

# Impacto del ruido y del calor en el rendimiento laboral\*

Elizabeth Duarte Beltrán<sup>a</sup>

**Resumen:** El objetivo de la investigación es analizar y evaluar dos factores físicos ambientales; el ruido y el calor, así como el impacto en el rendimiento laboral de una muestra de 54 recicladores de un vertedero a cielo abierto en Huajuapán de León, Oaxaca. La metodología aplicada se compone de dos guías que permiten analizar estos dos factores ambientales con base en las normas emitidas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, la NOM-011-STPS-2001 y la NOM-015-STPS-2001. En los resultados de contaminación acústica se observó que el mayor riesgo que se presenta es el ruido impulsivo que se genera por la llegada de los camiones de basura con 98.1 dB, seguido del trozado de vidrios 95.6 dB y la caída de objetos metálicos 93.5 dB. En el estudio del calor se analizó que en el mes de abril un 70 % sufrió de golpe de calor, quemaduras en la piel 100 %, irritabilidad 77 %, calambres 60 %, agotamiento 87 %, sudoración 100 %, dolor de cabeza 52 %, mareos 35 %, deshidratación 33 %, visión borrosa 15 % y náuseas el 41 %, en este mes las temperaturas oscilaron entre 32 °C y 38 °C, y el nivel de riesgo identificado en la tabla de sensación térmica fue alto y moderado. Se recomienda reducir el tiempo de exposición, incrementar los horarios de descanso y aplicar medidas organizativas, así como descargar aplicaciones que monitorean a los factores ambientales para desarrollar una cultura de autocuidado, utilizar equipo de protección personal adecuado para reducir los efectos como tapones y utilizar ropa inteligente con sensores térmicos que se activan y controlan por *blue-tooth* para mantener al usuario cómodo y fresco.

**Palabras clave:** higiene industrial; condiciones térmicas; ropa inteligente; salud laboral, factores físicos

**Recibido:** 02/07/2024 **Aceptado:** 15/10/2024 **Disponible en línea:** 30/12/2024

**Cómo citar:** Duarte Beltrán, E. Impacto del ruido y del calor en el rendimiento laboral. Revista *Facultad De Ciencias Económicas*, 19(2), 31–46. <https://doi.org/10.18359/rfce.7465>

**Código JEL:** J28

\* Artículo de investigación.

<sup>a</sup> Doctora en Ciencias de la Educación. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxaca, México.  
Correo electrónico: ebeltran@mixteco.utm.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0365-749X>

## *Impact of Noise and Heat on Work Performance*

**Abstract:** This research aims to analyze and evaluate two physical environmental factors—noise and heat—and their impact on the work performance of 54 recyclers working at an open-air landfill in Huajuapán de León, Oaxaca. The methodology applied includes two guides that facilitate the analysis of these environmental factors according to standards issued by the Ministry of Labor and Social Welfare: NOM-011-STPS-2001 and NOM-015-STPS-2001. In examining noise pollution, results indicate that the highest risk comes from impulsive noise, with levels reaching 98.1 dB due to the arrival of garbage trucks, followed by broken glass at 95.6 dB, and falling metal objects at 93.5 dB. In the heat study, data from April show that 70 % of participants experienced heat stroke, 100 % skin burns, 77 % irritability, 60 % cramps, 87 % exhaustion, 100 % sweating, 52 % headache, 35 % dizziness, 33 % dehydration, 15 % blurred vision, and 41 % nausea. During this month, temperatures ranged from 32°C to 38°C, with risk levels on the thermal sensation table rated as high and moderate. Recommendations include reducing exposure time, increasing rest periods, implementing organizational measures, and utilizing apps to monitor environmental factors for self-care. Additionally, the use of personal protective equipment, such as earplugs, and smart clothing with thermal sensors controlled via Bluetooth is suggested to help maintain user comfort and reduce the effects of environmental stressors.

**Keywords:** Industrial hygiene; Thermal Conditions; Smart Clothing; Occupational Health; Physical Factors

## *Impacto do ruído e do calor no desempenho do trabalho*

**Resumo:** O objetivo da pesquisa é analisar e avaliar dois fatores ambientais físicos; ruído e calor, bem como o impacto no desempenho laboral de uma amostra de 54 recicladores de um aterro a céu aberto em Huajuapán de León, Oaxaca. A metodologia aplicada é composta por dois guias que permitem analisar estes dois fatores ambientais com base nas normas emitidas pelo Ministério do Trabalho e Assistência Social, NOM-011-STPS-2001 e NOM-015-STPS-2001. Nos resultados da poluição sonora, observou-se que o maior risco que surge é o ruído impulsivo gerado pela chegada de caminhões de lixo com 98,1 dB, seguido da quebra de vidros 95,6 dB e da queda de objetos metálicos 93,5 dB. No estudo do calor, foi analisado que, no mês de abril, 70 % sofreram insolação, queimaduras na pele 100 %, irritabilidade 77 %, cólicas 60 %, exaustão 87 %, sudorese 100 %, dor de cabeça 52 %, tontura 35 %, desidratação 33 %, visão turva 15 % e náuseas 41 %, neste mês as temperaturas variaram entre 32°C e 38°C e o nível de risco identificado na tabela de sensação térmica foi alto e moderado. Recomenda-se reduzir o tempo de exposição, aumentar as horas de descanso e aplicar medidas organizacionais, bem como baixar aplicativos que monitorem os fatores ambientais para desenvolver uma cultura de autocuidado, utilizar equipamentos de proteção individual adequados para reduzir os efeitos, como plugues e usar roupas de proteção inteligente com sensores térmicos que são ativados e controlados por Bluetooth para manter o usuário confortável e fresco.

**Palavras-chave:** higiene industrial; condições térmicas; roupas inteligentes; saúde ocupacional, fatores físicos

## Introducción

La disciplina de higiene industrial se caracteriza por la anticipación, identificación, evaluación y control de los factores ambientales, ya que estos pueden desarrollar enfermedades y deteriorar la salud de los trabajadores, el higienista se encarga de monitorear y desarrollar programas preventivos con protocolos que se implementen en el lugar de trabajo para minimizar los peligros y la exposición a estos riesgos (Dahlstrom *et al.*, 2024).

El ruido afecta la concentración y el rendimiento cognitivo, lo que provoca alteraciones del individuo en el comportamiento social, la exposición de este factor ambiental por periodos prolongados causa daño auditivo, estrés y enfermedades cardiovasculares que resultan en diabetes tipo 2. Por lo anterior, el uso de medicamentos psicoactivos para reducir la ansiedad causada por el ruido excesivo es cada vez más frecuente (Murovec *et al.*, 2023).

Se han realizado múltiples estudios sobre el ruido; en los datos obtenidos por electromiografías se observó que, al controlar los niveles de ruido en una oficina, los individuos aumentaban la concentración y la actividad del cerebro se incrementaba, lo que daba como resultado en un nivel de productividad mayor (Deng *et al.*, 2024).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) señala que la hipoacusia es una enfermedad crónica que padecen mil millones de personas en el mundo, esta lesión puede causar sordera, y puede tratarse con cirugías, implantes cocleares, amplificadores auditivos, prótesis, audífonos y sistemas de asistencia auditiva que permiten mejorar la capacidad y la claridad del sonido.

La OMS (2022) recomienda la exposición al ruido de hasta 65 dB para realizar cualquier actividad. Con 85 dB existe el riesgo de pérdida auditiva leve, con intensidad de hasta 100 dB existe la posibilidad de pérdida auditiva y posibilidad de aumentar enfermedades cardiovasculares. El oído es un sentido que permite distinguir sonidos para comunicarnos. Cuando se sobrecarga con ruidos prolongados por arriba de los 90 dB, presenta efectos negativos fisiológicos y mentales y riesgo de mortalidad (Zhang *et al.*, 2024a).

La hipoacusia se clasifica en leve, moderada, severa o profunda; se desarrolla por infecciones del oído y causas congénitas, es inducida por exposición al ruido frecuente y de alta intensidad, por envejecimiento, exposición a productos químicos neurotóxicos en el área laboral, caídas y por el uso de fármacos que dañan las células sensoriales del oído interno (Llanos *et al.*, 2020). En México, el Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS] (2022) determinó que el género mayormente afectado por esta lesión son los hombres, ya que en este año se registraron 2280 hipoacusias, de las cuales 2218 lesionaron a hombres y solo 62 a las mujeres.

Para Yang *et al.* (2023), la exposición diaria y continua al ruido laboral genera en el trabajador altos niveles de ansiedad, trastornos de la digestión, nerviosismo, irritabilidad y depresión que reducen la salud mental. Además, provoca fatiga cognitiva, accidentes laborales y desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Teixeira *et al.*, 2021). La intensidad, duración y frecuencia son las tres variables que determinan el nivel de acción que debe definirse para proteger al trabajador (Acaro *et al.*, 2022).

La importancia de vigilar la salud radica en realizar exámenes semestrales de audiometría a aquellos trabajadores expuestos a niveles de ruido superiores a 80 dB, y se destaca que entre 0 y 20 dB es el umbral de audición normal (Marcano *et al.*, 2023). La exposición al ruido afecta al sistema nervioso central, ocasionando deterioro, daño cognitivo, demencia y trastornos neurológicos y psiquiátricos (Hahad *et al.*, 2022).

El oído es capaz de percibir ruidos de 0 a 120 dB y se considera como en riesgo a los que se encuentren por arriba de los 85 dB, la reducción de ruido implica intervenciones que generalmente son costosas y complejas. Para mitigar el ruido, se requiere establecer medidas asequibles como colocar barreras, rotar a los trabajadores, reducir el tiempo de exposición y dotar al trabajador con equipos de protección personal (Barros *et al.*, 2024).

Las aplicaciones de cuidado de la salud en los teléfonos inteligentes permiten monitorear y medir la pérdida auditiva para alertar sobre el control de ruido y buscar un tratamiento especializado

prescrito por un médico profesional (Alòs y Ribera, 2021).

Para evaluar el ruido en un centro de trabajo, se expone la siguiente técnica que se integra de seis pasos: 1) Identificar el problema, 2) Seleccionar el medidor de ruido, 3) Calibración del medidor en un laboratorio certificado, 4) Ejecutar los registros eligiendo diversos puntos del área de estudio, 5) Análisis de los resultados comparándolos con los establecidos por la norma mexicana e 6) Implementar acciones (Rodríguez *et al.*, 2023).

La Secretaría de Salud (2023) informa que se registraron 249 defunciones por temperaturas extremas hasta de 51 °C en los estados de Nuevo León 40 %, Tamaulipas 11 %, Veracruz 11 %, Sonora 11 % y Oaxaca 4 %. Entre otros, los síntomas de mortandad son golpe de calor y deshidratación.

El calor extremo es el que se produce en las olas de calor de más de tres días, lo cual agrava el cambio climático (Yu *et al.*, 2024). El registro de temperaturas extremas de 30 °C a 38 °C y las ondas constantes de calor con temperaturas por arriba del promedio de 20 °C a 29 °C han ocasionado que el rendimiento de los trabajadores que se desempeñan en interiores y exteriores se vea afectado por alteraciones del organismo, tales como sudoración, deshidratación, mareos, dolor de cabeza, náuseas y contracturas musculares (Fortoul, 2023).

Diversos estudios han comprobado que el estrés térmico es proporcionado por factores como ritmo de trabajo, condiciones climáticas, género, ropa de trabajo, tasa metabólica y temperaturas superiores a los 30 °C, lo que provoca gran acumulación de carga de calor e impide que se pueda mantener estable la temperatura interna del cuerpo, 37 °C. Se observó que la tela de la ropa tiene un impacto significativo al no evaporar el sudor de la piel, lo que provoca hipertermia, bajo rendimiento y accidentes. Entre otros parámetros negativos se mencionan grasa corporal excesiva y el índice alto de contaminación del aire (Oh *et al.*, 2024).

Alonso y López (2021) señalan que la piel es un órgano que realiza funciones de regulación térmica, para mantener la temperatura estable del cuerpo las condiciones ambientales no deben rebasar los 29 °C, después de esta temperatura se puede presentar un sobrecalentamiento en el ambiente y

la piel, lo que afecta al sistema nervioso central y al cerebro.

El índice de temperatura de globo (WBGT) permite estimar la temperatura del aire y la humedad relativa para determinar el tiempo de exposición del trabajador y se tienen en cuenta otros factores como el ritmo de trabajo, género, vestimenta y la tasa metabólica (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2001).

Para evaluar condiciones térmicas elevadas en los trabajadores, se debe considerar la temperatura axilar inicial y final, la velocidad del aire, la humedad relativa y el índice de temperatura de globo húmedo (Martín y Torruella, 2024).

Revueltas *et al.* (2023) exponen que el incremento de temperaturas en los últimos cinco años ha intensificado el estrés térmico en los trabajadores, lo que ha provocado reducción de la atención y reacciones más lentas, que tienen como consecuencia mayor probabilidad de cometer errores humanos y accidentes, por lo que es necesario capacitarlos para que tengan conocimiento sobre las condiciones de trabajo y las medidas que deben tomar para reducir los efectos del calor, como el uso apropiado de equipo de protección personal, no exponerse en las horas de máxima temperatura, hidratarse constantemente y protegerse de los rayos solares directos (Bendak *et al.*, 2022).

Para reducir el riesgo por temperaturas extremas, se diseñaron textiles que permiten mantener un confort térmico a través de prendas de vestir de termorregulación que se integran a equipos de protección personal capaces de equilibrar pasivamente la conducción térmica por medio de sistemas eléctricos de refrigeración con sistemas de ventilación para mejorar la evaporación del sudor (Zhang *et al.*, 2024b).

El objetivo de la investigación es analizar y evaluar el impacto de dos factores ambientales: el ruido y calor en un grupo de recicladores que laboran en un vertedero a cielo abierto de Huajuapán de León, Oaxaca, empleando dos normas como guías para proponer mejoras en el puesto de trabajo.

El presente estudio se llevó a cabo para mejorar las condiciones laborales de un grupo de recicladores voluntarios agremiados que está integrado principalmente por mujeres y que encontraron en

este oficio la posibilidad de aportar al gasto familiar, pero manifiestan que el ruido y el calor son dos factores que inciden negativamente en el rendimiento físico.

## Metodología

La metodología empleada es de tipo cuantitativa y está basada en los resultados de preguntas de investigación, pues recoge datos estadísticos para su análisis, para describir y explicar los fenómenos ambientales, a su vez, es transversal por el análisis observacional que se llevó a cabo a la muestra de recicladores en un momento específico de tiempo. Las variables de estudio son el ruido y el calor (Hernández y Mendoza, 2023).

La metodología general de investigación que se expone en la figura 1 consta de dos etapas que evalúan el ruido y el calor y son extractos de la NOM-011-STPS-2001 y de la NOM-015-STPS-2001, presentadas en el DOF, 2001, y exponen los procedimientos que se deben seguir para concluir el proceso de investigación.

## Muestra

Se realizó la investigación en el vertedero de cielo abierto ubicado en Huajuapán de León, Oaxaca. La muestra la constituyen los 54 recicladores, el 74 % corresponde a mujeres y 26 % a hombres. El 100 % de los recicladores es oriundo de Oaxaca, el 72 % tiene un rango de edad entre 18 y 39 años, el 20 % se encuentra en un rango de edad de 40 a 59 y el 8 % tiene más de 60 años. Cumplen un horario de 7:00 a. m. a 15:00 p. m., de lunes a viernes, excepto el miércoles.

## Resultados

### a) Evaluación del ruido

Para abordar esta problemática, se aplicó una encuesta a los recicladores con el propósito de conocer si presentan daños auditivos. Los resultados son los siguientes.

El ruido que generan los camiones de la basura afecta al 39%; seguido por el ruido de la retroexcavadora, con el 31 % y el trozado de vidrios que

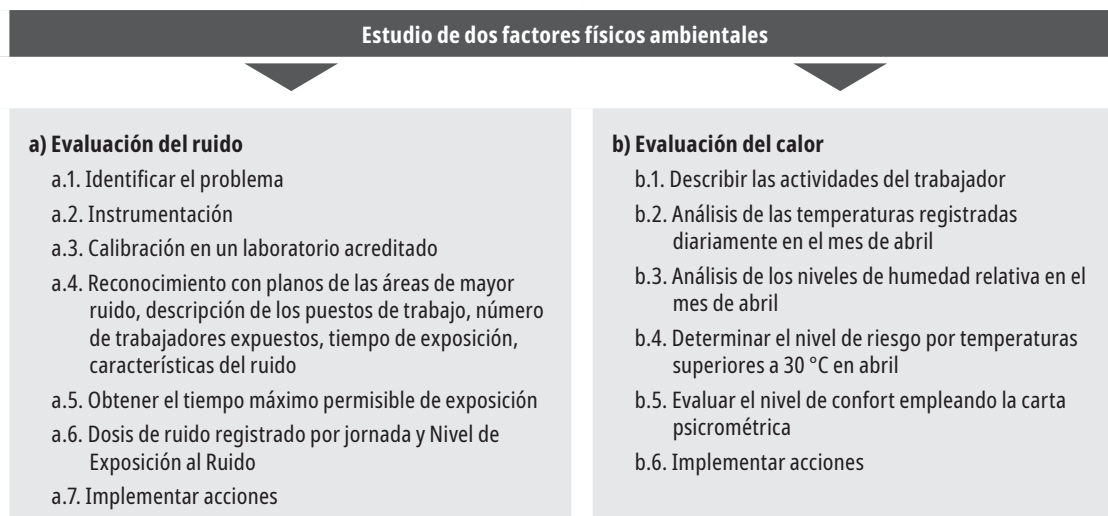
altera al 17 %. El 48 % señala que el ruido que predomina en el vertedero es extremadamente fuerte, para el 34 % es fuerte y el 18 % lo considera moderado. Al finalizar la jornada padecen de zumbidos el 33 %, sensación de tener los oídos tapados 24 %, mareos 13 %, irritabilidad 59 % y dolor de cabeza 22 %. El 66 % presenta molestias auditivas. El 83 % considera que el ruido afecta el rendimiento y concentración, y para el 100 % de los encuestados el tiempo de exposición al ruido es de 5 a 6 horas diariamente.

## Instrumentos

Para el estudio se utilizaron decibelímetro modelo HER-400 STEREN, calibrador acústico, pantalla contra viento, cronómetro y trípode, formatos de registro. A continuación, se detalla el procedimiento seguido, conforme a lo expuesto en la figura 1.

- a.1. *Identificar el problema.* La exposición al ruido en los recicladores del vertedero empieza a las nueve de la mañana, cuando se remueve la basura con una retroexcavadora y la recoge con un cucharón para vaciarla en un camión de carga que la transporta al relleno sanitario donde quedará enterrada. En ese mismo horario ingresan los camiones de basura y de carros particulares, lo que origina niveles de ruido por arriba del permisible (85 dB). Las manadas de perros que ladran, así como la caída de objetos metálicos y el choque de vidrios fragmentándose generan una elevada contaminación auditiva.
- a.2. *Instrumentación y accesorios.* Se cuenta con un decibelímetro modelo HER-400 STEREN clase 1, que es de mayor precisión con un rango de medición de 30-130 dB, exactitud  $\pm 2$  dB y rango de frecuencia 30 Hz-8 kHz. Se recomienda emplear el calibrador acústico al inicio y al final de la medición.
- a.3. *Calibración del medidor en un laboratorio certificado.* Asegura que los datos obtenidos sean precisos y conformes a la norma.
- a.4. *Reconocimiento.* Se trazaron seis puntos en todo el terreno del vertedero, considerando las áreas que presentan mayor movimiento como

**Figura 1.** Metodología de la investigación



**Fuente:** NOM-011-STPS-2001 y de la NOM-015-STPS-2001, Diario Oficial de la Federación, 2001.

los puestos de trabajo con mayor exposición. Las características del ruido se presentan en la tabla 1. Se capturó la información cumpliendo períodos de observación de cinco minutos por cada hora y se registraron 54 lecturas en la jornada.

Se observa que en la zona de descarga se produce ruido extremadamente fuerte por la llegada de los camiones de basura, la caída de objetos metálicos y el motor de la máquina retroexcavadora.

a.5. Obtener el tiempo máximo permisible de exposición a los ruidos que superan los 90 dB. El diario oficial de la federación (2001) público la NOM-011-STPS-2001; en la que señala que el nivel de exposición a ruido (NER) para los trabajadores expuestos a 90 dB es de 8 horas, a 93 dB el tiempo se reduce a 4h, a 96 dB 2 h y 99 dB solo puede estar expuesto 1 h. Si el NER está dentro de los 90 y 105 dB, se calcula con la ecuación 1 el tiempo máximo permisible de exposición (TMPE).

**Tabla 1.** Características del ruido registrado en el vertedero en un lapso de ocho horas

| Horario       | Fuente de ruido con > intensidad | dB   | Tipo de ruido         | Ruido estable | Ruido impulsivo | Ruido inestable |
|---------------|----------------------------------|------|-----------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 07:00 a 08:00 | trinar de pájaros                | 61.5 | moderado              | X             |                 |                 |
| 08:00 a 09:00 | ladridos de perros               | 90.0 | extremadamente fuerte |               |                 | X               |
| 09:00 a 10:00 | rasgado de bolsas de plástico    | 65.7 | moderado              | X             |                 |                 |
| 10:00 a 11:00 | retroexcavadora                  | 88.3 | extremadamente fuerte |               |                 | X               |
| 11:00 a 12:00 | camiones de basura               | 98.1 | extremadamente fuerte |               |                 | X               |
| 12:00 a 13:00 | caída de objetos metálicos       | 93.5 | extremadamente fuerte |               | X               |                 |
| 13:00 a 14:00 | caída de objetos de plásticos    | 60.3 | moderado              |               | X               |                 |
| 14:00 a 15:00 | trozar botellas de vidrio        | 95.6 | extremadamente fuerte |               |                 | X               |

**Fuente:** elaboración propia con base en la NOM-011-STPS-2001, Diario Oficial de la Federación, 2001.

Ecuación 1

$$TMPE = \frac{8}{2 \frac{NER - 90}{3}} \quad TMPE = \frac{8}{2 \frac{98,1 - 90}{3}} \quad TMPE = \frac{8}{2 \frac{8,1}{3}} = \frac{8}{2^{2,7}} = \frac{8}{2^{6,49}} = 1,23 \text{ h}$$

En la tabla 2, se presentan los resultados que se obtuvieron aplicando la ecuación 1 para conocer el tiempo máximo permisible de exposición (TMPE) al ruido según la NOM-011-STPS-2001 de las diversas fuentes registradas.

**Tabla 2.** Resultados de la ecuación 1 para obtener TMPE

| Fuente                                 | Decibeles | TMPE   |
|----------------------------------------|-----------|--------|
| Trinar de pájaros y caída de plásticos | 61.5      | 8.0 h  |
| Ladridos de perros                     | 90.0      | 7.8 h  |
| Rasgado de bolsas de plástico          | 65.7      | 8.0 h  |
| Caída de objetos metálicos             | 93.5      | 3.5 h  |
| Caída de objetos de plástico           | 60.3      | 8.0 h  |
| Trozar botellas de vidrio              | 95.6      | 2.1 h  |
| Camión de basura                       | 98.1      | 1.23 h |
| Retroexcavadora                        | 88.3      | 8.0 h  |

**Fuente:** elaboración propia con base en la NOM-011-STPS-2001, Diario Oficial de la Federación, 2001.

En los resultados, se analiza que debe reducirse el tiempo de exposición de los trabajadores que se

Ecuación 2

$$NER = 90 + 9,97 \text{ Log} \frac{D}{(12,5) (T)} \quad NER = 90 + 9,97 \text{ Log} \frac{68}{(12,5) (8,0)} = 88,3 \text{ dB}$$

**Tabla 3.** Resultados de NER aplicando la ecuación 3

| Fuente                                 | D     | Tiempo de la jornada | NER  |
|----------------------------------------|-------|----------------------|------|
| Trinar de pájaros y caída de plásticos | 68 %  | 8.0                  | 88.3 |
| Ladridos de perros                     | 100 % | 8.0                  | 90   |
| Rasgado de bolsas de plástico          | 73 %  | 8.0                  | 88.6 |
| Caída de objetos metálicos             | 104 % | 8.0                  | 90.1 |
| Caída de objetos de plástico           | 68 %  | 8.0                  | 88.3 |
| Trozar botellas de vidrio              | 106 % | 8.0                  | 90.2 |
| Camión de basura                       | 109 % | 8.0                  | 90.3 |
| Retroexcavadora                        | 98 %  | 8.0                  | 89.9 |

**Fuente:** elaboración propia con base en la NOM-011-STPS-2001, Diario Oficial de la Federación, 2001.





encuentran cerca del ruido generado por la caída de objetos metálicos, el trozado de vidrios y la descarga de basura.

a.6. *Dosis de ruido registrado por jornada (D)*, el porcentaje de dosis de ruido recibido, considerando que para esta norma 90 dB es el límite de exposición permitido en una jornada de 8 horas, corresponde al 100 % de dosis, es decir,  $D = 90 \text{ dB} = 100 \%$  de dosis recibida en 8 h. Por lo tanto, trinar de pájaros  $D = 61.5 \text{ dB} = 68 \%$ , ladridos de perros  $D = 90 \text{ dB} = 100 \%$ , los resultados generales se exponen en la tabla 3.

Nivel de exposición de ruido (NER). Se calcula el nivel de exposición al ruido (NER) con la ecuación 2, donde (D) es el porcentaje de dosis registrado y T es la duración de la evaluación (tiempo). Los resultados se registran en la tabla 3.

a.7. *Implementar acciones.* En la tabla 4, se muestran cuatro tipos de orejeras ergonómicas comerciales con diferentes NRR (nivel de reducción de ruido) y se resalta que entre mayor es la reducción de ruido, más efectivo es el equipo de protección.

**Tabla 4.** Comparación de cuatro orejeras para determinar la que otorga mayor protección

| Orejeras                                                                          | Descripción                                                                                         | Modelo  | NRR | R                     | NEP                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|-----------------------|------------------------|
|  | Las orejeras son aptas para cascos con ranuras y protegen hasta 101 dB                              | S-18045 | 24  | $24-7=17\div 2= 8.5$  | 100 dB -8.5 = 91.5 dB  |
|  | Uline orejeras: utilizadas en plataformas petroleras y sitios de construcción                       | S-20706 | 28  | $28-7=21\div 2= 10.5$ | 100 dB -10.5 = 89.5 dB |
|  | 3M Optime: protegen contra herramienta eléctrica, ofrecen buen sellado y protección hasta de 105 dB | S-20449 | 30  | $30-7=23\div 2= 11.5$ | 100 dB -11.5 = 88.5 dB |
|  | Tapones auditivos sin cordón con forma de bala cónica                                               | S-17902 | 32  | $32-7=25\div 2= 12.5$ | 100 dB -12.5 = 87.5 dB |

**Fuente:** elaboración propia con base en la NOM-011-STPS-2001, Diario Oficial de la Federación, 2001.

Los resultados indican que los tapones auditivos sin cordón son los que proporcionan mayor aislamiento del ruido hasta 87.5 dB de nivel de exposición protegido, por lo que se recomienda que se implemente su uso en el programa preventivo de los recicladores.

Para mejorar el rendimiento laboral del grupo de recicladores que se exponen por más de seis horas al día a ruidos inestables e impulsivos, se sugiere que utilicen los tapones auditivos desechables sin cordón con forma de bala cónica; ya que reducen el nivel de exposición 100 dB a 87.5 dB, lo que brinda una mejor protección.

## b) Evaluación del calor

### Instrumentos

Termómetro láser y psicrómetro AMPROBE TH-1. Se utilizó para evaluar la temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo, humedad relativa y punto de rocío.

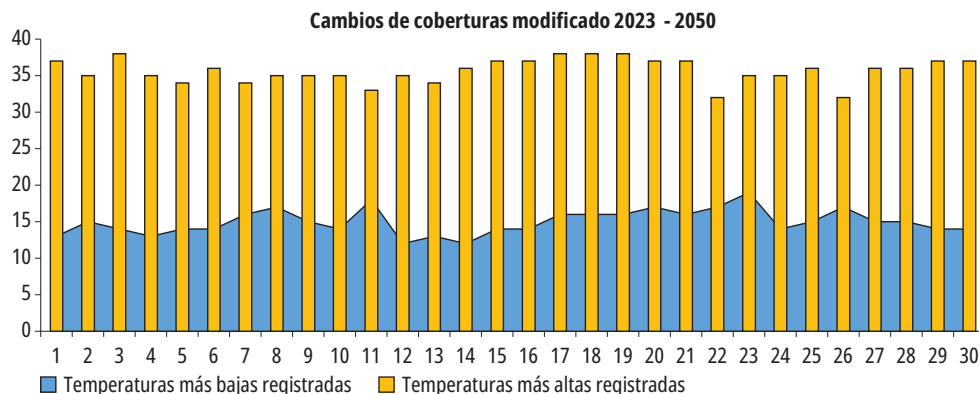
*b.1. Describir las actividades del trabajador.* El régimen de trabajo es pesado, inicia cuando se le designa al recolector un montículo de desechos en el patio del vertedero, rompe las bolsas de basura, las inspecciona y se inclina para clasificar el material que eligió arrojándolo en botes

y tinas ya asignados, se encuentra expuesto al rayo del sol en condiciones térmicas extremas de 30 °C a 38 °C de 11:00 a. m. a 15:00 p. m. Existen algunas corrientes de aire, pero los olores de descomposición son intensos, además la basura que remueven se calienta hasta 40 °C, lo que eleva la sensación térmica ambiental.

El calor extremo ha desencadenado en los clasificadores lesiones como golpe de calor al 70 %, quemaduras en la piel al 100%, irritabilidad 77 %, calambres 60 %, agotamiento 87 %, sudoración 100 %, dolor de cabeza 52 %, mareos 35 %, deshidratación 33 %, visión borrosa 15 % y náuseas 41 %. Las altas temperaturas afectan el rendimiento de los recicladores al 100 %, el 72 % no se hidrata por cuestiones de higiene, el 50 % utiliza sombrero, 28 % gorra y 22 % no utiliza nada. El tiempo que se exponen al sol es de seis horas diarias, por lo que el 89 % de los recicladores menciona que en los meses de primavera experimentan mayor cansancio físico y en los últimos dos años han experimentado baja productividad laboral.

*b.2. Análisis de las temperaturas registradas.* En el mes de abril se observaron las temperaturas extremas más altas de la localidad, tal como se expone en la figura 2 donde se observan 28 días por arriba de los 30 °C.

**Figura 2.** Temperaturas mínimas y máximas registradas en abril en Huajuapán de León, Oaxaca



**Fuente:** elaboración propia con base en la NOM-015-STPS-2001, Diario Oficial de la Federación, 2001.

En este mes se registraron temperaturas elevadas de 32 °C y hasta 38 °C, por lo que se incrementaron los síntomas por calor.

En la tabla 5 se señala el porcentaje de tiempo de exposición permisible a temperaturas superiores de los 30 °C para el *régimen de trabajo pesado*, que es el que llevan a cabo los recicladores realizando las actividades de alto gasto calórico como remover la basura, levantar cargas, inspeccionar e inclinarse para separar el material.

Los valores en la tabla 5 señalan que para el trabajo pesado con temperaturas mayores de 30 °C el tiempo de exposición es de 15 minutos y 45 minutos de recuperación en cada hora. Por lo anterior, se recomienda que se instale un techo para resguardarse del sol.

*b.3. Análisis de los niveles de humedad relativa en el mes de abril.* En la figura 3 se presentan los

niveles de humedad percibidos en el mes de abril en Huajuapán de León, Oaxaca, según el sitio meteorológico web © Weather Spark.com (2024), que publica los datos detallados de esta variable.

En este mes se presentan los porcentajes de humedad más bajos, considerando que, si los puntos de rocío son bajos, el ambiente se percibe seco, lo que disminuye el porcentaje de humedad relativa (HR) que se encuentra entre el 15 % y 27 %, señalando que la humedad relativa >30 % y < de 70 % son negativas para salud.

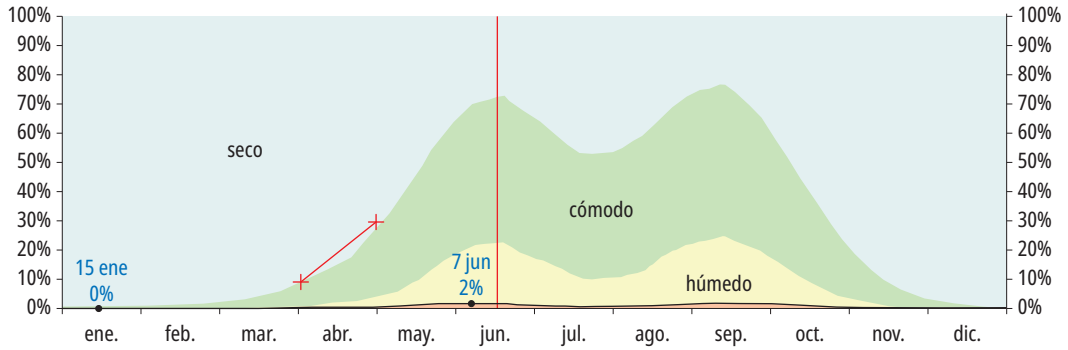
*b.4. Determinar el nivel de riesgo por temperaturas superiores a 30 °C.* En la tabla 6 se evalúa la temperatura del aire en grados Celsius (2024) del mes de abril por presentar frecuentemente temperaturas extremas a las que se encuentran expuestos los trabajadores del vertedero.

**Tabla 5.** Tiempo de exposición recomendado por la NOM-015-STPS-2001

| Temperatura máxima en °C de ltgbh |          |        | Porcentaje de tiempo de exposición                |
|-----------------------------------|----------|--------|---------------------------------------------------|
| Régimen de trabajo                |          |        |                                                   |
| Ligero                            | Moderado | Pesado |                                                   |
| 30.0                              | 26.7     | 25.0   | 100 % exposición                                  |
| 30.6                              | 27.8     | 25.9   | 75 % exposición<br>25 % recuperación en cada hora |
| 31.7                              | 29.4     | 27.8   | 50 % exposición<br>50 % recuperación en cada hora |
| 32.2                              | 31.1     | 30.0   | 25 % exposición<br>75 % recuperación en cada hora |

**Fuente:** elaboración propia con base en la NOM-015-STPS-2001, Diario Oficial de la Federación, 2001.

**Figura 3.** Niveles de humedad categorizado por el punto de rocío en Huajuapán de León, Oaxaca



Fuente: © WeatherSpark.com

La tabla de temperatura del aire está representada con valores de 27 °C hasta 44 °C y la humedad relativa engloba todos los valores anteriores como: 10% 20%, 30% y 40% en el valor de 45% hasta el 100%. Clasifica cuatro niveles de riesgo: de 27 a 30 bajo; 32 a 39 moderado, posible fatiga; 41 a 51 alto, insolación, golpes de calor y calambres, y de 54 a 64 peligro extremo como se presenta en la tabla 7.

b.5. Evaluar el nivel de confort empleando la carta psicrométrica. La NOM-015-STPS-2001 (DOF, 2001) interpola los datos climáticos en la carta psicrométrica para determinar el confort térmico en condiciones elevadas señalando que la temperatura ambiente de mayor confort es de 21 °C a 29 °C con humedad relativa entre 30% y 70%.

**Tabla 6.** Valores de temperatura del aire y humedad relativa para determinar el nivel de confort

|                      |     | Temperatura del aire en °C |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|-----|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                      |     | 27                         | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| Humedad relativa (%) | 45  | 27                         | 28 | 29 | 30 | 32 | 33 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 46 | 49 | 51 | 54 | 57 | 61 | 64 |
|                      | 50  | 27                         | 28 | 30 | 31 | 33 | 34 | 36 | 38 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | 58 | 62 |    |    |
|                      | 55  | 28                         | 29 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 43 | 46 | 48 | 52 | 55 | 59 | 62 |    |    |    |
|                      | 60  | 28                         | 29 | 31 | 33 | 35 | 37 | 40 | 42 | 45 | 48 | 51 | 55 | 59 | 63 |    |    |    |    |
|                      | 65  | 28                         | 30 | 32 | 34 | 36 | 39 | 41 | 44 | 48 | 51 | 55 | 59 | 63 |    |    |    |    |    |
|                      | 70  | 29                         | 31 | 33 | 35 | 38 | 40 | 43 | 47 | 50 | 54 | 58 | 63 |    |    |    |    |    |    |
|                      | 75  | 29                         | 31 | 34 | 36 | 39 | 42 | 46 | 49 | 53 | 58 | 62 |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | 80  | 30                         | 32 | 35 | 38 | 41 | 44 | 48 | 52 | 57 | 61 |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | 85  | 30                         | 33 | 36 | 39 | 43 | 47 | 51 | 55 | 60 | 65 |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | 90  | 31                         | 34 | 37 | 41 | 45 | 49 | 54 | 58 | 64 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | 95  | 31                         | 35 | 38 | 42 | 47 | 51 | 57 | 62 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                      | 100 | 32                         | 36 | 40 | 44 | 49 | 54 | 60 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Fuente: Tabla de Índice de calor (AEMET, 2023).

**Tabla 7.** Determinación del nivel de riesgo por temperatura durante el mes de abril

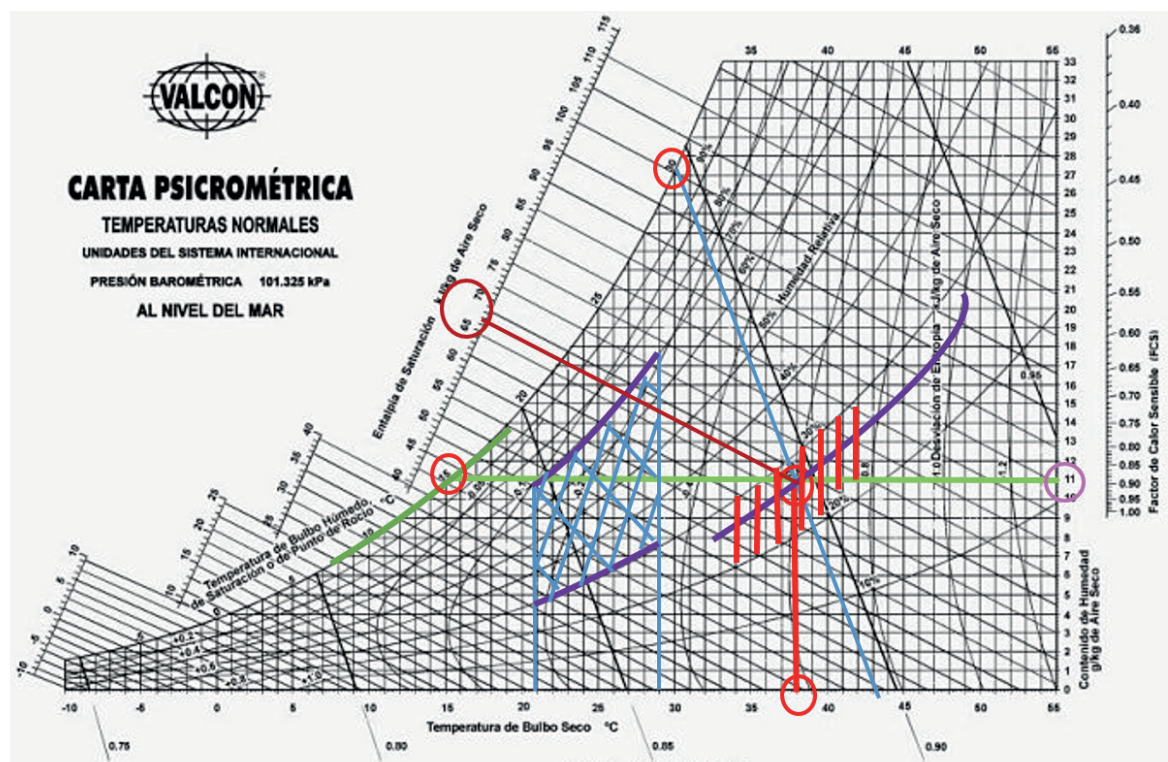
| Mes/abril/días                | Temperatura más alta | Humedad relativa | Puntaje | Nivel de riesgo |
|-------------------------------|----------------------|------------------|---------|-----------------|
| 3, 17, 18, 19                 | 38 °C                | 27 %             | 46      | alto            |
| 1, 15, 16, 20, 21, 29, 30     | 37 °C                | 27 %             | 43      | alto            |
| 6, 14, 25, 27, 28             | 36 °C                | 27 %             | 41      | alto            |
| 2, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 23, 24 | 35 °C                | 27 %             | 39      | moderado        |
| 7, 34                         | 34 °C                | 27 %             | 37      | moderado        |
| 11                            | 33 °C                | 27 %             | 35      | moderado        |
| 22, 26                        | 32 °C                | 27 %             | 33      | moderado        |

Fuente: AccuWeather.com

En la figura 4 se representa en la carta psicrométrica el nivel de riesgo de los días 1, 15, 16, 20, 21, 29 y 30, donde se conoce la *temperatura de bulbo seco* o del aire que marca un termómetro común (Tbs) 37 °C y la *humedad relativa* (HR) 27 % que significa la cantidad de vapor de agua en una muestra de aire, la cual se mide en (%). Se obtienen los valores de *temperatura de bulbo húmedo*

(Tbh), que es el contenido de agua en la humedad del aire; la *humedad absoluta* (HA), que es la masa de vapor de agua por volumen del aire; la *temperatura de punto de rocío*, que es la temperatura a la cual el aire tiene que ser enfriado antes que inicie la condensación (Pr), y la *Entalpía* (h), la cual indica el calor total en la mezcla de aire-vapor (Rincón et al., 2022).

**Figura 4.** Carta psicrométrica y nomograma de la presión de vapor



Fuente: Diario Oficial de la Federación (2001), NOM-015-STPS-2001.

Convenciones: Tbs = 37 °C HR = 27 % Pr = 15 Tbh = 30 h = 68

$$HA = 11 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg Aire}}$$

Los datos de las variables obtenidas exponen el nivel de riesgo de las temperaturas extremas en rojo, que provocan molestias a los trabajadores, por no encontrarse en las condiciones ideales de confort marcadas dentro del paralelogramo en color azul.

*b.6. Implementar acciones.* El calentamiento global tiene un gran impacto en el mundo, las altas temperaturas en los dos últimos años han estado muy por encima de la media que se habían registrado. Por lo anterior, las empresas se han visto en la necesidad de adquirir equipos de protección personal con tecnología de enfriamiento que ayuden a prevenir el golpe de calor en los trabajadores como los que se exponen en la tabla 8 (McCann y Bryson, 2023).

La ropa inteligente tiene un gran crecimiento comercial por su capacidad para monitorear las señales fisiológicas debido a los sensores integrados con alta sensibilidad que se incorporan a las prendas y que miden la frecuencia cardiaca para transferir los registros al móvil. Las variables de temperatura y humedad corporal se examinan por medio de sensores que envían señales eléctricas al ordenador o teléfono para actuar con trabajadores de alta vulnerabilidad (Zhang *et al.*, 2024c).

El calor extremo que afecta al 100% de los clasificadores del vertedero se puede controlar con

equipo de protección personal adecuado y ropa inteligente como el overol que integra ventiladores para mantener la temperatura interna estable y confortable, lo que permite de esta manera incrementar la productividad laboral.

## Discusión

La baja productividad laboral incide en repercusiones económicas que afectan al trabajador y al empresario, las causas que las originan son el incumplimiento de las condiciones laborales que impactan en la eficiencia del trabajador, como la exposición directa a los factores físicos ambientales contaminantes que desencadenan el incremento de fatiga física y mental, tal es el caso del ruido que se produce con mayor frecuencia y gravedad (Hong *et al.*, 2023).

La contaminación acústica impacta en la salud de los trabajadores por el tiempo de exposición prolongada provocando enfermedades cardiovasculares, presión arterial y pérdida de la audición, entre otras. Cabe destacar que el sentido del oído no se regenera, por lo que se recomienda que se tomen acciones para contrarrestar los efectos, como reducir el tiempo de la exposición, horarios de descansos, revisión periódica auditiva, uso de equipo de protección personal, eliminación de las fuentes de ruido y capacitaciones sobre la prevención

**Tabla 8.** Equipos de protección personal y ropa inteligente con tecnología de enfriamiento

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                |                                                                                                                                    |                                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                                            |                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                |                             |                                                 |                                          |                             |       |                     |
| <b>Sony.</b><br>Comercializa una camiseta con aire acondicionado para calor o frío que se controla por <i>bluetooth</i> con 5 horas de autonomía. | Overol con dos ventiladores, uno frontal y otro posterior con batería recargable usb que funciona por 9 horas. | <b>Uline.</b> Chaleco refrescante de alta calidad. Se remoja de 2 a 3 min. para activar la tecnología de enfriamiento por 5 horas. | <b>Wendu.</b> La prenda térmica que calienta o enfría al cuerpo con dos conductores que se controlan por <i>bluetooth</i> . | Prendas con protección solar que protegen de manchas y cáncer en la piel. Protege hasta después de 40 lavadas. | Chaleco con dos ventiladores laterales con batería recargable que refresca hasta 13 horas. | Casco Clase C, cuenta con celda solar para activar un ventilador frontal y posterior hasta por 12 horas. |

**Fuente:** elaboración propia con base en la NOM-015-STPS-2001, Diario Oficial de la Federación, 2001.

de lesiones y enfermedades auditivas. Así mismo, se recomienda descargar una aplicación de ruido que le permita monitorear el tiempo de exposición y la dosis de ruido absorbida para que se emita una alerta al usuario y se tomen medidas de prevención.

El calor extremo que se presenta en los primeros meses del año aumenta el riesgo de morbilidad de los trabajadores, así como el padecimiento de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y urinarias. El golpe de calor es el resultado del aumento de la temperatura corporal y constituye una amenaza para la salud, por lo que se deben tomar acciones para controlar las variables de temperatura, bulbo seco, bulbo húmedo y punto de rocío en el nivel de confort ambiental con dispositivos inteligentes (Singh *et al.*, 2023).

Las ondas de calor afectan principalmente a todos aquellos trabajadores que realizan actividades en el exterior en horarios de 11:00 a. m. a 15:00 p. m., estas ocasionan desmayos, deshidratación, problemas cardiovasculares y dolores de cabeza. Para contrarrestar los efectos antes mencionados, se debe utilizar ropa inteligente con tecnología de enfriamiento que permita elevar el confort del trabajador, así como proporcionar suero oral, reducir el tiempo de exposición e implementar la ingesta de alimentos que integren vitaminas y minerales para asegurar un buen funcionamiento muscular.

## Conclusiones

El ruido que generan los camiones de la basura afecta al 39 % de los trabajadores del vertedero, seguido por el de la retroexcavadora con el 31 % y el trozado de vidrios que altera al 17 %. El 48 % señala que el ruido que predomina en el vertedero es extremadamente fuerte, para el 34 % es fuerte y el 18 % lo considera moderado. Al finalizar la jornada, el 33 % padece de zumbidos, sensación de tener los oídos tapados 24 %, mareos 13 %, irritabilidad 59 % y dolor de cabeza 22 %. El 66 % presenta molestias auditivas. El 83 % considera que el ruido afecta el rendimiento y la concentración, y para el 100 % de los encuestados el tiempo de exposición al ruido es de 5 a 6 horas diariamente. En México, el género masculino es el más afectado por lesiones ocasionadas por el ruido. El IMSS registró que el

97 % de casos de hipoacusia se presenta en hombres, ya que son estos los que principalmente desarrollan actividades en industrias manufactureras y de la construcción.

El ruido se considera un factor contaminante del ambiente cuando sobrepasa los 85 dB, este repercute en molestias, padecimientos y enfermedades cuando se tiene una exposición frecuente a las fuentes que lo generan. Se realizó un estudio de campo con un decibelímetro para determinar el nivel de ruido al que se encuentran expuestos los recicladores de un vertedero a cielo abierto y se resalta en los hallazgos que la fuente auditiva contaminante son los camiones de basura con 98.1 dB, trozado de vidrio con 95.1 dB y la caída de objetos metálicos con 93.5 dB.

Se demostró que la dosis de ruido recibida diaria para estos trabajadores se encuentra por arriba de los límites permisibles, ya que la calculada por la ecuación obtenida de la NOM-011-STPS-2001 es de 1 h con 23 minutos cuando en el ambiente predominen ruidos de 98.1 dB, por lo que deben implementarse medidas de control para reducir el tiempo de exposición, como proporcionar tapones auditivos para reducir el ruido exterior hasta 87.5 dB y así brindar protección auditiva al trabajador.

El empleo de aplicaciones que monitorean la dosis de ruido recibida en el trabajador es una acción que se recomienda implementar. Existen aplicaciones como *Medidor de sonidos y decibelios*, *Sonómetro* y *Decibel X: Dba Sonómetro Pro*, que pueden ayudar a que con el tiempo el trabajador cree hábitos y una cultura de autocuidado de forma voluntaria y consiente, con un estilo de vida saludable que resultará en un mayor rendimiento laboral.

La exposición prolongada a las altas temperaturas de hasta 38 °C en el mes de abril ha provocado que los recicladores padezcan diversos síntomas, tales como golpe de calor, presentado por 70 % de ellos; quemaduras en la piel 100 %, irritabilidad 77 %, calambres 60 %, agotamiento 87 %, sudoración excesiva 100 %, dolor de cabeza 52 %, mareos 35 %, deshidratación 33 %, visión borrosa 15 % y náuseas 41 %.

Los niveles de riesgo que se determinaron al emplear el nomograma arrojaron resultados entre

alto y moderado, debido a la exposición a las temperaturas extremas en este centro de trabajo; lo que los sitúa fuera de la zona de confort, que está localizada en la temperatura de bulbo seco a 20 °C y 29 °C, con humedad relativa de 30 % y 70 %, como se señala en la carta psicrométrica. Las temperaturas extremas que predominaron en el mes abril con el 30 % son de 35 °C, con el 23 % las de 37 °C y la temperatura más baja registrada fue de 32 °C con el 6 %. Al respecto, la NOM-015-STPS-2001 establece en el numeral 8.1 que para la exposición de los trabajadores a temperaturas máximas de 30 °C el porcentaje de tiempo a la exposición con un “régimen de trabajo pesado” se debe programar para que el 25 % esté en exposición y el 75 % en recuperación cada hora.

Actualmente, existen tecnologías que ayudan a prevenir el golpe de calor, como los equipos de protección personal y ropa inteligente con sistemas de enfriamiento y sensores de temperatura corporal que monitorean la sobreexposición al calor por medio de la interfaz de *bluetooth* que se conecta a los dispositivos móviles. Además, se recomienda

emplear aplicaciones que indiquen el pronóstico de tiempo para prevenir el golpe de calor como *App Weather UnderGround*; *App The Weather Channel* y *AccuWeather*.

Además, el uso de techos con tratamientos térmicos aislantes que bloquean la radiación solar se puede emplear para reducir la temperatura en la sombra hasta 5 °C y 8 °C en promedio.

Se abordaron dos factores ambientales: el ruido y el calor, dado que los recicladores manifestaron que estas variables afectan principalmente su desempeño laboral. Es importante destacar que no se estudiaron otros factores físicos ambientales en la investigación por considerar que se requieren de nuevas evaluaciones para su investigación.

Las propuestas expuestas para mejorar los puestos de trabajo de los clasificadores en el vertedero de Huajuapán de León, Oaxaca, se realizaron para que grupos de apoyo, donantes corporativos y fundaciones les brinden el equipo y las condiciones necesarias para laborar en condiciones dignas conforme a las estipuladas por la Ley Federal del Trabajo (2023).

## Referencias

- Acaro, X., Molina, M. y Molina, M. (2022). Evaluación de los niveles de exposición de ruido en aulas de aprendizaje virtual. *Revista Mikarimin científica multidisciplinaria Universidad Regional de los Andes Uniandes*. 8(1), 71-78. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2700/1984>
- AccuWeather (2024). Pronóstico meteorológico en línea. <https://www.accuweather.com/es/mx/heroica-ciudad-de-huajuapán-de-le%C3%B3n/234635/april-weather/234635?year=2024>
- Agencia Estatal de Meteorología (2023). AEMET. Tabla de valores de sensación térmica por calor. España. [https://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/montana/sensacion\\_termica/SensacionTermicaPorFrio-Calor-AEMET.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/montana/sensacion_termica/SensacionTermicaPorFrio-Calor-AEMET.pdf)
- Alonso, J. y López, C. (2021). Temperatura corporal y temperatura de calentamiento en el cuidado de pacientes grandes quemados. *Enfermería Global*. 61, 462-478. <https://doi.org/10.6018/eglobal.430221>
- Alòs, F. y Ribera, A. (2021). Uso de wearables y aplicaciones móviles (mHealth) para cambiar los estilos de vida desde la práctica clínica en atención primaria: una revisión narrativa. *Atención Primaria Práctica*, 3(1). <https://doi.org/10.1016/j.appr.2021.100122>
- Barros, A., Kampen, J. y Vuye, C. (2024). Noise barriers as a mitigation measure for highway traffic noise: Empirical evidence from three study cases. *Journal of Environmental Management*, 367. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121963>
- Bendak, S., Jouaret, R. y Rashid, H. (2022). Effects of high ambient temperature on construction workers performance: A longitudinal empirical study. *Journal of Safety Research*, 81, 197-202. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.02.011>
- Dahlstrom, L., Hoover, M., Noruzi, M. y Abdollahi, M. (2024). Industrial higiene. Philip Wexler, *Encyclopedia of Toxicology* (Fourth Edition). Academic Press, 531-540. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824315-2.00734-X>
- Deng, Z., Dong, B., Guo, X., Wang, X. y Zhang, J. (2024). Assessing multi-domain impact of IAQ and noise on productivity with portable air cleaners through physiological signals. 254. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111375>

- Diario Oficial de la Federación. NOM-011-STPS-2001. (2001). Condiciones de Seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002#gsc.tab=0)
- Diario Oficial de la Federación. NOM-015-STPS-2001. (2001) Condiciones térmicas elevadas o abatidas - Condiciones de seguridad e higiene. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=728016&fecha=14/06/2002#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=728016&fecha=14/06/2002#gsc.tab=0)
- Fortoul, T. (2023). Cambio climático, la onda de calor y sus efectos en la salud. *Revista de la Facultad de Medicina*. 65(5), 1-4. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2022.65.5.01>
- Hahad, O., Bayo, M., Kuntic, M., Frenis, K., Steven, S., Daiber, A. y Münzel, T. (2022). Cerebral consequences of environmental noise exposure. *Library of Medicine*. 165. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107306>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2023). *Metodología de la investigación*. Capítulo 3. El planteamiento de la ruta cuantitativa. Pp. 40-55. Mc Graw Hill.
- Hong, J., Choi, J., Lee, J., Cho, S., Hong, T., Han, S., Seon., H. y Lee, D. (2023). Virtual reality-based analysis of the effect of construction noise exposure on masonry work productivity. *Automation in Construction*. 150, 104-118. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104844>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2022). Memoria Estadística IMSS. Capítulo VII. Lesiones laborales. <https://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2022>
- Llanos, A., Mogollón, M., Aguilar, S. y Bateca, Z. (2020). Asociaciones entre clase social e hipoacusia laboral. *Revista de investigación e innovación en ciencias de la salud*. 2(1), 1-14. <https://doi.org/10.46634/riics.40>
- Marcano, M., Ron, M., Hernández, E., Coronado, H. y Hernández, J. (2023). El ruido y sus efectos auditivos como riesgo para trabajadores de una empresa azucarera venezolana. *Revista cubana de salud y trabajo*. 24(1), 1-20. <https://www.scienceopen.com/document?vid=c88f12a7-e1ac-4162-9ef1-bd1ff3d4d46e>
- Martín, G. y Torruella, J. (2024). Cambio climático y estrés por calor en el entorno laboral: una llamada a la acción. *Enfermería Investiga*. 9(2), 1-2. <https://doi.org/10.31243/ei.uta.v9i2.2410.2024>
- McCann, J. y Bryson, D. (2023). In the textile institute book series, smart clothes and wearable technology (Second Edition). Woodhead Publishing. Pp. 1-608. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819526-0.09999-9>
- Murovec, J., Čurović, L., Anže Železnik, A., & Prezelj, J. (2023). Automated identification and assessment of environmental noise sources. *Heliyon*, 9(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12846>
- Oh, J., Chung, F., Koo, CH, Castro, D. y Ashuri, B. (2024). Empirical adaption of Work/Rest schedules to physiological variability in heat response. *Safety Science*, 177. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106574>
- Organización Mundial de la Salud. (2024). Sordera y pérdida de la audición. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). La oms publica una nueva norma para hacer frente a la creciente amenaza de la pérdida de audición. <https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>
- Revueltas, M., Molina, E. y Hernández, M. (2023). La salud humana frente al estrés térmico por el cambio climático. *Revista Archivo Médico de Camagüey*. 27, 120. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552023000100011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552023000100011)
- Rincón, J., García, C. y González, M. (2022). Estimación del rango de confort higrotérmico para exteriores en dos bioclimas extremos de México. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*. 23(2). Ciudad de México. <https://doi.org/10.22201/ii.25940732e.2022.23.2.014>
- Rodríguez, N., Manotoa, F., Hidalgo, A. y Altamirano, M. (2023). Metodología para la evaluación del ruido en los talleres de mecánica industrial del Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. *Revista Pentaciencias*. 5(4), 186-204. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/659/910>
- Secretaría de Salud. (2023). Temperaturas naturales extremas. Dirección General de Epidemiología. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/845222/TNE\\_2023\\_SE29.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/845222/TNE_2023_SE29.pdf)
- Singh, D., Singh, A., Poonia, S. y Buddhi, D. (2023). Determination of dew-point temperature and wet-bulb temperature using the steam table on a non-scientific calculator. *Materialstoday: Proceedings*. 80(1), 314-319, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.403>

- Teixeira, L., Pega, F., Abreu, W., Almeida, M., Andrade, C., Azevedo, T., Dzhambov, A., Hu, W., Macedo, M. Martínez, Sun, X., Zhang, S. y correa, D. (2021). The prevalence of occupational exposure to noise: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment International*, 154, 1-32 <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106380>
- Weather Spark (2024). Clima promedio. <https://es.weatherspark.com/y/7371/Clima-promedio-en-Huaju%C3%A1pam-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>
- Yang, S., Fu, Y., Dong, S., Yang, B., Li, Z., Chuanteng, F., Reinhardt, J. Shi, W., Jia, P., Zeng, H. y Yu, B. (2023). Association between perceived noise at work and mental health among employed adults in Southwest China. *Journal of Affective Disorders*, 343, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.09.029>
- Yu, S., Long, K., Lei, D., Joung, K., Nemoto, M., Gatson, S., Yokohari, M. y Brown, R. (2024). Plan integration for urban extreme heat: Evaluating the impacts of plans at multiple scales in Tokyo, Japan. *Urban Climate*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101888>
- Zhang, H, Ye. Yang, H., Liu, Y., Zhao, L., Zhao, Y., Chen, y Shan, L. (2024a). Long-term noise exposure and cause-specific mortality in chronic respiratory diseases, considering the modifying effect of air pollution. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 282. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116740>
- Zhang, Q., Cheng, H., Zhang, S., Li, Y., Li, Z., Ma, Ju. Y Liu, X. (2024b). Advancements and challenges in thermoregulating textiles: Smart clothing for enhanced personal thermal management. *Chemical Engineering Journal*, 488, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.151040>
- Zhang, Y., Qu, Ch, Chen, Z., Yao, J. y Xu, Y. (2024c). Ultra-sensitive strain sensor with film-nanowire double layers for health monitoring and smart clothing. *Sensors and Actuators A: Physical*, 375. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2024.115544>