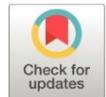


Concentración de monóxido y dióxido de carbono en el proceso de soldadura con electrodo revestido

Monoxide and Carbon Dioxide concentration in the welding process with coated electrode

- ¹ Víctor Manuel Flores Andino  <https://orcid.org/0000-0001-5686-6864>
Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Carrera de Tecnología Superior en Electrónica. Riobamba, Ecuador
victor.flores@istcarloscisneros.edu.ec
- ² Juan Carlos Chávez Cascante  <https://orcid.org/0000-0002-6705-3284>
Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros. Tecnología Superior en Mecánica Industrial. Riobamba, Ecuador.
juan.chavez@istcarloscisneros.edu.ec
- ³ María Ángela Gómez Jaramillo  <https://orcid.org/0000-0002-8627-3856>
Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz. Riobamba, Ecuador.
maria.gomez@istcarloscisneros.edu.ec
- ⁴ Juan José Pérez Insuasti  <https://orcid.org/0000-0002-4825-1269>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica. Riobamba, Ecuador.
jperez_i@esPOCH.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 23/08/2023

Revisado: 21/09/2023

Aceptado: 02/10/2023

Publicado: 13/10/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i4.1.2735>

Cítese:

Flores Andino, V. M., Chávez Cascante, J. C., Gómez Jaramillo, M. Ángela, & Pérez Insuasti, J. J. (2023). Concentración de monóxido y dióxido de carbono en el proceso de soldadura con electrodo revestido. *ConcienciaDigital*, 6(4.1), 88-102. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i4.1.2735>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

monóxido de carbono, dióxido de carbono, valor límite umbral, concentración de la exposición laboral, índice de exposición

Keywords:

carbon monoxide, carbon dioxide, threshold limit values, occupational exposure concentration, exposure index.

Resumen

Introducción: La exposición a agentes contaminantes en las áreas de trabajo de los talleres de metalmecánica, es un riesgo constante al que se someten los trabajadores dedicados a realizar estas actividades. **Objetivo:** En el presente caso de estudio, se evaluó la concentración de dióxido de carbono y monóxido de carbono, en el proceso de soldadura de un condón continuo de una viga metálica. **Metodología:** La metodología aplicada, se basa a la norma UNE-EN 689, que establece los criterios necesarios, para el muestreo y evaluación de gases a valores umbrales. Se realizó lecturas casi instantáneas, de acuerdo con cada variación de los datos medidos a través del analizador Auto-Plus 4-2 modelo Kane. El tipo de suelda fue SMAW, con electrodo revestido 6011 a 78A y 220V. **Resultados:** Los resultados evidencian que, los niveles de concentración del monóxido de carbono, supera los niveles umbrales de exposición establecidos por organismos internacionales. **Conclusión:** Las emisiones de los gases no deben superar los 30cm medidos desde el punto de suelda, para lo cual, se recomienda mejorar los sistemas de ventilación. **Área de estudio general:** Ingeniería, Industria y Construcción. **Área de estudio específica:** Procesos de soldadura.

Abstract

Introduction: Exposure to pollutants in the work areas of metalworking shops is a constant risk to which workers engaged in these activities are subjected. **Objective:** In the present case study, the concentration of carbon dioxide and carbon monoxide was evaluated in the welding process of a continuous welding of a metal beam. **Methodology:** The methodology applied was based on the UNE-EN 689 standard, which establishes the necessary criteria for the sampling and evaluation of gases at threshold values. Almost instantaneous readings were taken, according to each variation of the data measured through the Auto-Plus 4-2 analyzer model Kane. The type of welding was SMAW, with coated electrode 6011 at 78A and 220V. **Results:** The results show that, the concentration levels of carbon monoxide, exceeds the threshold levels of exposure established by international organizations. **Conclusion:** Gas emissions should not exceed 30cm measured from the welding point, for

which it is recommended to improve ventilation systems.

General area of study: Engineering, Industry and Construction.

Specific area of study: Welding processes.

Introducción

Los soldadores son trabajadores que se encuentran constantemente expuestos a una serie de compuestos perjudiciales, generalmente presentes en forma de gases (Monsé, 2023), resultado de procesos industriales relacionados con la soldadura (Quishpe, 2023). Diferentes estudios, indican claramente los riesgos para su salud, principalmente por el desprendimiento de gases; como el dióxido de carbono (CO₂) y el monóxido de carbono (CO) (Singh, 2020). El método más efectivo para reducir la exposición de los soldadores es mediante, el uso de equipos de protección (Gourzoulidis, 2023), con el fin de prevenir los peligros en el ámbito laboral (Salah, 2023); con el uso de: mascarillas, guantes y filtros de luz (Kuppusamy, 2023). Los niveles de ruido (Gupta, 2023), y radiación (Yurt, 2023), también deben minimizarse. Los entornos de trabajo también deben estar bien ventilados (Fikayo, 2023).

Es así como la *American Conference of Governmental Industrial Hygienics (ACGIH)*, establece los *Threshold Limit Values (TVL)*, que son los valores límite máximo de los gases, que se puede tolerar en los puestos de trabajo (Soltanpour, 2023). La OSHA toma la mayoría de los TVL, como estándares ambientales oficiales; denominándolos, como PEL, debido a conceptos de derecho de autor (Friend, 2023). La NIOSH determina el término reservado REL para definición de los límites umbrales. REL no es un requisito reglamentario, sino una guía de recomendaciones para los límites superiores de exposición a sustancias peligrosas (Pourjamalavijeh, 2023).

Los TVL funcionan como referencia en la evaluación de la concentración de componentes perjudiciales en las zonas de trabajo. Regulan los gases tóxicos presentes en espacios confinados que incluyen entre otros al CO y el CO₂ (Arifin, 2023). Los límites de exposición TVL para el CO y el CO₂ se pueden apreciar en la tabla 1 y la tabla 2 (Dimitroulopoulou, 2023).

Tabla 1
Resumen de los TVL para CO₂

Contaminante	Tiempo promedio	Mínimo	Máximo
Dióxido de Carbono (CO ₂), ppm	Máximo	1000	5000
	8 horas	700	1500
	24 horas	1000	1000
	Indefinido	900	5000
	Máximo	1000	5000

Fuente: Dimitroulopoulou (2023)

Tabla 2
Resumen de los TVL para CO

Contaminante	Tiempo promedio	Mínimo	Máximo
	Máximo	12	31
	15 min	10	125
	30 min	6	60
	1 horas	10	44
	8 horas	8	80
	24 horas	3	12
	1 año	30	30
	Indefinido	5	11

Fuente: Dimitroulopoulou (2023)

En Nigeria, Nwabueze (2023) evaluó el efecto de la pureza del ambiente en 7 talleres de soldadura, siguiendo procedimientos estándar. Entre los contaminantes notables identificados dentro de los entornos de soldadura, se encontraban las partículas (PM_{1.0}) y Monóxido (CO) mg/m³, dando como resultado que estas dos sustancias, estaban mucho más correlacionadas con el nivel de contaminación del aire que otros.

En China, Zhou (2023) realizó un estudio sobre las correlaciones de los Compuestos perjudiciales en el entorno con el sueño, durante un breve o prolongado periodo de tiempo. Dando como resultado que, las concentraciones medias a largo plazo de CO

fueron $0,9 \pm 0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y los niveles promedio móviles de 7 días de CO de $0,8 \pm 0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los niveles más altos de concentraciones de contaminantes del aire se asociaron con un sueño total más prolongado y una duración del sueño ligero, una duración más corta del sueño profundo y una disminución de la vigilia después del inicio del sueño (WASO), con asociaciones más fuertes de exposiciones a NO₂ y CO.

En Indonesia, Sukadi (2022) menciona que:

De los muchos tipos de gases o humos que se pueden producir durante el proceso de soldadura, sólo unos pocos tienen un efecto agudo que puede causar muerte súbita, a saber, el CO (monóxido de carbono), que en altas concentraciones puede causar pérdida del conocimiento y la muerte directamente. (p. 2)

En India, Ridwan (2020) menciona que, una de las técnicas eficientes y confiables para minimizar la exposición de humos a partículas, es la Ventilación de Escape Local (LEV). La distancia máxima permitida es de un pie (0,30 m) del punto de suelda. La práctica es importante, y se necesita capacitación en la colocación correcta de la campana de extracción para un mejor funcionamiento. Para los lugares donde hay varias salas de trabajo y varios trabajadores, las estructuras distribuidas son las más adecuadas.

En Ecuador, Quishpe (2023) e Illescas (2023), en sus respectivos estudios, evaluaron las condiciones presentes en el entorno laboral de los trabajadores, en base a lo indicado en la normativa UNE-EN689:2019+AC.

Metodología

En esta investigación, se empleó un diseño de investigación cuantitativa, observacional y descriptivo. En cuanto al tipo de estudio, se determinó que será un estudio longitudinal (Gabel, 2023).

En Higiene Industrial, la evaluación por exposición a la inhalación es la más importante en contaminantes atmosféricos (Passi, 2023). Los métodos empleados para la evaluación son basados en la mayoría de casos, en la recolección de muestras y su posterior análisis (Levchenko, 2023). En este sentido, se tomaron en cuenta, directrices al respecto, tanto en el ámbito nacional así como internacional; siendo la más representativa la norma UNE-EN 689 (González, 2019), elaborada por el *Comity European de Normalization (CEN)* en 1994, siendo su última versión la norma UNE-EN 689:2019+AC:2019 (Illescas, 2023).

Para el proceso de determinar la cantidad mínima de muestras por día, como criterio orientativo, se aplicó lo establecido en el Apéndice A de la normativa UNE-EN 689, que dice que, con el uso de equipos de lectura directa y una medición puntual, se requiere un mínimo de 30 muestras tomada por cada tiempo de duración de la muestra.

En relación con la Concentración de la Exposición Laboral (CEL), ésta determina la concentración promedio del compuesto químico en la área donde el trabajador puede inhalar los gases. En este caso, se adoptó como enfoque el método de muestreo Tipo B, que implica la toma de muestras durante todo el periodo de exposición mediante múltiples muestras consecutivas; para lo cual, se suma cada valor tomado del agente y se multiplica por el tiempo de exposición asociado en horas; luego, este resultado se divide para la cantidad de horas que abarca la jornada laboral. El valor de la exposición media ponderada para t horas de trabajo se expresa en la ecuación 1.

$$\frac{\sum C_i t_i}{\sum t_i} \quad (\text{Ecuación 1})$$

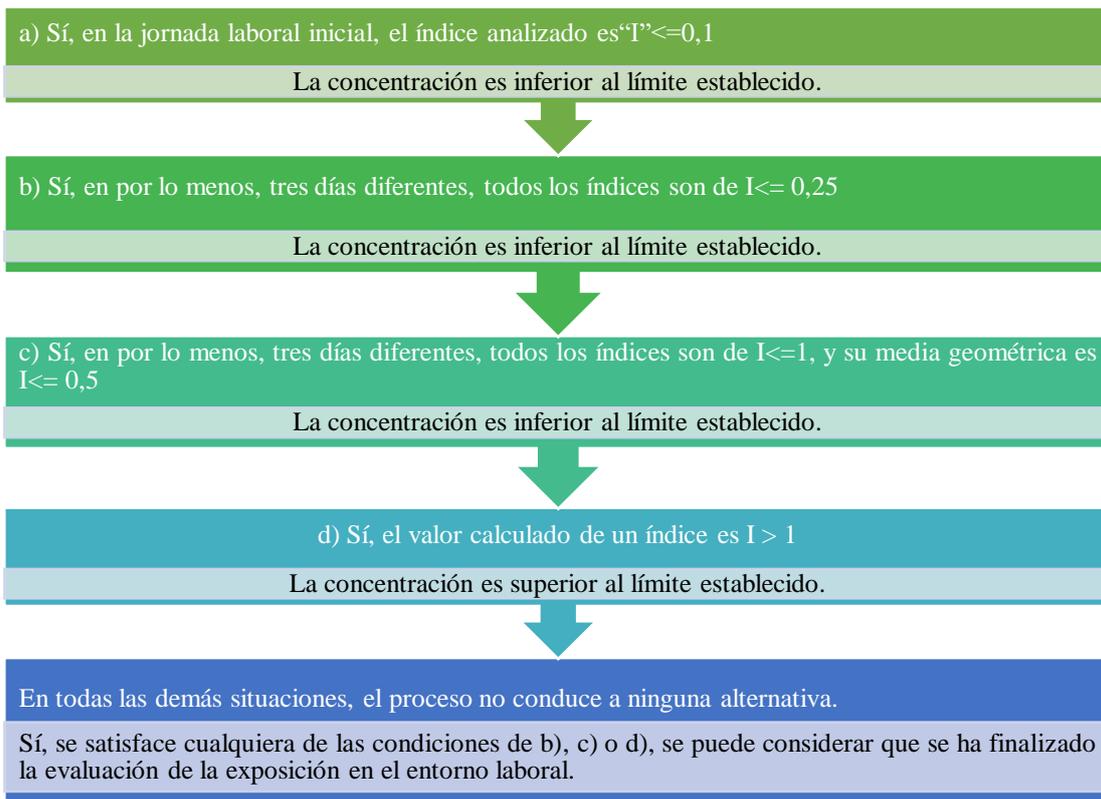
El índice de exposición del compuesto se calcula mediante la Ecuación 2

$$I = \frac{CEL}{VL} \quad (\text{Ecuación 2})$$

El procedimiento de evaluación del agente contaminante, según lo expresado en la norma la normativa UNE-EN 689, se puede apreciar en la fFigura 1

Figura 1

Procedimiento evaluación exposición laboral



Procedimiento para toma y evaluación de muestras

Respecto al caso de análisis, se estableció los factores de exposición, así como, el proceso y procedimiento para la toma de muestras según los criterios necesarios, para tener en cuenta, en el estudio de investigación y en el diseño adecuado de la ficha de levantamiento de muestras, para evaluar la exposición de los empleados a los gases generados por el procedimiento de soldadura, ver Figura 2.

Figura 2

Procedimiento para toma y evaluación de muestras en caso de estudio

Tipo de soldadura a aplicarse en el proceso:	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de soldadura con electrodos revestidos 6011. • Equipo de Soldadura tipo SMAW marca Prowar invertir a 220V. • Fabricación de una viga para estructura metálica, aplicando un cordón continuo de suelda.
Elección de personal para la evaluación de la exposición:	<ul style="list-style-type: none"> • Área de trabajo de soldadura número 1, con un trabajador que realiza la operación.
Instrumento de medida:	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreador pasivo Auto-Plus 4-2 modelo Kane.
Procedimiento de muestreo:	<ul style="list-style-type: none"> • Muestras por cada variación de las lecturas, por un lapso de tiempo de máximo 2 horas. • Equipo muestreador en dos posiciones (dentro del casco del trabajador, y, a 30cm del punto de suelda).
Procedimiento Analítico CEL:	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de concentración CO y CO2 según variación de datos registrados. • Cálculo de la concentración total (CEL).
Procedimiento Analítico I:	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del índice de exposición (I).
Criterio de Evaluación:	<ul style="list-style-type: none"> • Normas ACGIH: TLV-TWA es de 25 ppm y de 5000 ppm, para CO y CO2 respectivamente. • Sí, en la primera jornada de trabajo el índice evaluado es $I \leq 0,1$. La concentración es superior al límite establecido.

Resultados

En el primer día de jornada laboral, se analizó los resultados obtenidos, con el equipo analizador Auto-Plus 4-2 modelo Kane con dos puntos de muestreo. La toma de muestras, con la sonda ubicada dentro del casco y a 30 cm del arco de suelda, se realizó al percibir un cambio en los valores tanto de monóxido, así como de dióxido de carbono. Los valores obtenidos por el analizador fueron en valores porcentuales (%), razón por la cual, fue necesario su conversión, a ppm (parte por millón). Los datos obtenidos se los detalla a continuación.

En la primera etapa, se consideró, como punto de inicio del estudio con la sonda ubicada dentro del casco. El tiempo total de exposición, para cumplir con la suelda, con un condón continuo de una viga metálica, fue de un total de 37,8 minutos. El número de muestras de 147, con un valor mínimo de toma de muestras (tiempo de exposición al agente por muestra) de 2 segundos y un máximo de 5 minutos 22 segundos.

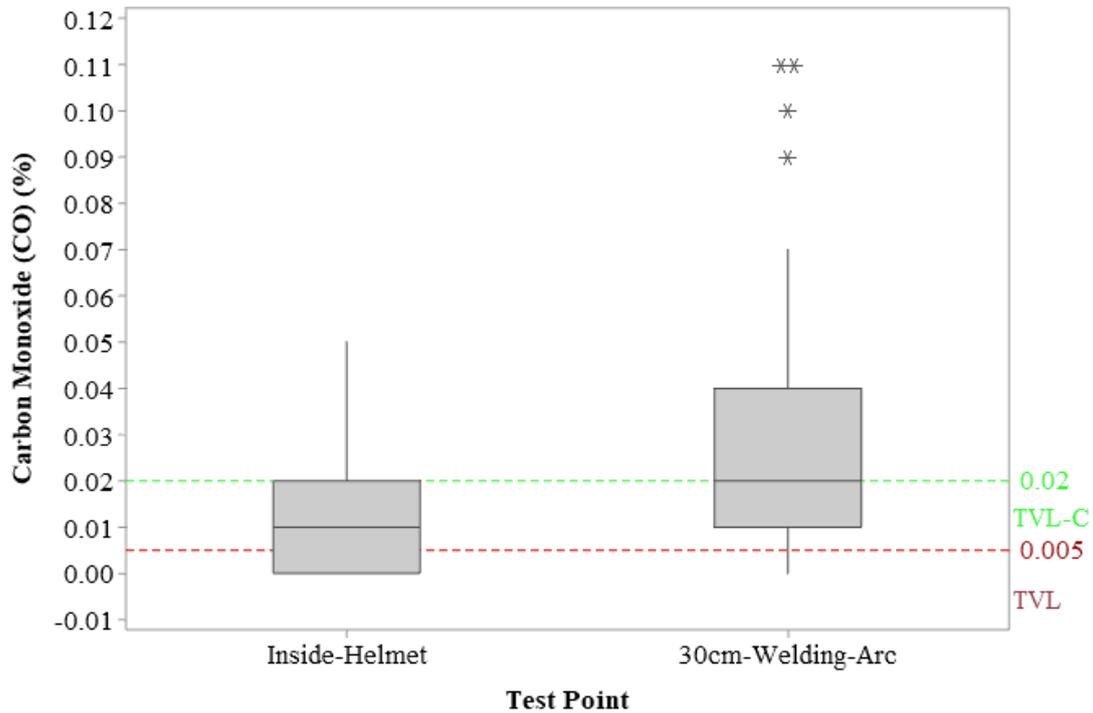
En la segunda etapa se consideró, como punto de inicio del estudio con la sonda ubicada a 30 cm del arco de suelda. El tiempo total de exposición para cumplir con la suelda con un condón continuo de una viga metálica fue de un total de 45,23 minutos. El número de muestras fue de 236 con un valor mínimo de toma de muestras (tiempo de exposición al agente por muestra) de 6,76 segundos y un máximo de 4 minutos 18 segundos.

En la **Figura 3** (realizado con Minitab), se observa los valores porcentuales de monóxido de carbono. Se realiza el análisis a continuación:

- a) En la primera etapa, con el sensor dentro del casco, el valor más bajo fue de 0% (0 ppm) y un valor máximo de 0.050% (500 ppm), el valor de la media es de 0.01435% (143.5 ppm), el de la mediana de 0.01% (100 ppm), y el de la media geométrica es 0.
- b) En la segunda etapa, con el sensor a 30cm del arco de suelda, el valor más bajo fue de 0% (0 ppm) y un valor máximo de 0.110% (1100 ppm), el valor de la media es de 0.02532% (253.2 ppm), el de la mediana de 0.02% (200.0 ppm), y la media geométrica es 0.

Figura 3

Valores porcentuales de monóxido de carbono por cada toma de muestra

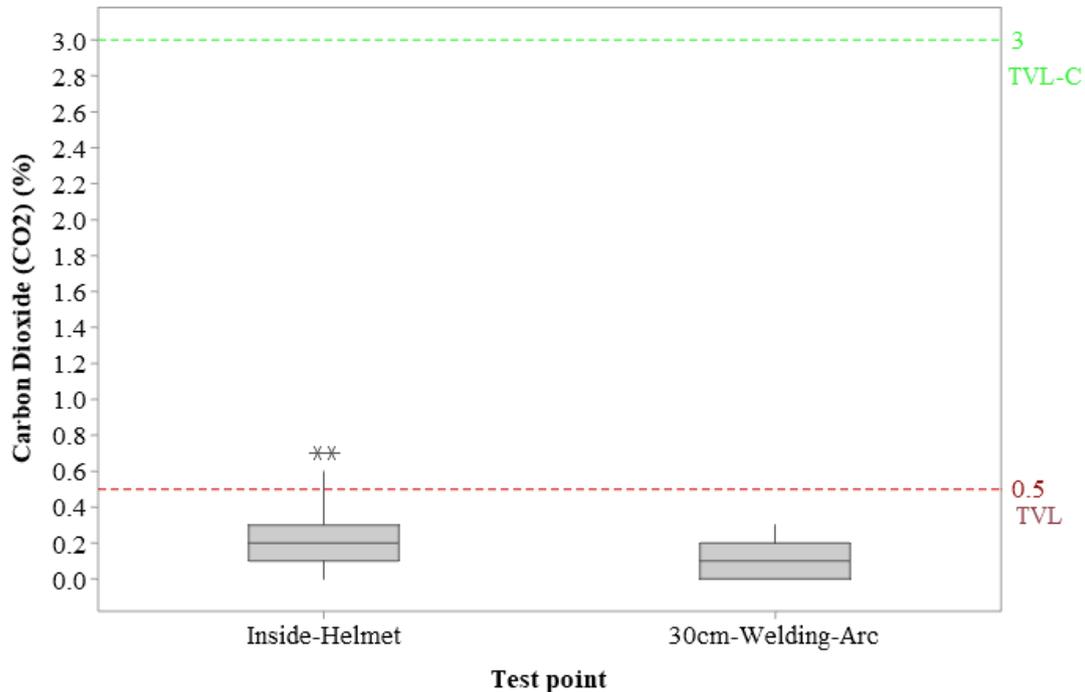


En la **Figura 4** (realizado con Minitab), se observa los valores porcentuales de dióxido de carbono. Se realiza el análisis a continuación:

- En la primera etapa, con el sensor dentro del casco, el valor más bajo fue de 0% (0 ppm) y un valor máximo de 0.70% (7000 ppm), el valor de la media es de 0.2109% y el de la mediana de 0,2%, la media geométrica es 0.
- En la segunda etapa, con el sensor a 30cm del arco de suelda, el valor más bajo fue de 0% (0 ppm) y un valor máximo de 0.30% (3000 ppm), el valor de la media es de 0.10558% y el de la mediana de 0,1%, la media geométrica es 0.
- Se puede evidenciar que, el CO₂ se agrupa en mayor medida dentro del casco.

Figura 4

Valores porcentuales de dióxido de carbono por cada toma de muestra



Con la lectura de los valores porcentuales tanto de MO, así como de CO₂, se procede a calcular la “CEL” y el “I”. Dando como efecto los siguientes datos:

- a) Para el monóxido de carbono:
 - Con la sonda ubicada dentro del casco, la “CEL” es igual a 0.01363316% (136,33157 ppm) y un valor de “I” de 5,453262787.
 - Con la sonda ubicada a 30 cm del arco de suelda, la “CEL” es igual a 0.01083271923% (108,3271923 ppm) y un valor de “I” de 4,333087693.
- b) Para el dióxido de carbono:
 - Con la sonda ubicada dentro del casco, la “CEL” es igual a 0,115652557% (1156,525573 ppm) y un valor de “I” de 0,23131.
 - Con la sonda ubicada a 30 cm del arco de suelda, la “CEL” es igual a 0,039793662% (397,93662 ppm) y un valor de “I” de 0,07959.

Discusión

Según la norma UNE-EN 689:2019+AC:2019, los valores medidos de monóxido de carbono (CO), no deberían sobrepasar de 0,005% (50ppm) en jornada de 8 horas diarias, y tampoco sobrepasar de 0,02 (200 ppm) en 15 minutos continuos de trabajo. Además de

que, los valores medidos de dióxido de carbono (CO₂), no deberían sobrepasar de 0,5% (5000ppm) en jornada de 8 horas diarias, y tampoco sobrepasar de 3% (30000 ppm) en 15 minutos continuos de trabajo.

Según lo expresado por Dimitroulopoulou (2023), los valores medidos de monóxido de carbono (CO), para una jornada de 8 horas diarias debe oscilar entre los 8 ppm y los 80 ppm, en 15 minutos continuos de trabajo debe oscilar entre los 10 ppm y los 125 ppm. Además de que, los valores medidos de dióxido de carbono (CO₂), para una jornada de 8 horas diarias debe oscilar entre los 700 ppm y los 1500 ppm, siendo en un tiempo máximo definido debe oscilar entre los 1000 ppm y los 5000 ppm.

Según lo expresado por Nwabueze (2023), Zhou (2023) y Sukadi (2022) el CO se encuentra entre los gases presentes en los ambientes evaluados relacionados con los procesos de soldadura. Es evidente que, es necesario la mejora de los entornos laborales de los soldadores, como se lo evidencia en los estudios realizados por: Passi (2023), Levchenko (2023), Gourzoulidis (2023), Salah (2023), Kuppusamy (2023), Gupta (2023), Yurt (2023) y Fikayo (2023).

La norma UNE-EN689:2019+AC aplicada por Quishpe (2023), González (2019), además de Illescas (2023), es efectiva, para la ejecución de un procedimiento para el levantamiento de muestras y la evaluación de los ambientes de trabajo para los soldadores, especialmente en espacios reducidos, donde no existe una buena ventilación.

El análisis realizado respecto al monóxido de carbono, los valores oscilan entre 0 ppm y los 1100 ppm, con una media de 253.2 ppm. Siendo que no deben sobrepasar los 125 ppm, según Dimitroulopoulou (2023) en 15 minutos continuos de trabajo; los valores han sobrepasado los límites aceptados. Además, aplicando el procedimiento de evaluación del ambiente de trabajo según la norma UNE-EN689:2019+AC, el valor de “I” es mayor a 1; lo que evidencia que, no se encuentra entre los valores óptimos de análisis; no siendo posible continuar con el levantamiento de muestras en los días subsecuentes, por cuanto se debe realizar las correcciones en el área de trabajo, para continuar con el proceso establecido en la norma.

El análisis realizado respecto al dióxido de carbono, los valores oscilan entre 0 ppm y los 7000 ppm, con una media de 2109.0 ppm. Siendo que no deben sobrepasar los 1500 ppm, según Dimitroulopoulou (2023) para una jornada de 8 horas diarias de trabajo; los valores han sobrepasado los límites aceptados. Además, aplicando el procedimiento de evaluación del ambiente de trabajo según la norma UNE-EN689:2019+AC, el valor de “I” es menor a 1 y menor a 0.25; lo que evidencia que, la ventilación natural del área de disipa en gran medida el dióxido de carbono. Aunque, se debe procurar que los valores medidos con la sonda dentro del casco sean menores, que con la sonda a 30cm del arco de suelda, para continuar con el levantamiento de muestras en los días subsecuentes. Por

lo tanto, se debe realizar las correcciones en el área de trabajo, para continuar con el proceso establecido en la norma.

Finalmente Ridwan (2020), aplica la técnica LEV para los sistemas de ventilación, añadiendo una campana de extracción para que los gases no sobrepasen los 0,30 m medidos desde el punto de suelda.

Conclusiones

- El cálculo de la CEL y el Índice de exposición (I), para el caso del CO, se halla por arriba del valor máximo admisible, en correspondencia con los valores límites establecidos por los organismos reguladores como OSHA, NIOSH, ACGIH, así como los establecidos en la norma UNE-EN689:2019+AC, para cualquier agente contaminante presente en un ambiente de trabajo, como es el caso de estudio del taller de soldadura analizado, el cual puede presentar riesgos laborales para sus trabajadores.
- El procedimiento establecido en la norma UNE-EN689:2019+AC, sirve como referencia para futuras investigaciones, recomendando aplicar el procedimiento nuevamente, utilizando otro equipo analizador, otros tipos de suelda, ampliando el número de mediciones para contrastar los resultados.
- El analizador Auto-Plus 4-2 modelo Kane, es un equipo para análisis de gases de automóviles, pero también registró notablemente los valores de los agentes evaluados en el caso de estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Referencias Bibliográficas

- Arifin, K. A. (2023). Systematic literature review: Characteristics of confined space hazards in the construction sector. *Results in Engineering*, 18, 101188. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101188>
- Dimitroulopoulou, S. D.-S. (2023). Indoor air quality guidelines from across the world: An appraisal considering energy saving, health, productivity, and comfort. *Environment International*, 178, 108127. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108127>
- Fikayo, B. E. (2023). Occupational exposure to welding fumes and associated respiratory morbidities among arc welders in Ikenne, Nigeria. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 33(2). doi:10.4314/ejhs.v33i2.23

- Friend, M. F. (2023). *Fundamentals of occupational safety and health*. Lanham: The Rowman & Littlefield Publishing Group Inc.
- Gabel, C. E. (2023). The HOME-Health (Housing, Environment, and Health) Study; Description of a Danish natural experiment, designed as a longitudinal study with repeated measurements, providing internal-and external validity of the study. *Environmental Health Insights*, 17, 1–14.
<https://doi.org/10.1177/11786302231181489>
- González, L. (2019). Acerca de la prueba estadística de la UNE 689. 1-12.
https://www.researchgate.net/publication/337811303_Acerca_de_la_prueba_estadistica_de_la_UNE_689
- Gourzoulidis, G. A. (2023). Photobiological hazards in shielded metal arc welding. *Physica Medica*, 106, 102520.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1120179722033166>
- Gupta, A. K. (2023). Design and study of an autonomous linear welding robot with mechanical referencing system. *Materials Today: Proceedings*, 547-550.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.111>
- Illescas Aguilar, E. G. (2023). Evaluación de riesgos de seguridad en el trabajo e higiene industrial y planificación preventiva en el montaje de líneas eléctricas en alta tensión. En H. E. Mendoza Armijos, *Libro de Memorias I Congreso Internacional Los Andes Innova*. (p. 53). Santo Domingo - Ecuador: Código Científico Revista de Investigación. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v/n>
- Kuppusamy Vellingiri, S. K. (2023). Assessment of welding fume impacts in a confined workplace by two extraction patterns—a case study of small-scale manufacturing industries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4), 10037-10051. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-22782-7>
- Levchenko, O. D. (2023). Identifying patterns of aerosols formation during contact butt fusion welding. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 123(10), 30-38. doi:10.15587/1729-4061.2023.281011
- Monsé, C. M. (2023). Systemic inflammatory effects of zinc oxide particles: is a re-evaluation of exposure limits needed? *Archives of Toxicology*, 1-6.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00204-023-03567-4>
- Nwabueze, I. C. (2023). Welding Activities and their Associated Impacts in an Urban Area: Necessity for Environmental Standards and Regulation. *Journal of Geography, Meteorology and Environment*, 6(1), 1-9.
<https://journals.unizik.edu.ng/index.php/jgme/article/view/2110>

- Passi, A. N. (2023). Occupational exposure and personal exposure to hazardous air pollutants in underground metro stations and factors causing poor indoor air quality. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-20.
<https://doi.org/10.1007/s11869-023-01378-1>
- Pourjamalavijeh, Z. R. (2023). Pathological changes of lung tissue and oxidative stress in rats exposed to welding fumes. *Research Square*, 1-14.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3287930/v1>
- Quishpe, P. E. (2023). Evaluación higiénica de material particulado en trabajos de soldadura de la empresa SIMSA Metalmecánica S. A. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 7663-7685. doi:10.37811/cl_rcm.v7i2.5904
- Ridwan, M. M. (2020). Design Modelling and Analysis of Welding Fume Extractor. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 10(7), 24-29.
doi:10.9790/9622-1007042429
- Salah, H. G. (2023). Workplace environment and utilization of personal protective equipment among welders In Sharkia Governorate. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 1452-1467.
<https://pnjournal.com/index.php/home/article/view/9668>
- Singh, Z. (2020). Infertility among iron industry workers. *Adv Toxicol Toxic Effects* 4(1), 009-010. <https://dx.doi.org/10.17352/atte.000008>
- Soltanpour, Z. R. (2023). Occupational exposure to metal fumes among Iranian welders: systematic review and simulation-based health risk assessment. *Biological Trace Element Research*, 201(3), 1090-1100.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12011-022-03246-y>
- Sukadi, A. A. (2022). Illness Fatality in Welding Process (Case Report). *IJCOM*, 2(2), 102-106. <https://doi.org/10.53773/ijcom.v2i2.63.102-6>
- Yurt, Y. (2023). Occupational Eye Diseases. *Eurasian Journal of Medical Advances*, 3(1), 0-0. doi:10.14744/ejma.2023.03521
- Zhou, P. M. (2023). The long-term and short-term effects of ambient air pollutants on sleep characteristics in the Chinese population: big data analysis from real world by sleep records of consumer wearable devices. *BMC medicine*, 21(1), 1-16.
<https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-023-02801-1>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

