Trivial			
				Sobreten-sión física	Demasiadas horas manejando	Insomnio, trastorno ocular y estrés	7	Alta	5	Moderada	35	Menor				
				Peligros ergonómicos	Distribución del espacio	Postura forzada al conducir el vehículo o realizar maniobra	Trastornos musculo esqueléticos	7	Alta	5	Moderada	35	Menor			
								Movimien-tos repeti-tivos	Uso de pedales de freno embrague Maniobra de parqueo	Síndrome del túnel carpiano	7	Alta	5	Moderada	35	Menor
											Posturas incorrectas	Posición de sentarse al manejar Posición de los brazos al hacer maniobra de parqueo	Trastornos musculo esqueléticos	4	Baja	5
								4	Baja	5				Moderada	20	Trivial
				Peligros locativos	Vías de acceso	Voladeros, derrumbes, carretera angosta, deslizamiento de ladera, cruce continuo de peatones	Accidente, politraumatismo, muerte	5	Moderada	9	Muy alta	45	Moderado			

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	Evaluación del riesgo				Clasificación del riesgo	
						Probabilidad	Severidad	MR			
Conductor	Conducción del vehículo	Peligros biológicos	Alimentos contaminados	Contacto con superficies contaminadas o infectadas	Malestar estomacal, cólicos abdominales, náuseas, vómito, diarrea, fiebre. Norovirus, Salmonella, estafilococos	7	Alta	4	Baja	28	Menor
			Microorganismos patógenos	Contacto con superficies contaminadas o infectadas	Tétanos, tuberculosis, cólera, meningitis bacteriana, faringitis estreptocócica	4	Baja	8	Alta	32	Menor

Fuente: elaboración propia

**Tabla 5.** Matriz de riesgos para el conductor

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	MR	Clasificación del riesgo	Tipo de Control	Descripción
Conductor	Ascender y descender del vehículo	Peligro ergonómico (diseño del lugar de trabajo)	Caída al mismo nivel	Transitar a pie en calles de terracería	Heridas, contusiones, rozaduras, torceduras, luxaciones, esguinces	20	Trivial	Reorganización del trabajo	Realizar la actividad sin prisas, salvo en casos de urgencia vital
								Equipo de protección personal	Usar calzado adecuado, se recomienda antideslizante
								Administrativo (formación)	Extremar precauciones en días lluviosos
								Administrativo (formación)	Mantener atención evitar distracciones
	Ascender y descender del vehículo	Peligro ergonómico (diseño del lugar de trabajo)	Caída a diferente nivel	Ascender descender del vehículo	Heridas, contusiones, rozaduras, torceduras, luxaciones, esguinces	24	Menor	Reorganización del trabajo	Ascenso y descenso sin prisas
								Control de ingeniería	Uso de pasamanos o apoyo manual en ascenso y descenso
								Sustitución de equipo	Asegurar el funcionamiento de la puerta para evitar se abra
								Control de ingeniería	Mantener los escalones limpios y en buen estado
								Equipo de protección personal	Utilizar calzado adecuado, se recomienda antideslizante
								Reorganización del trabajo	No realizar tareas sobre el último escalón
Control de ingeniería	Verificar que se disponga de una cadena o cable de sujeción								
Conducción del vehículo	Peligro físico	Golpeado por objeto	Caída de rocas, frutas, ramas durante el trayecto	Arañazos, heridas, traumatismos, esguinces y distensiones	24	Menor	Eliminación del peligro	Solicitar a departamento de protección civil: proteger en la medida de lo posible la zona ocupada por elementos fijos	

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	MR	Clasificación del riesgo	Tipo de Control	Descripción
Conductor	Conducción del vehículo	Peligro físico	Golpeado por objeto	Caída de rocas, frutas, ramas durante el trayecto	Arañazos, heridas, traumatismos, esguinces y distensiones	24	Menor	Eliminación del peligro	Colocar elementos de amortiguación en puntos peligrosos
								Eliminación del peligro	Pintar con colores llamativos aquellas zonas o partes que obstaculicen zonas de paso
								Eliminación del peligro	Señalizar horizontalmente mediante líneas amarillas en el suelo
								Equipo de protección personal	Uso de EPP, casco, guantes y zapatos antiderrapantes
								Reorganización del trabajo	No transitar por zonas con deslizamiento de tierra
	Choque por otro vehículo	Impacto con vehículos que transitan durante la ruta de recolección	Colisión: lesiones en torso y tórax, lesión cerebral, lesión en cabeza, cuello o cara, lesión en extremidades, lesión en columna vertebral, lesión en médula espinal	32	Menor	Control administrativo	Detener el auto si van a hablar por teléfono celular		
						Control administrativo	Evitar realizar actividades que los distraigan como comer, beber, sintonizar el radio o ajustar otros controles mientras conducen		
						Control administrativo	Evitar conducir si están muy cansados		
						Sustitución de operaciones	Revisar el carro y hacerle mantenimiento regularmente		
						Sustitución de operaciones	Mantener el tanque de la gasolina lleno a por lo menos un cuarto de capacidad		
Sustitución con materiales y equipos	Tener un kit de emergencias para el carro con linterna, pilas adicionales, luces de emergencia, cobija y botella de agua								

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	MR	Clasificación del riesgo	Tipo de Control	Descripción
<b>Conductor</b>	Conducción del vehículo	Peligro físico	Choque contra elementos móviles	Impacto con motocicletas, bicicletas otros	Colisión: lesiones en torso y tórax, lesión cerebral, lesión en cabeza, cuello o cara, lesión en extremidades, lesión en columna vertebral, lesión en médula espinal	32	Menor	Control administrativo	Identificar zonas con alta circulación de personas, bicicletas y motocicletas para extremar precauciones
					Atropello: prisión			Eliminación del peligro	Identificar sitios con peligro de deslizamiento de rocas, árboles que obstruyan el tránsito, cables, etc., y extremar precauciones
			Choque contra objetos o estructura fija	Impacto con rocas o árboles mientras realiza maniobra de parqueo	Colisión: heridas, contusiones, rozaduras, torceduras, luxaciones, lesiones en torso, lesión en cabeza, cuello cara o extremidades	48	Moderado	Eliminación del peligro	Identificar sitios con peligro de deslizamiento de rocas, árboles que obstruyan el tránsito, cables, etc., y extremar precauciones
					Atropello: prisión				
			Exposición al ruido	Ruido del motor y de otros vehículos	Hipoacusia, incremento del riesgo de enfermedades cardiovasculares, estrés, insomnio, problemas psicológicos, disminuye la capacidad de atención concentración	8	Trivial	Control de ingeniería	Mantenimiento del camión
					Equipo de protección personal			Uso de EPP (Tapones auditivos)	
					Control administrativo	Examen médico ocupacional			

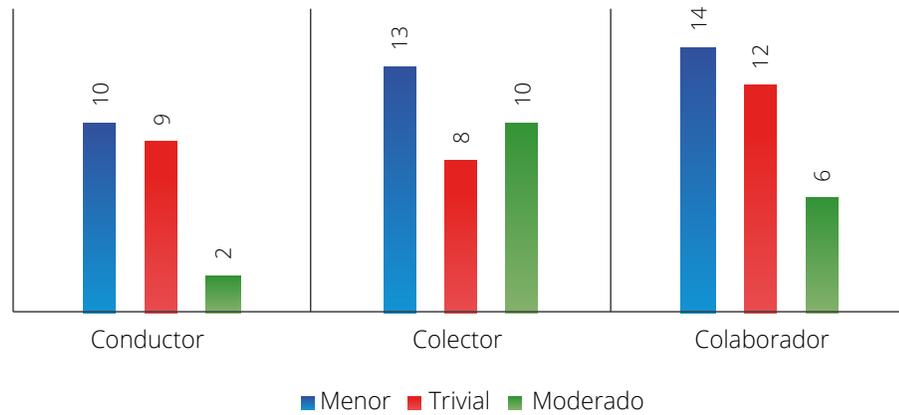
Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	MR	Clasificación del riesgo	Tipo de Control	Descripción
<b>Conductor</b>	Conducción del vehículo	Peligro físico	Exposición al calor	Días soleados o con temperaturas de 40 °C o más	Quemadura solar, insolación, deshidratación	20	Trivial	Reorganización del trabajo	Hidratarse adecuadamente y de forma continua
								Reorganización del trabajo	Controlar el tiempo de exposición al calor
								Control administrativo	Protegerse la piel con cremas protectoras
								Equipo de protección personal	Protegerse la cabeza con gorras o cascos
								Equipo de protección personal	Protegerse los ojos con gafas solares o de protección
	Conducción del vehículo	Peligros químicos	Exposición al polvo	Inhalación de polvo durante el trayecto	Enfermedades respiratorias	10	Trivial	Equipo de protección personal	Utilizar mascarillas para exteriores (FFP2)
								Equipo de protección personal	Protegerse los ojos con gafas de seguridad
								Reorganización del trabajo	Humedecer los sitios con agua antes de barrer
								Control de ingeniería	Cubrir los espacios de las estriberas
								Conducción del vehículo	Peligros químicos
Control administrativo	Higiene personal: lavar continuamente las manos, principalmente antes de consumir alimentos								
Control administrativo	Realizar la actividad de recolección con precaución								

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	MR	Clasificación del riesgo	Tipo de Control	Descripción	
<b>Conductor</b>	Conducción del vehículo	Peligros Psicosociales	Sobre tensión mental psicológica	Trabajo bajo presión que implica el cumplimiento de una ruta.	Insomnio, trastorno ocular y estrés	8	Trivial	Reorganización del trabajo	Tomar un descanso breve durante la ruta de trabajo, principalmente cuando se encuentre cansado, molesto o incómodo	
								Reorganización del trabajo	Establecer metas de trabajo razonables, no aceptar más de lo que razonablemente es posible realizar	
								Reorganización del trabajo	Organizar la ruta de trabajo al iniciar el día para evitar prisas y descuido en la ejecución de las actividades	
								Reorganización del trabajo	En el tiempo libre realizar actividades que disfrute: estar con la familia, limpiar el jardín, hacer ejercicio, etc.	
		Peligros ergonómicos	Distribución del espacio	Postura forzada al conducir el vehículo o realizar maniobra	Trastornos musculoesqueléticos	Insomnio, trastorno ocular y estrés	35	Menor	Reorganización del trabajo	Realizar paradas cada dos horas aproximadamente para "estirar las piernas"
									Reorganización del trabajo	Realizar paradas cada dos horas aproximadamente para "estirar las piernas"
									Reorganización del trabajo	Colocar el asiento lo más atrás posible para tener mayor espacio al ingresar al vehículo
									Reorganización del trabajo	Debe permitir un amplio rango de ajustes, una visibilidad despejada enfrente del parabrisas y un alcance confortable de los controles y pedales

Puesto de trabajo	Actividad	Peligro	Escenario de riesgo	Causa	Consecuencia	MR	Clasificación del riesgo	Tipo de Control	Descripción
Conductor	Conducción del vehículo	Peligros ergonómicos	Movimientos repetitivos	Uso de pedales de freno embriague. Maniobra de parqueo	Síndrome del túnel carpiano	35	Menor	Sustitución de equipos	El asiento debe estar situado aproximadamente a unos 30 cm del piso del auto, para favorecer la correcta posición de las piernas. Debe tener una inclinación hacia atrás de entre 15 y 25 grados, de manera que entre el muslo y la cadera se presente un ángulo de 110 a 120 grados. Para escoger la posición de los brazos debe asegurarse la relajación de hombros y los músculos de la espalda
			Posturas incorrectas	Posición de sentarse al manejar	Trastornos musculoesqueléticos	20	Trivial		
				Posición de los brazos al hacer maniobra de parqueo		20	Trivial		
	Peligros locativos	Vías de acceso	Voladeros, derrumbes, carretera angosta, deslizamiento de ladera, cruce continuo de peatones	Accidente, Politraumatismo, muerte	45	Moderado	Eliminación del peligro	Identificación de lugares inseguros y su señalización como: zona de derrumbes, curva peligrosa, etc.	
							Eliminación del peligro	Respetar la señalización de tránsito	
	Peligros biológicos	Alimentos contaminados	Contacto con superficies contaminadas o contaminadas	Malestar estomacal, cólicos abdominales, náuseas, vómito, diarrea, fiebre. norovirus, <i>Salmonella</i> , estafilococos.	28	Menor	Control Administrativo	Lavarse y sanitizarse las manos antes de comer y después de ir al baño.	
							Control Administrativo	Hay que asegurar que los recipientes con alimentos o bebidas no tengan contacto con superficies contaminadas	
		Microorganismos patógenos	Contacto con superficies contaminadas o infectadas	Tétanos, tuberculosis, cólera, meningitis bacteriana, faringitis estreptocócica	32	Menor	Control Administrativo	Lavarse y sanitizarse las manos antes de comer y después de ir al baño	
							Control Administrativo	Hay que asegurar que los recipientes con alimentos o bebidas no tengan contacto con superficies contaminadas	

Fuente: elaboración propia.

**Figura 3.** Resumen de los riesgos identificados por puesto de trabajo



**Fuente:** elaboración propia

## Discusión

El resultado de esta investigación cumple totalmente con su objetivo, que es la identificación de peligros, evaluación de riesgos y su control en el departamento de limpia pública de un ayuntamiento. Se observó que es necesario implementar una herramienta de prevención con el fin de actuar sobre los peligros para eliminarlos, reducirlos y controlarlos evitando consecuencias que pudieran perjudicar a los trabajadores, coincidiendo de ésta manera con Beltrán Hernández, Barragán Hernández & Castañeda Andrade (2018), quienes mencionan que el objetivo de la prevención es proteger a los colaboradores de las organizaciones de situaciones de riesgo o accidentes de trabajo.

Es importante mencionar que, de las acciones de control establecidas, las realizadas fueron las que no requerían inversión monetaria, y son las de tipo administrativo y de reorganización del

trabajo, específicamente relacionadas con capacitación, desarrollo de habilidades y concienciación, no únicamente de los trabajadores, también de los mandos medios y altos involucrados en el proceso de limpia pública, quienes llevaron la información en cascada a subagentes municipales y ellos a su vez a la población. Lo anterior, ya que la implementación efectiva de las acciones, depende del involucramiento de todos los niveles organizacionales, concordando así con Figueroa Sierra, Ribet Cuador, Garrido Cervera, Ramos Crespo & Enrique Capote (2013), quienes exponen como premisas fundamentales para la implementación de un análisis de riesgo las siguientes:

- Capacitar a todos los dirigentes y trabajadores en función de incrementar la cultura organizacional en la gestión de riesgos laborales y la seguridad y salud en el trabajo.
- Concientizar a ejecutivos y trabajadores de las entidades con la

identificación, evaluación y tratamiento de los riesgos laborales a que se exponen en las funciones que realizan, y los efectos que su materialización pueda causar en los resultados.

En este trabajo se constataron los beneficios de la matriz IPERC que mencionan Chopitea Cantos & Delgado Arteaga (2014), ya que se logró realizar la capacitación en materia de seguridad e higiene a los trabajadores de limpia pública, así mismo, se consiguió la sensibilización del personal administrativo con respecto a la seguridad laboral y la importancia de la clasificación de residuos. Adicionalmente, se realizó un programa de capacitación en temas como: manejo manual de cargas, uso adecuado del equipo de protección personal y manejo de residuos peligrosos; en lo que respecta al cumplimiento de la normativa vigente, se logró informar a los involucrados en el proceso, las normas que rigen la actividad de limpia pública en materia de seguridad y, para su cumplimiento, se planificaron actividades y se llevará a cabo en sesión de cabildo la asignación de recursos para realizar en su totalidad los controles relacionados con los riesgos localizados.

Se considera de suma importancia destacar que la matriz de riesgos elaborada para el personal de limpia pública es un parteaguas que servirá para iniciar la toma de conciencia sobre la seguridad laboral de todos los empleados del ayuntamiento, e incluso de otros municipios aledaños, puesto que, coincidiendo con

Martín Moriana (2023), las empresas (dirección, trabajadores y agentes sociales -Comité de Empresa-) deben implicarse y comprometerse en el cumplimiento de los programas de Prevención de Riesgos Laborales que constituyen un conjunto de métodos y técnicas para evitar que se produzcan los accidentes más comunes en los diferentes puestos de trabajo.

## Conclusiones

Se realiza una matriz de riesgos para el personal operativo del área de limpia pública de un ayuntamiento municipal, siguiendo la metodología de Identificación de peligros, evaluación de riesgos y su control, que permite conocer a detalle las actividades desempeñadas en cada puesto de trabajo, identificar los peligros asociados y las consecuencias que generan, además de evaluar y categorizar los riesgos y establecer las acciones de control para eliminarlos o reducir el valor de la magnitud.

La mayoría de los riesgos localizados se ubican en la clasificación de riesgos menores y con frecuencia se repiten en los tres puestos de trabajo, así mismo, las acciones de control establecidas son compatibles en algunos casos, lo que implica que, al realizar una acción para un puesto de trabajo, simultáneamente se ejecuta para los otros puestos.

Como parte de las acciones de control se realiza una campaña de capacitación y sensibilización en materia de seguridad laboral, donde participan las partes interesadas de la dirección

de limpia pública del ayuntamiento, obteniendo como beneficio el conocimiento básico de los ejecutores con relación a la seguridad en el trabajo, y la sensibilización del personal administrativo que, en respuesta, otorga el equipo de protección básico a la plantilla de trabajadores.

Se realiza también la optimización de las rutas de recolección, como parte de los controles para la reorganización del trabajo, con ello el personal tendrá margen de tiempo en su jornada para tomar las precauciones establecidas y eliminar algunos riesgos. Es importante mencionar que para lograr esta acción, se aplicó el método CVRP (Problema de ruteo con capacidad limitada) usando el algoritmo de ahorros de Clarke y Wright, considerando como restricciones la capacidad de los vehículos y la cantidad de comunidades a visitar por ruta.

Finalmente se establece el compromiso de las autoridades correspondientes para continuar la implementación y actualización de la matriz de riesgos, así como de transferir esta nueva filosofía de trabajo a otras direcciones más del ayuntamiento, por mencionar algunas: protección civil y dirección de tránsito, a fin de disminuir el índice de accidentalidad durante la administración actual.

### Información Complementaria

Se agradece a la administración pública municipal por facilitar el acceso a la recopilación de información y permitir la implementación de una nueva filosofía de trabajo.

Contribuciones de autoría: las autoras contribuyen equitativamente en la ejecución y documentación de esta investigación.

**Conflictos de interés:** de parte de ninguna autora existen condiciones que puedan afectar la objetividad del manuscrito.

**Financiamiento:** no fue una investigación financiada.

Material suplementario: no existe material suplementario.

### Referencias

- ABB. (05 de Octubre de 2015). Identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles.
- Albanese, D. E. (2012). Análisis y Evaluación de Riesgos: Aplicación de una matriz de riesgo en el marco de un plan de prevención contra el lavado de activos. *Revista Base (Administração e Contabilidade)*, 206-215.
- Beltrán Hernández, C., Barragán Hernández, J. S. & Castañeda Andrade, L. A. (2018). Análisis de Implementación de Seguridad Industrial en las empresas manufactureras de Arandas. *Ra-Ximhai*, 29-40.
- Chopitea Cantos, J. & Delgado Artega, L. (2014). Metodología para la identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER).
- Del Carpio Gallegos, J. (2006). Análisis del riesgo en la administración de proyectos de tecnología de información. *Industrial Data*, 104-107.

- Figueroa Sierra, N., Ribet Cuador, M. D., Garrido Cervera, M., Ramos Crespo, M. E. & Enrique Capote, Y. (2013). La gestión de riesgos laborales en las empresas forma parte de su responsabilidad social. *Revista Avances*, 64-75.
- Gobierno de México. (11 de 10 de 2023). Data México. Obtenido de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/tezonapa>
- González Valenzuela, E., Fornés Rivera, R., López Figueroa, J. C. & Valenzuela Osorio, G. (2018). IPERC: Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles de una empresa elaboradora de botanas en la región sur de Sonora. *Revista Administración y Finanzas*, 1-11.
- Hjorth Boisen, S. V. (2018). Evaluación y reducción de riesgo en el trabajo de campo. *Alteridades*, 73-84.
- ISOTools. (27 de Noviembre de 2018). ISOTools. Obtenido de <https://www.isotools.org/2018/11/27/norma-iso-45001-conceptos-clave-y-matriz-iper/>
- Martín Moriana, M. (31 de Octubre de 2023). Evaluación de riesgos de equipos de presión. Madrid, España.
- Medical Assistant. (23 de 02 de 2024). Medical Assistant. Obtenido de <https://ma.com.pe/matriz-iper-c-que-es-y-cual-es-su-proposito#:~:text=Beneficios%20de%20la%20matriz%20IPERC&text=Ayuda%20durante%20la%20gesti%C3%B3n%20de,controles%20relacionados%20con%20los%20riesgos>.
- Phillips, A. (20 de 02 de 2021). La historia de la humanidad contada a través de la basura. *La Vanguardia*.
- Secretaría Central de ISO; (03 de 2018). Norma Internacional ISO 45001. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso. Ginebra, Ginebra, Suiza: ISO copyright office.
- Subprocuraduría de Legislación y Consulta. (21 de Enero de 2016). Ley orgánica del municipio libre. Capítulo VIII. Veracruz, Veracruz, México.
- Susunaga Miranda, M. A., Ortiz Muñiz, B., Castañeda Chávez, M. D., Lango Reynoso, F. & Hernández Berriel, M. D. (2022). Sitios de disposición final de residuos sólidos abandonados en la Región de Sotavento del estado de Veracruz, México, utilizando herramientas SIG. *Enfoque UTE*, 11-28.
- Torres Valle, A., Garea Moreda, B., Suazo Torres, L. E., Jáuregui Haza, U., & Martínez Martín, E. (2021). Análisis de riesgo aplicado al estudio de la sostenibilidad energética. *Ingeniería Energética*, 1-12.

## BIODATA Autor1

Lucila Guadalupe Tobón Galicia, es Ingeniera Industrial y Maestra en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Orizaba, Doctora en Administración y Desarrollo Empresarial por el Colegio de Estudios Avanzados de Iberoamérica. Actualmente es docente de tiempo completo de la División de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Tiene el reconocimiento de docente con perfil deseable otorgado por el PRODEP vigente hasta el 2025. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8836-667X>

### BIODATA Autor2

Liliana Fuentes Rosas, es Ingeniera Industrial y Maestra en Ciencias en Ingeniería Administrativa por el Instituto Tecnológico de Orizaba, Doctora en ciencias de la gestión estratégica por el Colegio Interdisciplinario de Especialización. Actualmente es docente de tiempo completo de la División de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Tiene el reconocimiento de docente con perfil deseable otorgado por el PRODEP vigente hasta el 2025. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7285-5169>

### BIODATA Autor3

María del Socorro Flores Serrano, es Ingeniera Industrial por el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Maestra en Ingeniería Industrial por la Universidad Cristóbal Colón y Doctoranda en Ciencias de la Administración por el Colegio Interdisciplinario de Especialización. Actualmente es docente de tiempo completo de la División de

Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Tiene el reconocimiento de docente con perfil deseable otorgado por el PRODEP vigente hasta el 2025. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1124-664X>

### BIODATA Autor4

María Eloísa Gurruchaga Rodríguez, es Ingeniera Química por el Instituto Tecnológico de Orizaba, Maestra en Ciencias de la Ingeniería Industrial y Doctora en Ciencias de la Ingeniería Industrial. Actualmente es docente de tiempo completo de la División de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico de Orizaba. Trabajó en la industria cervecera, papelera, peletera y azucarera, en investigación y desarrollo, asesoría técnica, jefatura de proyectos y como jefe de producción. En el sector educativo ha impartido clases en todos los niveles, incluyendo doctorado. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4204-5031>