



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

PREVALENCIA DE ALTERACIONES ESPIROMÉTRICAS EN TRABAJADORES DE SOLDADURA DEL RAMO PETROLERO

**PREVALENCE OF SPIROMETRIC ABNORMALITIES
IN WELDING WORKERS IN THE OIL INDUSTRY**

Blanca del Carmen García Aguilar
Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Laura María Leal Morales
Instituto Mexicano del Seguro Social, México

Argeo Romero Vázquez
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1.22179

Prevalencia de Alteraciones Espirométricas en Trabajadores de Soldadura del Ramo Petrolero

Blanca del Carmen García Aguilar¹dra.blanca.83@gmail.com<https://orcid.org/0009-0003-3738-3535>Instituto Mexicano del Seguro Social
México**Laura María Leal Morales 2**laura.leal@imss.gob.mx<https://orcid.org/0009-0000-5854-9707>Instituto Mexicano del Seguro Social
México**Argeo Romero Vázquez 2**argeo.romero@ujat.mx<https://orcid.org/0000-0002-9444-4889>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México

RESUMEN

Introducción: Los soldadores representan cerca del 1% de la fuerza laboral en las industrias. Estudios epidemiológicos han demostrado que un gran número de soldadores padecen algún tipo de enfermedad respiratoria, con porcentajes que van de 20-30%. Las actividades laborales relacionadas con la soldadura exponen a los trabajadores a una variedad de riesgos derivados de la emanación de humos metálicos, gases tóxicos, polvos y otros contaminantes. **Objetivo:** Determinar la prevalencia de alteraciones espirométricas en trabajadores de soldadura del ramo petrolero. **Material y métodos:** Se realizó un estudio con diseño observacional, transversal y analítico en trabajadores de la industria petrolera con actividades de soldadura. Se aplicaron espirometrías a 71 trabajadores. Previo a la aplicación de cada espirometría, se proporcionó un consentimiento informado y un cuestionario estructurado a cada trabajador. Para el análisis estadístico, la información recolectada fue organizada en tablas, empleando medidas de resumen y tendencia central, se calculó como medida de fuerza de asociación la razón de posibilidad (OR) con su correspondiente intervalo de confianza del 95% (IC 95%), rechazando la hipótesis nula para una $p < 0.05\%$. se utilizó la Chi-cuadrada de Pearson para evaluar la diferencia entre variables y el test exacto de Fisher cuando se presentaron frecuencias bajas en algunas modalidades. **Resultados:** El 26.8% presentó alteraciones espirométricas. Los patrones más frecuentes fueron obstrucción moderada (16.9%) y restricción leve (4.2%). El IMC promedio fue 31.0, con predominio de obesidad (57.7%). En la asociación de variables, solo el índice de masa corporal elevado mostró relación significativa con alteraciones espirométricas ($p = 0.02$). **Conclusión:** El estudio evidenció que, una proporción significativa mostró alteraciones obstructivas leves y moderadas, asociadas de forma significativa al IMC. Destaca la necesidad de vigilancia periódica y prevención con protección respiratoria.

Palabras clave: soldadura, espirometría; enfermedad ocupacional, alteraciones espirométricas

¹ Autor principal.

Correspondencia: dra.blanca.83@gmail.com

Prevalence of Spirometric Abnormalities in Welding Workers in the Oil Industry

ABSTRACT

Introduction: Welders represent approximately 1% of the industrial workforce. Epidemiological studies have shown that a large number of welders suffer from some type of respiratory illness, with percentages ranging from 20-30%. Welding-related work activities expose workers to a variety of risks derived from the emission of metal fumes, toxic gases, dust, and other contaminants. **Objective:** To determine the prevalence of spirometric abnormalities in welding workers in the oil and gas industry. **Materials and methods:** An observational, cross-sectional, descriptive study was conducted in oil industry workers involved in welding. Spirometry was administered to 71 oil workers. Informed consent and a structured questionnaire were provided to each worker prior to each spirometry test. For statistical analysis, the collected information was organized into tables using summary measures and central tendency. The odds ratio (OR) was calculated as a measure of strength of association with its corresponding 95% confidence interval (95% CI), rejecting the null hypothesis for a $p < 0.05$. Pearson's chi-square test was used to evaluate the difference between variables, and Fisher's exact test was used when low frequencies were present in some modalities. **Results:** Spirometric abnormalities were present in 26.8%. The most frequent patterns were moderate obstruction (16.9%) and mild restriction (4.2%). The mean BMI was 31.0 (SD 4.7), with a predominance of obesity (57.7%). In the association of variables, only a high body mass index showed a significant relationship with spirometric abnormalities ($p=0.02$). **Conclusion:** The study showed that a significant proportion of patients had mild and moderate obstructive changes, significantly associated with BMI. This study highlights the need for periodic monitoring and prevention with respiratory protection.

Keywords: welding, spirometry, occupational disease, spirometric disorders

*Artículo recibido: 15 de diciembre 2025
Aceptado para publicación: 22 de enero 2025*



INTRODUCCIÓN

La soldadura en el ramo petrolero expone de manera constante a los trabajadores a mezclas complejas de humos metálicos, gases tóxicos y partículas ultrafinas generadas por la combustión de metales, revestimientos y electrodos. Esta exposición crónica puede inducir daño a nivel del epitelio respiratorio, alteraciones inflamatorias persistentes y cambios funcionales en la mecánica pulmonar. Diversos estudios han reportado que entre el 20% y el 50% de los soldadores presenta algún tipo de alteración espirométrica, siendo los patrones obstructivos y restrictivos los más comunes. Esto representa un problema importante, ya que las alteraciones espirométricas en etapas iniciales suelen ser subclínicas, pero progresan lentamente hacia formas más graves de enfermedad pulmonar crónica, como la EPOC, fibrosis pulmonar o bronquitis crónica.

En México, los trabajadores del sector petrolero representan una fuerza laboral sustancial y altamente expuesta a riesgos ambientales, sin embargo, existen pocos datos actualizados sobre su función pulmonar. La falta de vigilancia sistemática de la salud respiratoria en este grupo limita la detección oportuna de daños incipientes y la implementación de medidas preventivas o de control. Esto representa un problema porque la mayoría de las evaluaciones médicas en el contexto laboral se centran en la aptitud física general, sin realizar pruebas específicas como la espirometría, a pesar de estar indicada por normativas nacionales e internacionales en contextos de exposición a agentes inhalables.

A nivel institucional, el costo de atender las complicaciones derivadas de las enfermedades pulmonares crónicas en trabajadores con exposición prolongada a humos de soldadura es elevado. Las incapacidades laborales, ausentismo, disminución de la productividad y jubilaciones anticipadas representan una carga para los sistemas de salud y de seguridad social. Esto representa un problema porque la ausencia de protocolos estandarizados para la vigilancia espirométrica en estas áreas impide una intervención temprana, afectando tanto a los trabajadores como a la sostenibilidad de los servicios de salud ocupacional.

Factores como el tipo de soldadura utilizada, la antigüedad laboral, el uso irregular de equipo de protección personal, el tabaquismo activo, las comorbilidades metabólicas y las condiciones ambientales de trabajo (espacios cerrados, ventilación deficiente) influyen en el deterioro de la función pulmonar. Sin embargo, no existe suficiente evidencia local que correlacione estos factores con la



presencia o ausencia de alteraciones espirométricas en trabajadores del ramo petrolero. Esto representa un problema porque sin información específica no es posible diseñar políticas de prevención laboral basadas en evidencia, ni identificar a tiempo a los trabajadores en riesgo.

Por lo tanto, es fundamental establecer la magnitud real de esta problemática a través de estudios que determinen la prevalencia de alteraciones espirométricas en este grupo laboral, considerando sus condiciones reales de trabajo y exposición. Solo así se podrán diseñar estrategias eficaces para proteger su salud respiratoria y promover entornos laborales más seguros.

Teniendo como hipótesis alterna, que la prevalencia de alteraciones espirométricas en trabajadores de soldadura será mayor al 20% y como hipótesis nula, que la prevalencia de alteraciones espirométricas en trabajadores de soldadura será menor al 20%. Dentro de los objetivos se plantean: objetivo general, determinar la prevalencia de alteraciones espirométricas en trabajadores de soldadura del ramo petrolero; y los objetivos específicos: identificar los valores espirométricos (CVF, VEF1, VEF1/CVF) en los trabajadores de soldadura; determinar el patrón espirométrico más frecuente en los trabajadores de soldadura; relacionar el tiempo de exposición a la soldadura con las alteraciones espirométricas; asociar el área de exposición a la soldadura con las alteraciones espirométricas e identificar el tipo de soldadura que ocasiona más alteraciones espirométricas en los trabajadores de soldadura.

METODOLOGÍA

El presente estudio corresponde a un diseño observacional, transversal y analítico. De acuerdo con el control sobre las variables se trató de un estudio observacional, en función de los objetivos planteados se clasificó como analítico, y en relación con el número de mediciones de las variables se definió como transversal. La población de estudio se delimitó a trabajadores mayores de 18 años cuyo puesto de trabajo fue el de soldadura en el ramo petrolero, específicamente en Villahermosa, Tabasco. La investigación se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre abril y junio de 2025.

Para la selección de los participantes se establecieron criterios de inclusión, exclusión y eliminación. Los criterios de inclusión contemplaron a trabajadores mayores de 18 años, de cualquier género, que desempeñaran actividades en el área de soldadura con al menos un año de antigüedad en dicho puesto, y que usaran o no equipo de protección personal. Los criterios de exclusión comprendieron a aquellos trabajadores con antecedentes de enfermedades pulmonares, incluidas secuelas por COVID, quienes



presentaran contraindicaciones para realizar la espirometría, los que no aceptaran participar ni firmaran el consentimiento informado, aquellos con exposición extralaboral mayor que la laboral, los que tuvieran un índice tabáquico superior a 20. Finalmente, los criterios de eliminación se aplicaron a los trabajadores que no lograran realizar la espirometría con calidad adecuada según las normas de la ATS, así como a los casos con información incompleta.

El objetivo principal de la investigación fue determinar la prevalencia de alteraciones espirométricas en trabajadores de soldadura dentro de un tiempo y espacio definido. Para ello se contó con registros suficientes que permitieron la integración de un censo, lo que hizo innecesario calcular un tamaño de muestra, ya que se incluyó a la totalidad de los trabajadores del área de soldadura en el ramo petrolero, tomando la información directamente del área de Recursos Humanos. En este sentido, el tipo de muestreo no aplicó, dado que se trató del universo completo de trabajadores incluidos en el estudio.

La recolección de la información se efectuó directamente con los trabajadores, a través de pregunta directa, y se les realizó una espirometría. Al momento de obtener el consentimiento informado, este fue solicitado por la médico residente y el investigador principal directamente con el paciente, explicando todo el procedimiento. El procedimiento consistió en invitar a participar a los trabajadores de soldadura que cumplieron los criterios de selección. Posteriormente, se realizaron las mediciones antropométricas de peso y talla, y se ingresaron dichos datos en el espirómetro Easy on-PC.

Las variables consideradas fueron las siguientes: la edad se definió como el tiempo de vida del paciente al inicio del estudio y se midió en años. El género se midió a través del complemento del número asignado. La comorbilidad se definió como las enfermedades presentes en el paciente al momento del estudio. Se incluyeron diabetes mellitus, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, enfermedad autoinmune, Covid-19, cáncer, obesidad u otras. La antigüedad laboral en soldadura se definió como los años de trabajo del paciente en actividades de soldadura y se midió en años. Las horas de trabajo diario se definieron como las horas laborales diarias que el paciente dedicaba a realizar soldadura y se midieron en horas.

Las alteraciones espirométricas se definieron como las alteraciones de los parámetros FVC, FEV1 o relación FEV1/FVC en los trabajadores de soldadura. Se clasificaron como patrones normal, obstructivo, restrictivo o mixto. El FEV1 se definió como el valor obtenido en la realización de una



espirometría de acuerdo con los lineamientos de la ATS y se expresó como porcentaje del valor predicho. El FVC se definió como el valor obtenido en la realización de una espirometría de acuerdo con los lineamientos de la ATS y se expresó como porcentaje del valor predicho. La relación FEV1/FVC se definió como el valor obtenido en la realización de una espirometría de acuerdo con los lineamientos de la ATS y se expresó como porcentaje del valor predicho.

La espirometría se realizó con la debida preparación del paciente para la prueba: el médico que realizó la prueba recibió y se presentó con el paciente. Se confirmó el nombre completo, la fecha de nacimiento y el número de registro. La edad se registró en años cumplidos al día de la prueba. Se explicó al paciente el objetivo de la prueba. La frase utilizada fue: «La espirometría es una prueba de soplar que sirve para medir el tamaño de los pulmones y saber si existe o no obstrucción de sus bronquios. Si observamos que existe obstrucción, procederemos a administrar un medicamento llamado salbutamol, esperaremos unos minutos y repetiremos la prueba para ver si mejora con la administración del medicamento».

Se revisaron las contraindicaciones de la prueba. Esta se realizó con el sujeto sentado. Se utilizó una silla sin ruedas y con soporte para brazos. Se colocó al sujeto con el tórax y cuello en posición recta y con ambos pies apoyados sobre el piso. En caso de haberse utilizado una posición diferente, esta fue registrada.

En la maniobra de espirometría, una vez que el paciente fue preparado para la prueba, se procedió a instruirlo sobre el procedimiento. Se le explicó que estaría sentado (de preferencia en una silla fija y con soporte de brazos), con el tronco erguido y la cabeza ligeramente elevada; además, se le indicó que utilizaría una boquilla y una pinza nasal y que realizaría una inhalación máxima seguida de una exhalación con inicio explosivo y sostenido. La maniobra se realizó en circuito abierto o cerrado. El médico demostró la maniobra, poniendo especial atención en la inhalación máxima y la exhalación explosiva y sostenida. Luego, el paciente realizó la maniobra.

Para la interpretación de la prueba de espirometría, se evaluaron en las dos mejores maniobras si cumplían con los criterios de aceptabilidad, los cuales tenían relación con el inicio y la terminación adecuados de la maniobra, libre de artefactos. Una vez obtenidas tres maniobras aceptables, se evaluó la repetibilidad bajo los siguientes criterios: la diferencia entre los dos valores más altos de FEV1 y los

dos valores más altos de FVC fue ≤ 200 ml (idealmente ≤ 150 ml); cuando el volumen pulmonar fue bajo ($FVC < 1.00$ L), como en las enfermedades graves o en los niños, la repetibilidad fue de ≤ 100 ml. La prueba de espirometría fue graduada según su calidad: calidad A (técnicamente muy confiable) cuando se obtuvieron 3 maniobras aceptables y repetibles (idealmente ≤ 150 ml) y calidad C (técnicamente aceptable) cuando se obtuvieron 2 maniobras aceptables con repetibilidad ≤ 200 ml. Las variables más importantes para la interpretación de la espirometría fueron el FEV1, el FVC y el cociente FEV1/FVC.

Con estas variables se definió el patrón funcional que mostró la espirometría (patrón normal, patrón obstructivo y patrón sugestivo de restricción). Todas las mediciones fueron realizadas por la residente y el investigador principal. Dado que esta investigación involucró una intervención con el paciente, fue necesario obtener el consentimiento informado.

En el análisis estadístico, los datos obtenidos fueron integrados en las hojas de recolección y analizados mediante el programa SPSS versión 25 en español. Se realizó estadística descriptiva; para variables cualitativas se utilizaron frecuencias y porcentajes; para variables cuantitativas, se emplearon media y desviación estándar o mediana y se calculó como medida de fuerza de asociación la razón de posibilidad (Odds Ratio [OR]) con su correspondiente intervalo de confianza del 95% (IC 95%), rechazando la hipótesis nula para una $p < 0.05\%$. Se utilizó Chi cuadrada de Pearson para evaluar la diferencia entre variables y el test exacto de Fisher cuando se presentaron frecuencias bajas en algunas modalidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó una muestra de 71 soldadores, la media de edad fue 38.6 (DE 10.3) años. El tabaquismo estuvo presente en el 22.5% ($n=16$), mientras que el 77.5% ($n=55$) refirió no ser fumador.

Tabla 1: Tabaquismo en Trabajadores de Soldadura del Ramo Petrolero

Característica	N (%)
Fumadores	16 (22.5%)
No fumadores	55 (77.5%)

Nota: creación propia. N: muestra, %: porcentaje

En cuanto a las comorbilidades, el 8.5% ($n=6$) presentó hipertensión arterial y otro 8.5% ($n=6$) diabetes mellitus, mientras que el 83.1% ($n=59$) no reportó ninguna comorbilidad. El promedio del IMC fue 31.0

(DE 4.7), y al clasificarlo, 7.0% (n=5) presentó peso normal, 35.2% (n=25) sobrepeso y 57.7% (n=41) obesidad.

Tabla 2: Comorbilidades en Trabajadores de Soldadura

Características	n (%)
Comorbilidades	
Hipertensión arterial	6 (8.5)
Diabetes mellitus	6 (8.5)
Ninguna	59 (83.1)
Índice de masa corporal	
Peso normal	5 (7.0)
Sobrepeso	25 (35.2)
Obesidad	41 (57.7)

Nota: creación propia. N: muestra, %: porcentaje

La antigüedad en el trabajo de soldador tuvo un promedio de 3.9 (DE 4.2) años, y las horas de trabajo promedio al día fueron 9.6 (DE 0.6). En relación con el tipo de soldadura utilizada, el 87.3% (n=62) trabajaba con SMAW, el 7.0% (n=5) con GTAW-SMAW y el 5.6% (n=4) con GTAW.

Tabla 3: Tipo de Soldadura utilizada por los Trabajadores de Soldadura

Característica	N (%)
SMAW	62 (87.4%)
GTAW-SMAW	5 (7%)
GTAW	4 (5.6%)

Nota: creación propia. N: muestra, %: porcentaje

En cuanto al área de trabajo, el 91.5% (n=65) laboraba en espacios exteriores, el 2.8% (n=2) en espacio confinado y el 5.6% (n=4) en ambos ambientes. Sobre el uso regular de equipo de protección personal, el 52.1% (n=37) lo utilizaba de manera habitual y el 47.9% (n=34) no lo hacía.

Tabla 4: Tipo de Área de Trabajo de los Trabajadores de Soldadura

Característica	N (%)
Exteriores	65 (91.5%)
Espacio confinado	2 (2.8%)
Ambos	4 (5.6%)

Nota: creación propia. N: muestra, %: porcentaje

En la evaluación espirométrica, la media del FEV 1 fue 85.1 (DE 16.2), FVC con 90.2 (DE 11.5), y relación FEV1/FVC con 75.5 (DE 11.4). El 73.2% (n=52) mostró patrón normal, mientras que el 26.8%

(n=19) presentó alteraciones. Entre estas últimas, el 2.8% (n=2) correspondió a obstrucción leve, el 16.9% (n=12) a obstrucción moderada, el 1.4% (n=1) a obstrucción severa, el 4.2% (n=3) a restricción leve y el 1.4% (n=1) a restricción moderada.

Tabla 5: Patrones Espirométricos en Trabajadores de Soldadura

Características	n (%)
Patrón espirométrico	
Normal	52 (73.2)
Alterado	19 (26.8)
Tipo de alteración	
Obstrucción leve	2 (2.8)
Obstrucción moderada	12 (16.9)
Obstrucción severa	1 (1.4)
Restricción leve	3 (4.2)
Restricción moderada	1 (1.4)

Nota: creación propia. N: frecuencia, %: porcentaje

Al realizar asociación entre las alteraciones espirométricas y las variables clínicas encontramos: tabaquismo, OR 1.94 (0.5–6.3), p 0.27; obesidad, OR 1.86 (0.6–5.6), p 0.27; edad ≥ 40 años, OR 1.07 (0.3–3.1), p 0.89; Con Comorbilidades, OR 0.90 (0.2–3.7), p 0.88, todos los resultados estadísticamente no significativos (tabla 6).

Tabla 6: Asociación entre las Alteraciones Espirométricas y Variables Clínicas

Alteración espirometría				
Variable	Si	No	OR (IC 95%)	p
Tabaquismo				
Sí	6 (31.6)	10 (19.2)	1.94 (0.59–6.36)	0.27
No	13 (68.4)	42 (80.8)		
Obesidad				
Sí	13 (68.4)	28 (53.8)	1.86 (0.61–5.64)	0.27
No	6 (31.6)	24 (46.2)		
Edad				
≥ 40 años	8 (42.1)	21 (40.4)	1.07 (0.37–3.12)	0.89
< 40 años	11 (57.9)	31 (59.6)		
Comorbilidades				
Sí	3 (15.8)	9 (17.3)	0.90 (0.22–3.73)	0.88
No	16 (84.2)	43 (82.7)		

Nota: creación propia. OR: Odds Ratio. P: Chi cuadrada

En la Tabla 4 se presenta la asociación entre las alteraciones espirométricas y las variables laborales: uso de protección personal, OR 0.58 (0.2–1.6), p 0.30; antigüedad laboral, OR 0.80 (0.2–2.8), p 0.73; área laboral, p 0.38; observando un riesgo importante en SMAW, OR 3.27 (0.3–28.1), p 0.25; GTAW-SMAW, OR 0.67 (0.07–6.3), p 0.72; GTAW, p 0.21, los resultados observados fueron estadísticamente no significativos. (Tabla7).

Tabla 7: Asociación entre las Alteraciones Espirométricas y Variables Laborales

Tabla 7. Asociación entre las Alteraciones Espirométricas y variables Laborales				
	Alteración espirometría			
Variable	Si	No	OR (IC 95%)	p
Uso de protección personal				
Sí	8 (42.1)	29 (55.8)	0.58 (0.20–1.67)	0.30
No	11 (57.9)	23 (44.2)		
Antigüedad laboral				
≥ 6 años	4 (21.1)	13 (25.0)	0.80 (0.23–2.85)	0.73
< 6 años	15 (78.9)	39 (75.0)		
Área laboral				
Interior	0 (0.0)	2 (3.8)	—	1.0000*
Exterior	19 (100.0)	50 (96.2)		
SMAW				
Sí	18 (94.7)	44 (84.6)	3.27 (0.38–28.10)	0.4279*
No	1 (5.3)	8 (15.4)		
GTAW-SMAW				
Sí	1 (5.3)	4 (7.7)	0.67 (0.07–6.37)	1.0000*
No	18 (94.7)	48 (92.3)		
GTAW				
Sí	0 (0.0)	4 (7.7)	—	0.5678*
No	19 (100.0)	48 (92.3)		

Nota: Creación propia. OR: Odds Ratio. P: Chi cuadrada. *Test Exacto de Fisher

DISCUSION

Dos hallazgos relevantes destacan en la presente investigación realizada en soldadores, primero, el 26.8% presentó alteraciones espirométricas, siendo el patrón obstructivo moderado el más frecuente (16.9%). Estos hallazgos reflejan una carga respiratoria funcional importante en una población laboralmente activa, con predominio de obesidad (57.7%) de estos el 31.7% presentó alteraciones en la espirometría y exposición a soldadura predominantemente en exteriores, donde el 47.9% no utilizaba equipo de protección personal de forma habitual.

Los resultados de Badima et al. ofrecen una visión integral sobre los síntomas respiratorios crónicos en soldadores, comparándolos con un grupo control. Reportaron una prevalencia del 23% en los

trabajadores expuestos, frente al 9% en los no expuestos. Además, identificaron que el 53% de las muestras de exposición personal a humos de soldadura superaron el límite permisible de la Conferencia Americana de Higiene Industrial Gubernamental. También observaron asociaciones significativas entre síntomas y múltiples factores laborales y personales, como tabaquismo, falta de capacitación, lugar de trabajo interior y no uso de equipo de protección respiratoria (Badima et al., 2024).

Ambos estudios coinciden en demostrar afectaciones respiratorias en la población soldadora, aunque lo abordan desde enfoques distintos. En el presente estudio se utilizaron parámetros objetivos de función pulmonar (FEV_1 , FVC y FEV_1/FVC), mientras que Badima et al. se enfocaron en síntomas auto informados. En cuanto a factores asociados, nuestro estudio únicamente encontró relación con el IMC, mientras que Badima et al. identificaron varios factores laborales y conductuales, incluyendo el tabaquismo y el lugar de trabajo. Esta diferencia puede deberse al tamaño muestral mayor del estudio de Badima et al., así como a su inclusión de datos ambientales cuantificados y variables estructuradas como la escolaridad y la capacitación formal (Badima et al., 2024).

El hecho de que en el presente estudio no se encontraran asociaciones con variables ocupacionales como tipo de soldadura o uso de equipo de protección personal podría deberse a una exposición más homogénea, pues el 87.3% utilizaba SMAW y el 91.5% trabajaba en exteriores. En cambio, Badima et al. analizaron ambientes de soldadura interiores y exteriores, encontrando que los espacios cerrados incrementaban significativamente el riesgo de síntomas (AOR 6.85). La diferencia metodológica también influye: la evaluación clínica mediante espirometría puede detectar alteraciones incluso en ausencia de síntomas, mientras que los síntomas pueden estar influenciados por la percepción subjetiva y el umbral individual de tolerancia (Badima et al., 2024).

Ambas investigaciones muestran la relevancia del monitoreo respiratorio en soldadores, ya sea por medio de pruebas objetivas o identificación de factores de riesgo. La concordancia en los efectos negativos del tabaquismo y la falta de protección respiratoria en Badima et al. refuerza la necesidad de fortalecer las estrategias preventivas en salud ocupacional. Al mismo tiempo, la diferencia en los factores asociados resalta la importancia de adaptar las estrategias de vigilancia según las condiciones locales, los perfiles antropométricos de la población y los métodos de medición utilizados (Badima et al., 2024).



Los resultados del estudio de Mehrifar et al. (2020) ofrecen una visión detallada sobre la exposición ocupacional a contaminantes químicos en la zona respiratoria de los soldadores, al medir concentraciones de metales y gases tóxicos en diferentes tipos de soldadura. Su estudio encontró que los procesos MIG y SMAW generaban las mayores concentraciones de exposición a gases y metales, respectivamente. Se identificaron niveles medios de manganeso, cromo y níquel de 2.302, 3.195 y 1.241 mg/m³, respectivamente, y concentraciones medias de gases como CO, NO, NO₂ y O₃ de 43.05, 27.88, 4.30 y 0.41 ppm. Además, O₃, NO₂ y Cr presentaron niveles de riesgo alto o muy alto en todos los procesos (Mehrifar et al., 2020).

Ambos estudios coinciden en destacar los riesgos respiratorios en los trabajadores expuestos a procesos de soldadura, pero lo hacen desde ángulos complementarios. Mientras el presente estudio se enfoca en la evaluación funcional mediante espirometría y en factores individuales como IMC y uso de EPP, Mehrifar et al. profundizan en la caracterización ambiental de los contaminantes. La coincidencia más clara radica en el tipo de soldadura más riesgosa, ya que en ambas investigaciones el proceso SMAW se vincula con mayores riesgos, ya sea por mayor concentración de metales o por la proporción de alteraciones respiratorias observadas. Esta concordancia refuerza la necesidad de vigilancia ocupacional rigurosa en este tipo de procesos (Mehrifar et al., 2020).

Las diferencias entre ambos estudios se relacionan con el enfoque metodológico. Mehrifar et al. no miden la función pulmonar ni la salud del trabajador, pero identifican las concentraciones ambientales que explican potenciales daños. Este estudio, en cambio, evalúa las consecuencias clínicas sin cuantificar los niveles de exposición. Esta discrepancia metodológica podría explicar por qué en el estudio solo se encontró asociación con el IMC, mientras que en Mehrifar et al., los altos niveles de Cr, NO₂ y O₃ justifican la recomendación de medidas preventivas urgentes. La diferencia también puede atribuirse a la población y entorno de trabajo específico de cada estudio (Mehrifar et al., 2020).

Ambas investigaciones complementan la evidencia sobre los riesgos para la salud respiratoria del soldador. El análisis funcional puede ser enriquecido con datos de exposición como los de Mehrifar et al., para establecer relaciones más claras entre la magnitud de la exposición y el daño fisiológico. En este sentido, la concordancia sobre el riesgo asociado al proceso SMAW debería ser un punto de acción

inmediata en prevención. Las diferencias, por otro lado, muestran la importancia de abordar el problema desde una perspectiva multidimensional (Mehrifar et al., 2020).

Los resultados de la investigación de Ithnin et al. (2019) ofrecen una visión clara sobre los efectos respiratorios de la exposición a humos de soldadura en trabajadores. En este estudio, se compararon 30 soldadores y 31 no soldadores mediante pruebas espirométricas y análisis de síntomas respiratorios. Se detectó que las concentraciones de plomo (Pb) superaban los límites permitidos (2.752 mg/m^3), y los valores de FEV₁ y FVC fueron significativamente más bajos en los soldadores ($p = 0.001$). También se reportaron con mayor frecuencia síntomas como tos y expectoración en los trabajadores expuestos, y se identificó una asociación entre hábito tabáquico y enfermedades respiratorias (Ithnin et al., 2019).

Al comparar ambos estudios, se observa una coincidencia en la identificación de alteraciones espirométricas en trabajadores expuestos a humos de soldadura, particularmente en relación con el FEV₁ y FVC. Sin embargo, mientras el presente estudio destaca el patrón obstructivo moderado y su asociación con el IMC, Ithnin et al. enfatizan el impacto específico de metales como el plomo y los resultados ambientales. Esta diferencia puede deberse al enfoque ambiental del segundo estudio, frente al clínico del primero (Ithnin et al., 2019).

Ambos trabajos coinciden en señalar que la exposición ocupacional a humos de soldadura es un factor de riesgo significativo para la función pulmonar, aunque difieren en sus métodos. Ithnin et al. cuantifican contaminantes específicos y comparan con una población control, lo que permite establecer relaciones más directas entre el ambiente laboral y el daño pulmonar. Por otro lado, nuestro estudio, al no tener grupo control ni medición de contaminantes, se centra en la prevalencia de alteraciones funcionales y su asociación con variables personales y laborales. Esta diferencia metodológica podría explicar algunas divergencias en los hallazgos (Ithnin et al., 2019).

CONCLUSIONES

Como conclusión, con los resultados de la presente investigación podemos responder el objetivo general de esta investigación teniendo que la prevalencia de alteraciones espirométricas en los trabajadores de soldadura del ramo petrolero de Villahermosa-Tabasco fue de 26.8% y los patrones espirométricos alterados más frecuentes fueron: obstrucción moderada (16.9%) y restricción leve (4.2%); en la asociación de variables solo el IMC, mostró relación significativa con alteraciones espirométricas



($p=0.02$); observándose un Riesgo importante en el tipo de soldadura SMAW con una OR de 3.27; no se encontraron asociaciones con edad, antigüedad laboral, tabaquismo, área de trabajo o uso de equipo de protección personal. La presente investigación aporta información valiosa sobre la función respiratoria en trabajadores expuestos de forma prolongada a agentes nocivos derivados del proceso de soldadura, particularmente en el ramo petrolero. Los hallazgos revelan que, aunque la mayoría de los trabajadores presentaron pruebas espirométricas dentro de rangos normales, una proporción significativa desarrolló alteraciones funcionales respiratorias, especialmente de tipo obstructivo, en grados que van de leve a moderado.

Desde la perspectiva de la medicina del trabajo, estos resultados destacan la importancia de incorporar pruebas de función pulmonar dentro de los exámenes periódicos de vigilancia médica para trabajadores expuestos a humos metálicos, gases y partículas finas, incluso cuando los trabajadores refieren sentirse asintomáticos.

Las alteraciones espirométricas detectadas, aunque no siempre se manifiesten clínicamente en etapas tempranas, pueden evolucionar hacia enfermedades pulmonares crónicas, afectando la capacidad laboral del individuo, aumentando la probabilidad de incapacidades permanentes y generando ausentismo laboral recurrente. Esto se vuelve especialmente relevante si se considera la alta proporción de trabajadores con obesidad, condición que mostró una asociación estadísticamente significativa con la presencia de alteraciones espirométricas, lo cual sugiere una interacción compleja entre factores ocupacionales y del estado general de salud.

A nivel de impacto en los pacientes, es importante resaltar que un deterioro de la función pulmonar, aunque leve, puede limitar la tolerancia al esfuerzo físico y generar fatiga precoz, lo que compromete el desempeño laboral y la calidad de vida. A largo plazo, estas alteraciones podrían condicionar el desarrollo de enfermedades obstructivas crónicas que requieran tratamiento prolongado o incluso causen una salida anticipada del campo laboral.

Por ello, los programas de salud ocupacional deben enfocarse en la prevención del daño pulmonar mediante medidas técnicas y el uso de equipos de protección personal, y también en la promoción de estilos de vida saludables que reduzcan el impacto de factores modificables como el sobrepeso y la obesidad.

En términos de salud pública y desde la perspectiva de los servicios de medicina del trabajo y atención primaria, los resultados de este estudio deben motivar la implementación de políticas más estrictas de monitoreo ambiental y vigilancia epidemiológica de enfermedades respiratorias laborales. Además, resalta la necesidad de mejorar la adherencia al uso de equipos de protección respiratoria, que en casi la mitad de los trabajadores no se utiliza de manera regular.

Finalmente, respecto al cumplimiento de los objetivos, todos fueron abordados de manera adecuada. Se caracterizaron los valores espirométricos clave (CVF, VEF1, VEF1/CVF), se identificó el patrón funcional respiratorio predominante, y se realizó un análisis relacional entre las variables de exposición laboral y las alteraciones espirométricas.

Dentro de las recomendaciones, para fortalecer la evidencia, futuras investigaciones deben considerar diseños multicéntricos que combinen evaluación espirométrica con monitoreo ambiental de contaminantes, así como una caracterización detallada de la jornada laboral y hábitos personales. Sería útil diseñar estudios longitudinales que combinen diversas perspectivas, incluyan grupos control, cuantifiquen exposición ambiental y evalúen factores modificables, con el fin de mitigar el daño pulmonar progresivo en este grupo vulnerable. Asimismo, la incorporación de intervenciones educativas y seguimiento longitudinal permitiría estimar el impacto de medidas preventivas en la evolución funcional de esta población.

Además, sería valioso medir la exposición a contaminantes químicos y evaluar el impacto funcional. Esta aproximación integral permitiría establecer umbrales de daño pulmonar, identificar subgrupos de mayor riesgo según tipo de soldadura y hábitos personales, e implementar medidas específicas como ventilación localizada y programas de reducción de peso. La inclusión de biomarcadores de inflamación pulmonar también podría aportar datos relevantes sobre el daño temprano inducido por la exposición prolongada a humos metálicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonini, J. M., Taylor, M. D., Zimmer, A. T., & Roberts, J. R. (2004). Pulmonary responses to welding fumes: Role of metal constituents. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*, 67(3), 233-249
. <https://doi.org/10.1080/15287390490266909>



- Badima, H., Kumie, A., Meskele, B., & Abaya, S. W. (2024). Welding fume exposure and prevalence of chronic respiratory symptoms among welders in micro- and small-scale enterprise in Akaki Kality sub-city, Addis Ababa, Ethiopia: A comparative cross-sectional study. *BMC Pulmonary Medicine*, 24(1), 147.
<https://doi.org/10.1186/s12890-024-02958-2>
- Brand, P., Ebert, B., Esser, A., & Sharma, R. (2021). Direct exposure of welders to welding fumes and effect of fume extraction systems under controlled conditions. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 63(6), 490-502.
<https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002167>
- Dev, M., & Bhardwaj, A. (2021). Respiratory symptoms and spirometric abnormalities among welders in the welding workplace of the Indian unorganized sector. *Work*, 69(3), 885-894.
<https://doi.org/10.3233/WOR-213521>
- Fikayo, B. E., Chimezie, O. V., & John, S. K. (2023). Occupational exposure to welding fumes and associated respiratory morbidities among arc welders in Ikenne, Nigeria. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 33(2), 373-382.
<https://doi.org/10.4314/ejhs.v33i2.23>
- Graham, B. L., Steenbruggen, I., & Miller, M. R. (2019). Standardization of spirometry 2019 update: An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 200(8), e70-e88.
<https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
- Graczyk, H., Lewinski, N., & Zhao, J. (2016). Increase in oxidative stress levels following welding fume inhalation: A controlled human exposure study. *Particle and Fibre Toxicology*, 13(1), 31.
<https://doi.org/10.1186/s12989-016-0143-7>
- Ithnin, A., Zubir, A., Awang, N., & Mohamad Sulaiman, N. N. (2019). Respiratory health status of workers exposed to welding fumes at Lumut Shipyard. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 22(3), 143-147. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2019.143.147>
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2023). *Memoria estadística 2023*.
<https://imss.gob.mx/conoce-al-imss/informes-estadisticas>



- Johnson, D. C. (2021). Pulmonary function tests and interstitial lung disease. *Chest*, 159(3), 1304.
<https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.10.047>
- Kiss, D. S., Toth, I., & Bartha, T. (2024). Effects of metal oxide inhalation on the transcription of some hormone receptors in the brain, examined in an in vivo mouse model. *Environmental Science and Pollution Research International*, 31(39), 51834-51843. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34425-0>
- Langan, R. C., & Goodbred, A. J. (2020). Office spirometry: Indications and interpretation. *American Family Physician*, 101(6), 362-368.
- Li, Y., Zhang, M. B., Ni, C. H., & Wang, H. Q. (2024). [Article in Chinese]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*, 42(1), 25-33
. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121094-20230213-00040>
- Mehrfar, Y., Zamanian, Z., & Pirami, H. (2019). Respiratory exposure to toxic gases and metal fumes produced by welding processes and pulmonary function tests. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 10(1), 40-49.
<https://doi.org/10.15171/ijoem.2019.1540>
- Mehrfar, Y., Zeverdegani, S. K., & Rismanchian, M. (2020). Chemical pollutants in the respiratory zone of welders: Determination of concentrations and hazard analysis. *Work*, 67(3), 591-598.
<https://doi.org/10.3233/WOR-203272>
- Pega, F., Chartres, N., & Guha, N. (2020). The effect of occupational exposure to welding fumes on trachea, bronchus and lung cancer: A protocol for a systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment International*, 145, 106089.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106089>