Ciencia y Educación
(L-ISSN: 2790-8402 E-ISSN: 2707-3378)
Vol. 7 Núm. 12.1
Edición Especial XII 2026

ASOCIACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A CONTAMINANTES AMBIENTALES Y SÍNTOMAS RESPIRATORIOS EN TRABAJADORES VIALES DE PEAJE

ASSOCIATION BETWEEN OCCUPATIONAL EXPOSURE TO ENVIRONMENTAL POLLUTANTS AND RESPIRATORY SYMPTOMS IN TOLL ROAD WORKERS

Autores: [1]Diego Fernando Delgado Delgado, [2]Lisseth Francheska González Romero y [3]Janeth Fernanda Jiménez Rey.
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-5838-1499
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-3122-3843
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5176-2422
[1]E-mail de contacto: diegodelgadomd@gmail.com
[2]E-mail de contacto: lissethfgr0399@gmail.com
[3]E-mail de contacto: jjimenez@doc.unibe.edu.ec
Afiliación: [1*2*3*]Universidad Iberoamericana del Ecuador, (Ecuador).
Artículo recibido: 22 de Octubre del 2026.
Artículo revisado: 1 de Noviembre del 2026.
Artículo aprobado: 10 de Noviembre del 2026.
[1]Médico, egresado de la Universidad Técnica de Machala, (Ecuador) con 8 años de experiencia laboral. Maestrante de la Maestría en Salud y Seguridad Ocupacional de la Universidad Iberoamericana del Ecuador, (Ecuador).
[2]Médica, egresada de la Universidad Técnica de Machala, (Ecuador) con 1 año de experiencia laboral. Maestrante de la Maestría en Salud y Seguridad Ocupacional de la Universidad Iberoamericana del Ecuador, (Ecuador).
[3]Médica, egresada de la Universidad Técnica Particular de Loja, (Ecuador) 13 años de experiencia laboral. Magister en Seguridad, Salud Ocupacional y Relaciones Comunitarias egresada de la Universidad de Piura, (Perú). Magister en Ergonomía egresada de la Universidad de Concepción, (Chile). PhD. En Ciencias de la Salud Ocupacional egresada de la Universidad de Guadalajara, (México).

Resumen

El objetivo del trabajo presentado fue determinar la frecuencia de síntomas respiratorios crónicos (tos, flema, sibilancias y disnea) en los operadores viales de una estación de peaje de El Oro, Ecuador, y evaluar su asociación con la exposición ocupacional a contaminantes ambientales, estimada por la antigüedad en el puesto. Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, de corte transversal y con alcance analítico, con los 34 operadores de la estación. Los síntomas se identificaron mediante entrevista con el cuestionario de la División de Enfermedades Pulmonares de la Sociedad Torácica Americana, y las asociaciones se evaluaron con la prueba U de Mann-Whitney y la prueba exacta de Fisher, sin ajuste por otras variables debido al tamaño de la muestra; no se midieron las concentraciones de contaminantes en el aire. Once trabajadores (32,4%) presentaron al menos un síntoma respiratorio crónico, y los más frecuentes fueron las sibilancias y la tos habitual, con 23,5% cada una. Los trabajadores con síntomas tenían más tiempo en el cargo que los demás, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa. Todos los sintomáticos habían trabajado antes en empleos con mucho polvo, aunque esta relación tampoco resultó significativa. Basado en estos resultados, se concluye que la antigüedad en el puesto no se asoció de forma significativa con los síntomas, y que el tamaño de la muestra impide descartar una relación real. Estos hallazgos no permiten atribuir los síntomas a la exposición en la vía, por lo que se requieren mediciones ambientales, espirometría y muestras mayores.

Palabras clave: Trastornos respiratorios, Enfermedades respiratorias, Exposición profesional, Polvo, Material particulado, Contaminación por tráfico vehicular, Tráfico vial, Carreteras, Ecuador.

Abstract

The objective of the work presented was to determine the frequency of chronic respiratory symptoms (cough, phlegm, wheezing and dyspnea) in road operators at a toll station in El Oro, Ecuador, and evaluate their association with occupational exposure to environmental contaminants, estimated by seniority in the

position. A quantitative, observational, cross-sectional study with an analytical scope was carried out with the 34 station operators. Symptoms were identified by interview using the American Thoracic Society Division of Lung Diseases questionnaire, and associations were evaluated with the Mann-Whitney U test and Fisher's exact test, without adjustment for other variables due to sample size; concentrations of contaminants in the air were not measured. Eleven workers (32,4%) presented at least one chronic respiratory symptom, and the most common were wheezing and habitual cough, with 23,5% each. Workers with symptoms had been on the job longer than others, but the difference was not statistically significant. All of the symptomatic people had previously worked in jobs with a lot of dust, although this relationship was not significant either. Based on these results, it is concluded that seniority in the job was not significantly associated with symptoms, and that the sample size prevents ruling out a real relationship. These findings do not allow symptoms to be attributed to road exposure, which is why environmental measurements, spirometry and larger samples are required.

Keywords: Respiration disorders, Respiratory tract diseases, Occupational exposure, Dust, Particulate matter, Traffic-related pollution, Traffic, Roads, Ecuador.

Sumário

O objetivo do trabalho apresentado foi determinar a frequência de sintomas respiratórios crônicos (tosse, catarro, chiado no peito e dispneia) em operadores rodoviários de uma estação de pedágio em El Oro, Equador, e avaliar sua associação com a exposição ocupacional a contaminantes ambientais, estimada pela antiguidade no cargo. Foi realizado um estudo quantitativo, observacional, transversal e de abrangência analítica com os 34 operadores de estações. Os sintomas foram identificados por entrevista utilizando o questionário da American Thoracic Society Division of Lung Diseases, e as associações foram avaliadas pelo teste U de Mann-Whitney e teste exato de Fisher, sem ajuste para outras variáveis devido ao tamanho da amostra; as concentrações de contaminantes no ar não foram medidas. Onze trabalhadores (32,4%) apresentavam pelo menos um sintoma respiratório crônico, sendo os mais comuns sibilância e tosse habitual, com 23,5% cada. Os trabalhadores com sintomas estavam no trabalho há mais tempo do que outros, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. Todos os sintomáticos já haviam trabalhado em empregos com muita poeira, embora essa relação também não fosse significativa. Com base nestes resultados, conclui-se que a antiguidade no trabalho não se associou significativamente aos sintomas e que o tamanho da amostra impede a exclusão de um relacionamento real. Estes resultados não permitem atribuir sintomas à exposição rodoviária, razão pela qual são necessárias medições ambientais, espirometria e amostras maiores.

Palavras-chave: Transtornos respiratórios, Doenças respiratorias, Exposição ocupacional, Poeira, material particulado, Poluição relacionada com o tráfego, Trânsito viário, Estradas, Equador.

Introducción

En 2017 se registraron aproximadamente 2,78 millones de muertes a nivel mundial por eventos relacionados con el trabajo, se estimó que cerca del 30% se debió a trastornos del aparato respiratorio, y quienes trabajaban en presencia de polvo tenían hasta un 50% de probabilidad de presentar estos trastornos (Desye et al., 2025). Las enfermedades respiratorias de origen ocupacional constituyen un problema de salud pública mundial, con mucha relevancia en países en desarrollo debido a su gran impacto, enfermedades como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la hipertensión pulmonar, la silicosis, entre otras, son de gran preocupación en salud pública (Kumari et al., 2024). En América del Sur el crecimiento urbano es acelerado, y la ciudad de Quito en Ecuador es una muestra de ello, donde

se ha demostrado la presencia de metales tóxicos como el cromo, en concentraciones muy peligrosas para la salud (Zalakeviciute et al., 2020).

Según el boletín estadístico del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) publicado en 2018, en el Ecuador la exposición a factores de riesgo químico (gases, vapores, polvos, entre otros) representó el 1,5% de los casos reportados en ese período; el asma profesional representó el 0,2% del total de atenciones (IESS, 2018). Se conocen como contaminantes ambientales a las sustancias que se encuentran presentes en el aire respirable, y que tienen la capacidad de producir daño a los trabajadores expuestos al mismo (Giorgianni et al., 2024). Dentro de estos contaminantes está el polvo, definido como el conjunto de partículas secas pequeñas, que se incorporan a la atmósfera por diversos mecanismos entre ellos el aire (Ashuro et al., 2023).

En las carreteras urbanas el polvo tiene una composición heterogénea (con componentes orgánicos e inorgánicos, materiales biológicos, y minerales, entre otros), producto del desgaste de neumáticos, de la calzada, frenos, expulsión de gases por el sistema de escape, etc., y es potencialmente dañino para la salud (Almeida et al., 2026). Los metales acumulados en el polvo vial, como el plomo y el cadmio, son carcinógenos que dañan el sistema respiratorio (Truong et al., 2026). El material particulado asociado al tráfico (PM) con diámetro igual o inferior a 2,5 µm ($PM_{2.5}$) es una fracción del polvo respirable, y se consideran más peligrosas para la salud, en comparación con las partículas gruesas (Kumari et al., 2024; Kushwaha et al., 2026). Cuando estas se encuentran suspendidas en el aire y se inhalan, llegan a la región más distal del aparato respiratorio, donde ocurre el intercambio gaseoso, y donde el mecanismo de eliminación es menos eficiente que en el tracto respiratorio superior (Rusibamayila et al., 2018). La exposición a $PM_{2.5}$ afecta negativamente la salud, compromete la longevidad reduciendo los años de vida saludable de la población (Moura et al., 2026). Las PM_{10} (diámetro aerodinámico ≤10 µm) también conocidas como "fracción torácica" porque su tamaño les permite pasar a través de la laringe, y comúnmente se encuentran en el polvo de las carreteras urbanas (Beauchemin et al., 2021).

La mortalidad prematura asociada al carbón negro (BC por sus siglas en inglés) producto principalmente de la combustión del diésel, y a las partículas ultrafinas (UFP) originadas sobre todo en procesos de combustión, generó gran preocupación en los últimos años (Nazneen et al., 2024). Las UFP son partículas ultrafinas con un diámetro inferior a 100 nm, se encuentran con frecuencia en el aire urbano, de forma individual o agregada (Leikauf et al., 2020). Su exposición se asoció con diversas enfermedades cardiovasculares y respiratorias, se señaló que podía contribuir al desarrollo de cáncer y aumentar el riesgo de mortalidad (Zhang et al., 2024).

La exposición a estos contaminantes a nivel respiratorio activa una respuesta inflamatoria, lo que se manifiesta con síntomas respiratorios (tos, flema, disnea, dolor torácico, sibilancias, entre otros), y puede desencadenar enfermedades como asma, trastornos obstructivos crónicos, hipertensión pulmonar, entre otros (Desye et al., 2025). Estudios previos demostraron que la exposición de los trabajadores de transporte en autopistas a una atmósfera contaminada por PM, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, se asoció con complicaciones respiratorias como asma, EPOC, y neumonía crónica; sin embargo, aún

es necesario explorar con mayor detalle los riesgos específicos a los que se exponen en este medio (Srisantyorini et al., 2025).

Se ha estudiado la exposición a material particulado y gases en trabajadores de estaciones de peaje (Nazneen et al., 2024) y los niveles de carboxihemoglobina en cobradores de una estación de Guayaquil (Montes et al., 2023); sin embargo, no se encontraron estudios sobre síntomas respiratorios en operadores viales de peaje en Ecuador. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la prevalencia de síntomas respiratorios crónicos (tos, flema, sibilancias y disnea) y evaluar su asociación con la exposición ocupacional a contaminantes ambientales, estimada por la antigüedad en el puesto, en operadores viales de una estación de peaje de El Oro, Ecuador. Con ello se buscó aportar evidencia preliminar para la vigilancia de la salud respiratoria de estos trabajadores.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio cuantitativo con diseño observacional, de corte transversal y con alcance analítico. Este diseño permitió medir de manera simultánea los factores de exposición ocupacional y la sintomatología respiratoria en la población de estudio en un punto específico del tiempo, lo que posibilitó estimar la prevalencia y explorar asociaciones entre variables, aunque no permitió establecer relaciones de causalidad directa debido a la medición única propia de este tipo de diseños.

La población de estudio estuvo conformada por operadores viales de una estación de peaje de la provincia de El Oro - Ecuador, cuyas funciones correspondían a inspector de seguridad vial, operador de carro taller, operador de grúa planchón, operador de grúa gancho, operador de ambulancia y chofer de vehículos de operación, quienes desempeñaban sus funciones dentro de la vía Panamericana E25. La E25 se caracterizaba por ser de alta capacidad interurbana, con velocidades de hasta 120 km/h, y su alta circulación funcional, cuyo tráfico diario anual fue de aproximadamente 56.107 vehículos (Morán Condoy, 2023).

Se trabajó con la totalidad de la población accesible; se invitó a participar a todos los operadores viales de la estación de peaje (N = 34); los 34 cumplieron los criterios de selección y conformaron la muestra final (100% de respuesta). Criterios de inclusión: trabajadores activos de la estación de peaje, que desempeñaban sus funciones a lo largo del corredor vial, que ocupaban alguno de los cargos antes mencionados, que tenían una antigüedad mínima de 6 meses en el cargo, que eran mayores de 18 años de edad, que estaban dispuestos a responder el cuestionario. Se aplicaron criterios de exclusión estrictos para evitar sesgos, dejando fuera a quienes presentaron enfermedad respiratoria aguda al momento de la entrevista, al personal administrativo o con funciones que no implicaban exposición directa al corredor vial, trabajadoras embarazadas, negativa a responder las preguntas del cuestionario.

La recolección de datos se realizó mediante el cuestionario de la División de Enfermedades Pulmonares de la Sociedad Torácica Americana (ATS-DLD-78-A por sus siglas en inglés), que permite identificar síntomas respiratorios como tos, flema, disnea, y sibilancias (Abbasi et al., 2012; Ferris, 1978). El Consejo Británico de Investigación Médica (British Medical Research Council) demostró su eficacia para la recopilación de datos de enfermedades crónica respiratorias (Nkosi & Voyi, 2016). Además, resultó superior al cuestionario del MRC, y al desarrollado por el Instituto Nacional del

Corazón, los Pulmones y la Sangre (National Heart, Lung, and Blood Institute) en 1972, porque recopila datos más detallados, de eventos históricos, y su redundancia mejora su validez (Comstock et al., 1979). Su validez se demostró al comparar los volúmenes pulmonares medidos con los síntomas identificados mediante el formulario ATS-DLD-78-A, por lo que es una herramienta adecuada para el cribado de enfermedades respiratorias crónicas (Abbasi et al., 2012).

Se utilizó el cuestionario ATS-DLD-78-A en su versión original en inglés, traducido al español por los autores para su aplicación mediante entrevista. La traducción no fue sometida a un proceso formal de adaptación transcultural ni de validación en población hispanohablante. El cuestionario se aplicó mediante entrevista directa en el lugar de trabajo de los participantes, con el fin de minimizar errores de interpretación. Previamente, se informó verbalmente a cada trabajador sobre el objetivo del estudio, el carácter voluntario de su participación y la confidencialidad de sus respuestas. La aceptación de responder el cuestionario se consideró como expresión de su voluntad de participar. Las entrevistas se realizaron de forma individual, no se recolectaron datos que permitieran identificar a los participantes, y los resultados se presentaron de forma agregada.

La variable dependiente fue la presencia de al menos un síntoma respiratorio crónico (vulnerabilidad respiratoria), definida según los criterios del cuestionario ATS-DLD-78-A. En el caso de la tos y la flema, se exigió que estuvieran presentes la mayoría de los días igual o mayor a 3 meses al año; para las sibilancias y la disnea se aplicaron los criterios del propio cuestionario. Además de este resultado global, cada síntoma se analizó por separado para identificar el más frecuente. La variable independiente fue la exposición ocupacional a contaminantes ambientales, que se estimó de forma indirecta mediante la antigüedad en el puesto (en años), y se analizó como variable continua. No se midieron concentraciones de los contaminantes ambientales en el puesto de trabajo.

De forma complementaria, la antigüedad en el puesto se dicotomizó tomando como punto de corte la mediana de la muestra (4 años), con el fin de comparar a los trabajadores con cuatro años o menos de permanencia frente a quienes superaban ese tiempo. A partir de las preguntas de historia laboral del cuestionario se registró, además, la exposición ocupacional previa al ingreso a la estación de peaje, tanto a polvos (haber trabajado un año o más en empleos con alta presencia de polvo) como a gases o vapores químicos.

Se consideraron como variables de confusión: las características sociodemográficas, las características antropométricas, los factores de protección laboral, las comorbilidades relevantes, la exposición ambiental no ocupacional, y el consumo de tabaco. Para el análisis estadístico se empleó el programa IBM SPSS Statistics. Las variables cuantitativas se describieron con media y desviación estándar o con mediana y rango intercuartílico, junto con los valores mínimo y máximo, y las cualitativas con frecuencias absolutas y porcentajes. La prevalencia de vulnerabilidad respiratoria global se presentó con su intervalo de confianza del 95% (calculado mediante el método de Wilson).

Debido al tamaño de la muestra, la antigüedad en el puesto se comparó entre trabajadores con y sin vulnerabilidad mediante la prueba U de Mann-Whitney, y las asociaciones entre

variables categóricas se evaluaron con la prueba exacta de Fisher; la magnitud de la asociación se expresó como odds ratio (OR) con su intervalo de confianza del 95%. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$ bilateral. Dado el número reducido de participantes y de casos (n = 11), no se ajustaron modelos multivariantes, por lo que las asociaciones se presentan sin ajustar. Por último, la consistencia interna del cuestionario se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach. La recolección de datos se llevó a cabo en septiembre de 2026.

Resultados y Discusión

Participaron los 34 operadores viales de la estación de peaje, lo que representó una tasa de respuesta del 100%. La edad media fue de 34,06 años (*DE* = 7,24; mediana = 33,00; rango = 23–58) y la permanencia en el cargo tuvo una media de 4,18 años (*DE* = 2,51), con una mediana de 4,00 años (RIC = 2,00–7,00) y valores entre 0 y 8 años. Según la función desempeñada, predominaron los operadores de ambulancia (n = 8; 23,5%) y de carro taller (n = 7; 20,6%), seguidos por los operadores de grúa planchón y los inspectores de seguridad vial (n = 6 en cada caso; 17,6%), los operadores de grúa gancho (n = 5; 14,7%) y los choferes de vehículos de operación (n = 2; 5,9%) (Tabla 1).

Tabla 1. *Características sociodemográficas y de exposición laboral*

Variable / Categoría	Estadístico / n	%
Edad (años)		
Media (*DE*)	34,06 (7,24)	—
Mediana [RIC]	33,00 [29,00 – 36,50]	—
Mínimo – Máximo	23 – 58	—
Tiempo de permanencia en el cargo (años)		
Media (*DE*)	4,18 (2,51)	—
Mediana [RIC]	4,00 [2,00 – 7,00]	—
Mínimo – Máximo	0,00 – 8,00	—
Puesto de trabajo / Cargo		
Operador de ambulancia	8	23,5
Operador de carro taller	7	20,6
Operador de grúa planchón	6	17,6
Inspector de seguridad vial	6	17,6
Operador de grúa gancho	5	14,7
Chofer de vehículos de operación	2	5,9

Fuente: Elaboración propia.

Once de los 34 trabajadores presentaron al menos un síntoma respiratorio crónico y se clasificaron como vulnerables, lo que corresponde a una prevalencia de vulnerabilidad respiratoria global del 32,4% (IC 95%: 19,1–49,2); los 23 restantes (67,6%) no refirieron síntomas crónicos (Tabla 2). Los síntomas más frecuentes fueron las sibilancias y la tos habitual, con ocho casos cada uno (23,5%), seguidos de la flema habitual y de los resfriados que descienden al pecho (n = 7; 20,6% en ambos casos) y de los episodios agudos de aumento de la tos y la flema de tres semanas o más (n = 6; 17,6%). Al considerar la cronicidad, la flema crónica y los ataques de sibilancias acompañados de disnea se

registraron en cinco trabajadores cada uno (14,7%), mientras que la tos crónica apareció en 2 (5,9%). Ningún participante refirió disnea al caminar rápido o subir pendientes ligeras.

Tabla 2. *Prevalencia de sintomatología respiratoria y vulnerabilidad global en operadores viales*

Síntoma o condición respiratoria	*n*	%
Tos		
Tos habitual	8	23,5
Tos al levantarse por la mañana	4	11,8
Tos crónica (≥ 3 meses consecutivos al año)	2	5,9
Expectoración o flema		
Expectoración o flema habitual	7	20,6
Flema matutina	5	14,7
Flema crónica (≥ 3 meses consecutivos al año)	5	14,7
Episodios agudos de aumento de la tos y la flema (≥ 3 semanas)	6	17,6
Sibilancias y dificultad respiratoria		
Sibilancias o silbidos en el pecho	8	23,5
Ataques de sibilancias asociados a disnea	5	14,7
Disnea al caminar rápido o subir pendientes ligeras	0	0,0
Otra afección respiratoria		
Resfriados que descienden al pecho	7	20,6
Vulnerabilidad respiratoria global		
Vulnerable (al menos un síntoma respiratorio crónico)	11	32,4
No vulnerable (sin síntomas respiratorios crónicos)	23	67,6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. *Asociación entre el tiempo de exposición laboral y la vulnerabilidad respiratoria en operadores viales*

Variable	Vulnerables (*n* = 11)	No vulnerables (*n* = 23)	Estadístico	*p*	OR (IC 95%)
Tiempo en el cargo (años)					
Mediana [RIC]	6,00 [2,00–7,00]	4,00 [2,00–6,00]	U = 115,00	,681[a]	—
Media (*DE*)	4,55 (2,96)	4,04 (2,25)	—	—	—
Tiempo en el cargo por categorías, *n* (%)					
≤ 4 años	5 (45,5%)	15 (65,2%)	—	,458[b]	Referencia
> 4 años	6 (54,5%)	8 (34,8%)	—		2,25 (0,52–9,73)

Fuente: Elaboración propia.

Los trabajadores vulnerables tuvieron una mediana de permanencia en el cargo mayor (6,00 años; RIC = 2,00–7,00) que los no vulnerables (4,00 años; RIC = 2,00–6,00), con medias de 4,55 (*DE* = 2,96) y 4,04 años (*DE* = 2,25), respectivamente; sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa (U = 115,00; p = 0,681). Al dicotomizar la antigüedad en 4 años, el 54,5% (n = 6) de los trabajadores vulnerables superaba ese umbral frente al 34,8% (n = 8) de los no vulnerables. Quienes llevaban más de cuatro años en el cargo presentaron un OR de 2,25 para la vulnerabilidad respiratoria, pero con un intervalo de confianza amplio que incluyó la unidad (IC 95%: 0,52–9,73; p = 0,458) (Tabla 3). La mayoría de los trabajadores (31 de 34; 91,2%) había laborado un año o más en empleos con alta presencia de polvo antes de ingresar a la estación de peaje. Este antecedente estuvo presente en los 11 trabajadores vulnerables (100%) y en 20 de los 23 no vulnerables

(87,0%); los tres trabajadores sin exposición previa a polvos no presentaron síntomas crónicos. La prevalencia de vulnerabilidad fue así del 35,5% (11 de 31) entre los expuestos y del 0% (0 de 3) entre los no expuestos, diferencia que no alcanzó significancia estadística (prueba exacta de Fisher, $p = 0,535$) y para la cual no fue posible estimar un OR por la existencia de una celda sin casos (Tabla 4).

La exposición previa a gases o vapores químicos fue más frecuente entre los trabajadores vulnerables (54,5%; $n = 6$) que entre los no vulnerables (30,4%; $n = 7$). Los trabajadores con este antecedente tuvieron un OR de 2,74 de presentar sintomatología respiratoria crónica, con un intervalo de confianza muy amplio y sin significancia estadística (IC 95%: 0,63–12,02; $p = 0,262$).

Tabla 4. *Asociación entre la exposición ocupacional previa a polvos y a gases o vapores químicos y la vulnerabilidad respiratoria.*

Variable	Vulnerables ($n = 11$)	No vulnerables ($n = 23$)	p	OR (IC 95%)
Exposición previa a polvos				
Sin exposición	0 (0,0%)	3 (13,0%)	,535	Referencia
Con exposición	11 (100,0%)	20 (87,0%)		No estimable
Exposición previa a gases o vapores químicos				
Sin exposición	5 (45,5%)	16 (69,6%)	,262	Referencia
Con exposición	6 (54,5%)	7 (30,4%)		2,74 (0,63–12,02)

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente alfa de Cronbach del cuestionario ATS-DLD-78-A fue de 0,694, lo que indica una consistencia interna moderada, cercana al valor de 0,70 habitualmente aceptado para instrumentos de tamizaje. Aproximadamente uno de cada tres operadores viales (32,4%) refirió al menos un síntoma respiratorio crónico. Esta cifra queda por debajo de las prevalencias documentadas en estudios de trabajadores expuestos a polvo y contaminación: 47,35% en países de ingresos bajos y medios, con estudios individuales que fueron desde 14,83% hasta 70,3% (Desye et al., 2025), y 54,96% en trabajadores etíopes en ambientes polvorientos (Ashuro et al., 2023).

Es conveniente no forzar la comparación, debido a que, aquellas revisiones reúnen oficios, exposiciones y definiciones de síntoma muy distintos, y en este estudio se exigió cronicidad según los criterios del ATS-DLD-78-A. Además, los operadores eran jóvenes (34 años de media) y con pocos años en el puesto, de manera que, una prevalencia inferior no es sorprendente, pero tampoco tranquilizante. El estudio de Kumari et al. (2024) también empleó el cuestionario ATS-DLD-78-A, en 390 trabajadores en un ambiente con cargas de polvo difícilmente comparables a las de una vía. Allí la tos crónica fue de 12,3%, la flema crónica de 10,8% y las sibilancias de 9,2%.

En nuestro estudio, la tos crónica fue menos frecuente (5,9%) y la flema crónica algo más (14,7%), pero lo que llama la atención son las sibilancias, que alcanzaron 23,5% y fueron, junto con la tos habitual, el síntoma más referido; cinco trabajadores (14,7%) las asociaron además con crisis de falta de aire. Posiblemente esta categoría recoja también episodios ocasionales, y la muestra es pequeña, así que la diferencia debe leerse con cautela. Aun así, el patrón de sibilancias frecuentes, sin disnea al esfuerzo, en trabajadores jóvenes

podría ser compatible con hiperreactividad bronquial, pero este diseño no permite confirmarlo y requeriría espirometría. Eso podría deberse al mecanismo descrito para las partículas finas y ultrafinas del tráfico, que desencadenan una respuesta inflamatoria en el aparato respiratorio (Leikauf et al., 2020; Zhang et al., 2024). Sin embargo, sin una espirometría, esta lectura sigue siendo una hipótesis.

No se realizó la medición de la exposición a partículas y gases, siendo el principal obstáculo para interpretar los síntomas, pero hay motivos para pensar que no es una exposición trivial. En una estación de peaje de Guayaquil se encontraron niveles de carboxihemoglobina por encima de los permitidos en los cobradores (Montes et al., 2023), y en estaciones de peaje de una autopista de la India se estimó para los trabajadores un riesgo para la salud superior al aceptable por la exposición a material particulado, carbono negro y partículas ultrafinas (Nazneen et al., 2024). Considerando también que, el polvo de las vías urbanas está compuesto por partículas del desgaste de neumáticos, frenos y calzada y metales como el plomo y el cadmio (Almeida et al., 2026; Truong et al., 2026), y la presencia ya descrita en Ecuador de metales tóxicos en niveles elevados (Zalakeviciute et al., 2020). Los operadores de nuestro estudio trabajan a lo largo de la vía Panamericana E25, por lo que es razonable suponer la existencia de una mezcla de contaminantes parecida, aunque su magnitud real en este tramo se desconoce.

La antigüedad en el cargo, que se usó como medida indirecta de exposición, no se asoció de forma significativa con los síntomas. Los trabajadores vulnerables llevaban más tiempo en el cargo (mediana de 6 frente a 4 años) y quienes superaban los cuatro años tenían más del doble de probabilidad de ser vulnerables (OR = 2,25), pero el intervalo de confianza, de 0,52 a 9,73, es compatible tanto con una asociación nula como con una muy fuerte. Con 34 trabajadores y 11 casos, el estudio tenía poco poder para detectar diferencias moderadas, y un resultado no significativo no equivale a ausencia de efecto. El rango de antigüedad fue estrecho (de 0 a 8 años), quizá insuficiente para que aparezcan efectos acumulativos, y los años en el puesto no distinguen entre cargos con tareas y tiempos en la vía distintos. Tampoco puede descartarse un efecto del trabajador sano, es decir, que quienes enfermaron ya hubieran dejado el puesto, algo que un diseño transversal no permite evaluar.

Un dato para destacar es la historia laboral previa. Treinta y uno de los 34 trabajadores había trabajado un año o más en empleos con mucho polvo antes de ingresar a la estación; entre ellos estaban los 11 que presentaban síntomas crónicos, mientras que ninguno de los tres sin ese antecedente los tenía. Aunque la diferencia no fue significativa (p = 0,535), el número reducido de trabajadores sin exposición previa limita la comparación. Queda por esclarecer si este antecedente pesa más que el trabajo actual o si es solo un rasgo común de esta población. A pesar de esto, encaja con lo que describen los metaanálisis en trabajadores expuestos a polvo, donde la exposición ocupacional se acompaña de una alta frecuencia de síntomas respiratorios (Ashuro et al., 2023), y sugiere que los síntomas actuales podrían reflejar exposiciones acumuladas a lo largo de toda la vida laboral y no solo las de la vía. Con los gases y vapores químicos previos ocurrió algo parecido, pero con más imprecisión (OR = 2,74; IC 95%: 0,63–12,02). Por eso la historia ocupacional previa debería recogerse de forma sistemática en estos trabajadores y considerarse como posible factor de confusión en estudios posteriores. Otro punto que no se pudo explorar

es el componente alérgico. En trabajadores de peaje de una autopista italiana se estudió la sensibilización alérgica y la presencia de enfermedades alérgicas respiratorias y cutáneas frente a empleados de oficina, y entre los factores que contribuyeron estuvieron la edad y el tabaquismo (Giorgianni et al., 2024). Como las sibilancias fueron el síntoma más frecuente en nuestra serie, sería razonable valorar la sensibilización alérgica de los trabajadores sintomáticos mediante pruebas de IgE, además de la espirometría, para distinguir un origen irritativo de uno alérgico.

Queda un punto que tiene que ver con el registro. El boletín estadístico del IESS de 2018 recogió que la exposición a factores de riesgo químico (gases, vapores, polvos, entre otros) representó el 1,5% de los casos reportados y el asma profesional el 0,2% de las atenciones (IESS, 2018). Los síntomas que aquí se midieron no son enfermedades diagnosticadas y las cifras no son comparables, pero que un tercio de un grupo pequeño de trabajadores refiera síntomas crónicos sugiere que lo que llega a los registros oficiales puede ser solo una parte de lo que ocurre.

Por tratarse de una población pequeña y de una sola estación de peaje, el estudio fue exploratorio y sus resultados no deben generalizarse a otras estaciones ni a otros trabajadores viales. A cambio, se incluyó a todos los operadores y la participación fue total. El diseño transversal no permite saber si la exposición precedió al síntoma. La exposición se estimó solo por la antigüedad, sin mediciones de material particulado o gases, y la exposición previa fue autorreferida, con el riesgo de sesgo de memoria que eso supone. Los síntomas se obtuvieron por cuestionario, sin espirometría ni examen clínico. El ATS-DLD-78-A cuenta con respaldo como herramienta de cribado (Abbasi et al., 2012; Comstock et al., 1979; Nkosi & Voyi, 2016), si bien este respaldo corresponde a la versión original en inglés, y la traducción empleada en este estudio no fue validada formalmente. Pero en esta muestra su consistencia interna fue moderada (alfa de Cronbach = 0,694), un valor estimado con apenas 34 personas. Por último, el tamaño muestral impidió ajustar por tabaquismo u otras exposiciones no ocupacionales, que en trabajadores de peaje se han relacionado con enfermedad alérgica y respiratoria (Giorgianni et al., 2024), por lo que no puede descartarse confusión residual. Estos resultados ofrecen un primer punto de referencia en un grupo del que no se encontraron datos previos sobre síntomas respiratorios en Ecuador, y sirven para orientar estudios con mayor tamaño y mediciones directas.

Conclusiones

En este estudio la antigüedad en el puesto, empleada como medida indirecta de exposición, no se asoció de forma significativa con los síntomas, a pesar de que los datos apuntaron en esa dirección y la muestra fue demasiado pequeña para descartar una relación real. Todos los trabajadores sintomáticos habían trabajado antes en empleos con mucho polvo, un antecedente que merece registrarse y estudiarse con más detalle. Estos resultados no permiten atribuir los síntomas a la exposición en la vía; para ello hacen falta mediciones ambientales, espirometría y muestras mayores. Con esa cautela se plantean las siguientes recomendaciones:

Primero, medir antes de intervenir. En esta estación convendría realizar mediciones ambientales y personales de material particulado, monóxido de carbono y otros gases de combustión, en línea con la gestión de riesgos que el Instrumento Andino de Seguridad

y Salud en el Trabajo exige en todo lugar de trabajo (Comunidad Andina, 2004, 2005). Segundo, controlar la exposición siguiendo la jerarquía de controles del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Para estos trabajadores eso significa dar prioridad a medidas organizativas, como limitar el tiempo de permanencia en los tramos de mayor tráfico y rotar las tareas, antes de apoyarse solo en la protección respiratoria.

Tercero, si se emplean respiradores, hacerlo dentro de un programa formal. La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) en la norma 29 CFR 1910.134 exige un programa escrito, los respiradores deben ser certificados por el NIOSH y seleccionados según el contaminante: filtros de partículas (mínimo N95; P95 o P100 si hay fracción aceitosa) para el material particulado, y cartuchos específicos para gases y vapores, evaluación médica previa al uso, prueba de ajuste inicial y anual, capacitación anual y evaluación periódica del programa (OSHA, 2026).

Cuarto, mantener una vigilancia médica periódica. Para la espirometría, la OSHA y el NIOSH señalan que, cuando no hay una norma específica para la sustancia, suele recomendarse realizarla de forma periódica y que puede hacerse con mayor o menor frecuencia según los cambios que se quieran vigilar (OSHA & NIOSH, 2011). Se recomienda determinar la carboxihemoglobina al final de la jornada, con un valor de referencia de 3,5% para no fumadores (American Conference of Governmental Industrial Hygienists [ACGIH], 2023; García Rosolen et al., 2022). Se sugiere integrarla al examen periódico anual en personal asintomático y semestral en operadores con antecedentes de vulnerabilidad respiratoria o alta permanencia en áreas de exposición a contaminantes ambientales (García et al., 2022). Quinto, definir qué incluye cada control: un cuestionario respiratorio estandarizado, y una espirometría de calidad, con técnicos y equipos validados y calibrados (OSHA y NIOSH, 2011). La historia laboral previa, incluida la exposición a polvos y gases, debería registrarse en la historia médica ocupacional. Por último, como recomendación de los autores, y no de un organismo oficial, futuros estudios deberían incluir más estaciones y más trabajadores, mediciones de exposición personal, espirometría y análisis ajustados por tabaquismo y exposiciones previas.

Referencias

Abbasi, I., Ahsan, A., & Nafees, A. (2012). Correlation of respiratory symptoms and spirometric lung patterns in a rural community setting, Sindh, Pakistan: A cross sectional survey. *BMC Pulmonary Medicine, 12*, 81. https://doi.org/10.1186/1471-2466-12-81

Almeida, L., Rocha, F., Pereira, A., Sequeira, C., & Candeias, C. (2026). Multi-hazard exposure in public schools of a medium-sized city: Outdoor road dust contamination, and indoor Rn risk. *Environmental Geochemistry and Health, 48*(10), 423. https://doi.org/10.1007/s10653-026-03313-6

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2023). *2023 TLVs and BEIs: Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices.*

Ashuro, Z., Hareru, H., Soboksa, N., Abaya, S. W., & Zele, Y. (2023). Occupational exposure to dust and respiratory symptoms among Ethiopian factory workers: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE, 18*(7), e0284551. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284551

Beauchemin, S., Levesque, C., Wiseman, C. L. S., & Rasmussen, P. E. (2021). Quantification and characterization of metals in ultrafine road dust particles. *Atmosphere,*

12(12), 1564. https://doi.org/10.3390/atmos12121564

Comstock, G., Tockman, M., Helsing, K., & Hennesy, K. (1979). Standardized respiratory questionnaires: Comparison of the old with the new. *The American Review of Respiratory Disease, 119*(1), 45–53. https://doi.org/10.1164/arrd.1979.119.1.45

Comunidad Andina. (2004). *Decisión 584: Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.* Registro Oficial, Suplemento n.º 461, 15 de noviembre de 2004. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento_Decisi%C3%B3n-Acuerdo-Cartagena-584.pdf

Comunidad Andina. (2005). *Resolución 957. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.* Secretaría General de la Comunidad Andina. https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/instrumento-andino-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo.pdf

Desye, B., Geto, A., Berhanu, L., Daba, C., & Berihun, G. (2025). Occupational respiratory symptoms and associated factors among street sweepers in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE, 20*(4), e0320237. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0320237

Ferris, B. (1978). Epidemiology Standardization Project (American Thoracic Society). *American Review of Respiratory Disease, 118*(6), 1–120.

García, N., Zuanich, C., Aranda, M., Giardina, D., Urruty, A., & Fernández, M. (2022). Carboxihemoglobinemia como hallazgo de laboratorio en un paciente ambulatorio. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, 56*(2), 195–202. https://www.scielo.org.ar/pdf/abcl/v56n2/0325-2957-abcl-56-2-10.pdf

Giorgianni, C., Martino, G., Brunetto, S., Buta, F., Lund, T., Tonacci, A., Gangemi, S., & Ricciardi, L. (2024). Allergic sensitization and psychosomatic involvement in outdoor and indoor workers: A preliminary and explorative survey of motorway toll collectors and office employees. *Healthcare, 12*(14), 1429. https://doi.org/10.3390/healthcare12141429

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2018). *Seguro general de riesgos del trabajo: Boletín estadístico*. https://www.iess.gob.ec/documents/10162/51889/Boletin_estadistico_2018_nov_dic.pdf

Kumari, P., Poudel, L., Chaudhary, L., & Choulagai, B. (2024). Prevalence and associated factors of respiratory symptoms and illnesses among brick kiln workers in Nepal: A cross-sectional study. *Environmental and Occupational Health Practice, 6*(1), Article 2024-0003-OA. https://doi.org/10.1539/eohp.2024-0003-oa

Kushwaha, V., Upadhyay, M., & Sharma, A. K. (2026). Road dust emission assessment and elemental characterization in a non-attainment city: A case study of Ujjain, Madhya Pradesh, India. *Environmental Monitoring and Assessment, 198*(7), 752. https://doi.org/10.1007/s10661-026-15603-8

Leikauf, G. D., Kim, S. H., & Jang, A. S. (2020). Mechanisms of ultrafine particle-induced respiratory health effects. *Experimental & Molecular Medicine, 52*(3), 329–337. https://doi.org/10.1038/s12276-020-0394-0

Montes, M. K., Moreira, M. E., & Howland, I. (2023). Carbon monoxide levels in workers at the Cerro de Guayabal Toll Booth, Ecuador. *Journal of Advances Education, Sciences and Humanities, 1*(2), 13–18. https://doi.org/10.5281/zenodo.14602145

Morán Condoy, A. P. (2023). *Propuesta de uso de carriles inteligentes de velocidad en la vía Panamericana E25, tramo que une a las provincias de Guayas y El Oro para una movilidad sostenible e innovadora* [Trabajo de titulación, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil]. https://biblioteca.uteg.edu.ec/xmlui/handle/123456789/1998

Moura, P., Carvalho, L., P., Salis, L., Paez, M., Alves, M., Maia, L., Santos, R. & Silva, N. (2026). Impact of $PM_{2.5}$ air pollution on mortality from circulatory system diseases in

the neighborhoods of the city of Rio de Janeiro (2000–2019). *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 123*(1), e20250459. https://doi.org/10.36660/abc.20250459

Nazneen, Patra, A. K., Kolluru, S. S. R., Penchala, A., Kumar, S., Mishra, N., Sree, N. B., Santra, S., & Dubey, R. (2024). Assessment of seasonal variability of PM, BC and UFP levels at a highway toll stations and their associated health risks. *Environmental Research, 245*, Article 118028. https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.118028

Nkosi, V., & Voyi, K. (2016). Reliability of an adult respiratory symptom questionnaire in a community located near a mine dump in South Africa: Pilot study. *Southern African Journal of Infectious Diseases, 31*(3), 103–105. https://doi.org/10.4102/sajid.v31i3.85

Occupational Safety and Health Administration. (2026). *Respiratory protection* (29 CFR 1910.134). https://www.ecfr.gov/current/title-29/subtitle-B/chapter-XVII/part-1910/subpart-I/section-1910.134

Occupational Safety and Health Administration, & National Institute for Occupational Safety and Health. (2011). *Spirometry testing in occupational health programs* (OSHA 3415-1-11). https://www.osha.gov/Publications/osha3415.pdf

Rusibamayila, M., Meshi, E., & Mamuya, S. (2018). Respiratory impairment and personal respirable dust exposure among the underground and open cast gold miners in Tanzania. *Annals of Global Health, 84*(3), 419–428. https://doi.org/10.29024/aogh.2323

Srisantyorini, T., Wahyuni, T., & Emilia. (2025). The relationship between urban air pollution exposure and the risk of respiratory disorders in road transport workers. *The Journal of Academic Science, 2*(9), 2133–2142. https://doi.org/10.59613/t17kf655

Truong, M. T., Haselden, C. T., Tuan, A. C., & Richardson, J. B. (2026). Tracing spatial mid-size Eastern U.S. cities road dust pollution: Insights from source apportionment and health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research, 33*(21), 10936–10953. https://doi.org/10.1007/s11356-026-38034-x

Zalakeviciute, R., Rybarczyk, Y., Granda-Albuja, M. G., Diaz Suarez, M. V., & Alexandrino, K. (2020). Chemical characterization of urban PM_{10} in the Tropical Andes. *Atmospheric Pollution Research, 11*(2), 343–356. https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.11.007

Zhang, J., Chen, Z., Shan, D., Wu, Y., Zhao, Y., Li, C., Shu, Y., Linghu, X., & Wang, B. (2024). Adverse effects of exposure to fine particles and ultrafine particles in the environment on different organs of organisms. *Journal of Environmental Sciences, 135*, 449–473. https://doi.org/10.1016/j.jes.2022.08.013

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Diego Fernando Delgado Delgado, Lisseth Francheska González Romero y Janeth Fernanda Jiménez Rey.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo

Contribución de los autores (Taxonomía CRediT)

Diego Fernando Delgado Delgado: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Lisseth Francheska González Romero: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos.

Janeth Fernanda Jiménez Rey: provisión de recursos académicos y materiales para el desarrollo del estudio, apoyo en la administración del proyecto investigativo y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.

Declaración de financiamiento

La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.

Declaración del editor

El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.

Declaración de los revisores

Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.

Declaración ética de la investigación

Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.

Disponibilidad de datos

Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.