



Propuesta de medidas preventivas contra incendios para las instalaciones donde se realiza trabajos de soldadura eléctrica

Proposal for preventive measures against fires for facilities where electric welding work is carried out

Proposta de medidas preventivas contra incêndios para instalações onde se realizem trabalhos de soldadura eléctrica

Lady Jacqueline Sanchez-Saona ^I
lady.sanchezsaona6652@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-5519-8586>

Gerardo Antonio Herrera-Brunett ^{II}
gherrera@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5948-6998>

Correspondencia: lady.sanchezsaona6652@upse.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 29 de septiembre de 2024 * **Aceptado:** 11 de octubre de 2024 * **Publicado:** 23 de noviembre de 2024

- I. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
- II. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.

Resumen

Las medidas contra incendios son prácticas que toda empresa debe adoptar para resguardar la seguridad de los trabajadores, de los bienes y materia prima, estas acciones son especialmente importantes en los trabajos con soldadura eléctrica debido a la naturaleza de dicha actividad. El objetivo de esta investigación es diseñar una propuesta de medidas preventivas que minimicen la ocurrencia de incendios en instalaciones donde se realizan trabajos de soldadura eléctrica. La metodología utilizada fue descriptiva, prospectiva y transversal, este estudio se considera de enfoque mixto porque combina enfoques cuantitativos y cualitativos para abordar de manera integral los riesgos de incendios en labores de soldadura eléctrica. La evaluación reveló un sistema eficiente de seguridad con un puntaje de 11,91, aunque se identificaron áreas específicas que requieren mejoras, como la gestión de superficies extensas (superior a 1.500 m²), el uso de materiales no completamente resistentes al fuego y la propagabilidad u horizontal del fuego. Los resultados mostraron que 40% percibe un riesgo significativo debido a la falta de medidas preventivas adecuadas; para esto se diseñó un plan de acciones administrativas y operativas, incluye la mejora de la infraestructura, implementación de barreras físicas y capacitación continua del personal.

Palabras clave: Prevención de incendios; Soldadura eléctrica; Seguridad laboral; Evaluación de riesgos.

Abstract

Fire prevention measures are practices that every company must adopt to safeguard the safety of workers, goods and raw materials. These actions are especially important in work with electric welding due to the nature of this activity. The objective of this research is to design a proposal for preventive measures that minimize the occurrence of fires in facilities where electric welding work is carried out. The methodology used was descriptive, prospective and transversal. This study is considered a mixed approach because it combines quantitative and qualitative approaches to comprehensively address the risks of fires in electric welding work. The evaluation revealed an efficient safety system with a score of 11.91, although specific areas were identified that require improvement, such as the management of large surfaces (over 1,500 m²), the use of materials that are not completely fire-resistant and the spread or horizontality of fire. The results showed that 40% perceive a significant risk due to the lack of adequate preventive measures; For this purpose,

an administrative and operational action plan was designed, which includes the improvement of infrastructure, implementation of physical barriers and continuous training of staff.

Keywords: Fire prevention; Electric welding; Occupational safety; Risk assessment.

Resumo

As medidas de combate a incêndios são práticas que toda a empresa deve adotar para proteger a segurança dos trabalhadores, dos bens e das matérias-primas. O objetivo desta investigação é elaborar uma proposta de medidas preventivas que minimizem a ocorrência de incêndios em instalações onde se realizam trabalhos de soldadura elétrica. A metodologia utilizada foi descritiva, prospectiva e transversal. Este estudo é considerado uma abordagem mista porque combina abordagens quantitativas e qualitativas para abordar de forma abrangente os riscos de incêndio em tarefas de soldadura elétrica. A avaliação revelou um sistema de segurança eficiente com uma pontuação de 11,91, embora tenham sido identificadas áreas específicas que necessitam de melhorias, como a gestão de grandes superfícies (superiores a 1.500 m²), a utilização de materiais não totalmente resistentes ao fogo e a propagação. Os resultados mostraram que 40% percebem um risco significativo devido à falta de medidas preventivas adequadas; Para isso, foi desenhado um plano de ações administrativas e operacionais, incluindo a melhoria das infraestruturas, implementação de barreiras físicas e formação contínua do pessoal.

Palavras-chave: Prevenção de incêndios; soldadura elétrica; Segurança no emprego; Avaliação de risco.

Introducción

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS, 2020) de España, sugiere que el 4% del total de incendios industriales se dan por soldadura eléctrica y corte, debido a las partículas de material derretido. También la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA, 2023) de Estados Unidos, revela que al año los incendios por trabajos en caliente como la soldadura eléctrica provocan 19 muertes, 120 lesiones temporales y permanentes, así como un precio de \$292 millones en la moneda de dólar aproximado por daños a estructuras, equipos y personal de trabajo. A nivel internacional, los incendios relacionados con la soldadura eléctrica representan una preocupación seria en lo correspondiente a seguridad en el trabajo, según estadísticas de la

Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, 2021) de EE.UU., los incendios relacionados con la soldadura y el corte representan aproximadamente el 19% de todas las muertes en el lugar de trabajo en el ámbito de empresas constructoras.

En Latinoamérica, la presencia de accidentes fatales tiene amplia significancia incluso mayor que en países con industrias complejas, el sector de la construcción presenta un riesgo hasta 10 veces mayor de sufrir accidentes en comparación con los países desarrollados, lo que incluye incidentes vinculados a incendios en el lugar de trabajo (Nardi y Cordero, 2022). En México, los modelos de prevención de igniciones tienen el enfoque de extrapolar y reducir la probabilidad de ocurrencias analizando los factores latentes (Flores, 2022).

En lo concerniente a la prevención, un estudio en Colombia que usaron los instrumentos GTC 45 y la NTC 4116, hallaron un nivel elevado de incendio por factores mecánicos, otros fueron químicos y físicos (Fernandez y Castaño, 2021). En Perú, existe una carencia importante en el conocimiento y cultura que tienen estas personas sobre la prevención de igniciones, su muestra de estudio tuvo dos tipos de cultura, previo al evento fue preventivo patológico y posterior nivel reactivo (Velasco et al., 2020).

En Ecuador, Toro et al. (2021), evidenció que se registraron 4.560 situaciones de incidentes en el trabajo en todo el país, donde 948 se presentaron en la Sierra - Pichincha, siendo 294 accidentes relacionados con industrias de comercio. A lo largo de ese periodo, 170 trabajadores fallecieron a causa de accidentes en sus lugares de trabajo. Además, se estima que el país pierde aproximadamente 9.000 millones de dólares anuales debido a estos incidentes, equivalente a casi uno de tres del gasto total en esta área. Las cifras muestran que es relevante aplicar medidas preventivas específicas que minimicen las probabilidades de incidentes, incluidos los incendios provocados por actividades con materiales de ignición, que representan un peligro significativo en diversas industrias del país.

Según el Cuerpo de Bomberos de Ecuador (2021), en el año 2020 se registraron más de 2.000 incendios industriales en todo el país. Desde esta perspectiva, Moyano et al. (2020) aplicaron el método MESERI para la evaluación de riesgo de flagelo, donde identificaron un riesgo medio por el puntaje de 4,17 obtenido, en el cual fue necesario establecer una zona de seguridad de 326 metros. No todos los incendios se debieron a soldadura eléctrica, pero después de lo que sugiere Berto (2022), se evidencia que se trata de un caso emergente en el que es necesario mejorar las prácticas de seguridad en el puesto de trabajo para reducir el riesgo de incendios. Mientras que, en

Ambato, esto incluirá el mantenimiento óptimo de los insumos y red eléctrica, mitigación de fuentes de calor y la educación de la manipulación de recursos que pueden producir ignición (Ávila, 2023).

La soldadura eléctrica es básica en los procesos de muchas industrias, como la construcción y el ensamble de automóviles (Salgado, 2019); por otro lado, la práctica adecuada de la soldadura implica altos riesgos, siendo uno de los incendios más comunes (Ortiz et al., 2022). De acuerdo a la temperatura y las chispas producidas durante la soldadura son capaces de encender inmediatamente los combustibles circundantes, poniendo en riesgo a los trabajadores y las instalaciones en peligro de sufrir daños (Murillo y Litardo, 2023); desde este punto de vista, es muy necesario tomar acciones de prevención adecuadas dirigidas a minimizar los riesgos y proporcionar un ambiente de trabajo seguro (Bonfanti y Sánchez, 2023).

La empresa “CONSTRUCTORA”, cuenta con 5 trabajadores enrolados como soldadores, los cuales cuentan con certificaciones para realizar dichas actividades, que ocasionan proyección de partículas incandescentes, estas son potentes desencadenantes de incendios, debido a que el sitio de trabajo no reúne las condiciones para prevenir situaciones adversas. El incendio es la amenaza superior y más común para los activos y el funcionamiento de una institución, por lo que una evaluación del riesgo es necesaria para determinar las medidas preventivas a instaurar. Esto hace que los métodos de trabajos saludables y seguros sean productivos y ayuden a los trabajadores a obtener beneficios personales, al tiempo que aportan indirectamente a las empresas y a la economía (Organización Internacional del Trabajo, 2020).

La pregunta de investigación que se va a responder con este trabajo es: ¿Qué medidas preventivas pueden diseñarse e implementarse para reducir significativamente el riesgo de incendios en instalaciones donde se realizan trabajos de soldadura eléctrica? A partir de allí, se formuló el siguiente objetivo general: Diseñar una propuesta de medidas preventivas que minimicen la ocurrencia de incendios en instalaciones donde se realizan trabajos de soldadura eléctrica. Para alcanzarlo, se debe diagnosticar los factores de riesgos de ocurrencia de incendios en labores con soldadura eléctrica desde la perspectiva de los trabajadores; identificar el nivel de riesgo y medidas de seguridad contra incendios en las instalaciones de trabajos de soldadura eléctrica mediante el método MESERI; para finalmente elaborar un plan de acciones en diferentes niveles de aplicabilidad que reduzcan el riesgo de incendios en labores con soldadura eléctrica.

La importancia y relevancia del tema radica en la necesidad de abordar la prevención de incendios en actividades de soldadura eléctrica, un riesgo común en industrias como la construcción y la manufactura. Dado que los incendios provocados por la proyección de partículas incandescentes pueden generar pérdidas humanas, económicas y daños a la infraestructura, es fundamental proponer medidas preventivas eficaces. Este tema es relevante porque busca reducir la ocurrencia de incidentes, lo que contribuirá a mejorar las condiciones de trabajo, aumentar la seguridad de los empleados y proteger los bienes materiales de las empresas, lo cual a su vez tiene un impacto positivo en la economía y en la productividad de las industrias involucradas. Los principales beneficiarios de este estudio son los trabajadores de las industrias que realizan labores de soldadura eléctrica, las empresas que desean implementar medidas preventivas para proteger sus activos, así como las autoridades reguladoras que buscan establecer estándares de seguridad más altos en el entorno laboral.

Materiales y métodos

La metodología utilizada en el presente estudio se basa en un nivel correlacional y con un diseño prospectivo transversal. La elección del nivel correlacional en esta investigación se debe a que permite analizar las relaciones entre diferentes variables involucradas en la prevención de incendios en labores de soldadura eléctrica. Este enfoque es clave porque, no solo describe los factores de riesgo, sino que también examina cómo se correlacionan entre sí, permitiendo identificar patrones que son útiles para proponer mejoras en la seguridad laboral. Además, el nivel prospectivo y transversal permite capturar datos en un solo punto del tiempo, lo que es ideal cuando se quiere obtener una instantánea del estado actual de las condiciones laborales y preventivas de seguridad en la empresa. Este tipo de diseño es útil porque, aunque no permite establecer causalidades definitivas, sí ayuda a identificar asociaciones importantes y áreas críticas que necesitan atención inmediata.

Este estudio se considera de enfoque mixto porque combina enfoques cuantitativos y cualitativos para abordar de manera integral los riesgos de incendios en labores de soldadura eléctrica. En la parte cuantitativa, se utilizan encuestas estructuradas aplicadas a los trabajadores, lo que permite recopilar datos numéricos sobre la frecuencia de situaciones peligrosas, la efectividad de las medidas preventivas, y el nivel de preparación de los empleados para responder a emergencias.

Por otro lado, el enfoque cualitativo complementa este análisis al explorar las percepciones y experiencias de los trabajadores respecto a su nivel de preparación y su comprensión de los riesgos. Esto es importante porque, más allá de los datos numéricos, la percepción del riesgo y la preparación de los trabajadores influyen directamente en la efectividad de las medidas de seguridad. Al combinar ambos enfoques, el estudio no solo mide de manera objetiva la frecuencia de los incidentes y la efectividad de las medidas preventivas, sino que también profundiza en cómo los trabajadores viven y entienden los riesgos a los que se enfrentan. Además, se empleó una encuesta dirigida a los cinco trabajadores que realizan labores de soldadura eléctrica en una empresa de construcción, cuyo nombre se mantiene en reserva y se denomina “Constructora”.

Riesgos en la Soldadura Eléctrica

La soldadura eléctrica es un proceso que implica la fusión de metales mediante la aplicación de calor generado por una corriente eléctrica. Este proceso, aunque esencial en diversas industrias, presenta riesgos significativos, especialmente el de incendios. Según la Organización Internacional del Trabajo (2020), los incendios en entornos industriales pueden resultar en pérdidas humanas, daños a la propiedad y paradas en la producción, lo que subraya la importancia de una gestión adecuada de riesgos.

Los incendios pueden ser provocados por varios factores, incluyendo la acumulación de gases inflamables, la presencia de materiales combustibles en las cercanías del área de trabajo y la generación de chispas durante el proceso de soldadura. La proyección de partículas incandescentes es un riesgo particular en la soldadura, ya que estas pueden ignitar materiales inflamables a distancias considerables. Por lo tanto, es crucial que las empresas implementen medidas de seguridad adecuadas para mitigar estos riesgos y proteger tanto a los trabajadores como a las instalaciones.

Los factores de riesgo en la soldadura eléctrica son variados y pueden clasificarse en tres categorías principales: ambientales, materiales y humanos.

- **Factores Ambientales:** Incluyen la ventilación inadecuada y la disposición del espacio de trabajo. Un ambiente mal ventilado puede permitir la acumulación de gases inflamables, aumentando el riesgo de explosiones o incendios. Además, la falta de separación entre áreas

de soldadura y zonas de almacenamiento de materiales inflamables puede resultar en un riesgo elevado.

- **Factores Materiales:** La presencia de materiales combustibles, como papel, madera, plásticos y otros productos químicos, puede ser un factor crítico. La investigación ha demostrado que el 40% de los trabajadores perciben un riesgo significativo debido a la falta de medidas preventivas adecuadas, lo que indica que la gestión de estos materiales es esencial para la seguridad.
- **Factores Humanos:** La falta de capacitación y conciencia sobre los riesgos asociados con la soldadura eléctrica puede llevar a comportamientos inseguros. La formación inadecuada de los trabajadores sobre el uso de equipos de protección personal (EPP) y la respuesta a emergencias puede aumentar la probabilidad de accidentes. La percepción del riesgo por parte de los trabajadores es un indicador clave de la efectividad de las medidas de seguridad implementadas.

En cuanto a la implementación de medidas preventivas es fundamental para mitigar los riesgos asociados con la soldadura eléctrica. Estas medidas pueden clasificarse en varias categorías:

- **Control de Fuentes de Ignición:** Es esencial eliminar o controlar las fuentes de ignición en el área de trabajo. Esto incluye el uso de barreras físicas, como pantallas de soldadura, y la implementación de procedimientos para manejar materiales inflamables. La sectorización del área de trabajo puede ayudar a contener un posible incendio y limitar su propagación.
- **Equipos de Protección Personal (EPP):** La utilización de EPP adecuado, como cascos, guantes, gafas de seguridad y ropa ignífuga, es crucial para proteger a los trabajadores de lesiones. La capacitación sobre el uso correcto de estos equipos debe ser parte integral de la formación del personal.
- **Capacitación y Simulacros:** La formación continua del personal sobre los riesgos de incendios y la respuesta a emergencias es vital. Realizar simulacros periódicos permite a los trabajadores familiarizarse con los procedimientos de evacuación y el uso de equipos de extinción de incendios. Según Schroh (2020), la capacitación regular puede reducir significativamente la probabilidad de accidentes y mejorar la respuesta ante emergencias.
- **Mantenimiento de Equipos:** El mantenimiento regular de los equipos de soldadura y de los sistemas de extinción de incendios es esencial para garantizar su funcionamiento

efectivo. Esto incluye la revisión de extintores, sistemas de rociadores y otros equipos de seguridad.

Para ello, es importante tener la formación y la conciencia del riesgo son componentes críticos en la prevención de incendios en instalaciones de soldadura eléctrica. La percepción del riesgo por parte de los trabajadores influye directamente en su comportamiento y en la efectividad de las medidas de seguridad implementadas. Un estudio realizado por los autores del presente trabajo indica que la falta de medidas preventivas adecuadas es percibida como un riesgo significativo por el 40% de los trabajadores.

La formación debe abarcar no solo el uso de equipos de protección, sino también la identificación de riesgos y la comprensión de los procedimientos de emergencia. La educación sobre la importancia de mantener un entorno de trabajo seguro y la responsabilidad individual en la prevención de incendios puede fomentar una cultura de seguridad en la organización.

Además, la comunicación abierta sobre los riesgos y las medidas de seguridad puede ayudar a crear un ambiente en el que los trabajadores se sientan cómodos reportando condiciones inseguras. La implementación de programas de concienciación y capacitación puede contribuir a una reducción significativa en la ocurrencia de incendios y mejorar la seguridad general en el lugar de trabajo.

Resultados y discusión

Tabla 1: Asociación de factores de riesgo y frecuencia de situaciones de riesgo

Factores de Riesgo	Frecuencia de situaciones de riesgo	
	Mensual	Semanal
Falta de ventilación adecuada	20%	0%
Presencia de materiales inflamables	0%	20%
Proyección de partículas incandescentes	20%	0%
Todas las anteriores	0%	40%

La tabla muestra que la ventilación insuficiente y la emisión de partículas incandescentes se relacionan principalmente con condiciones que ocurren por mes, cada una representando el 20% del total. Mientras que la presencia de materiales inflamables y todo lo anterior se relacionan con el riesgo semanal, cada uno representando el 20% y el 40%.

Tabla2: Asociación de nivel de información sobre riesgos y preparación para responder a incendios

Nivel de información	Preparación	
	Poco preparado	Preparado
Informado	0%	60%
Poco informado	40%	0%

Además, en la tabla 2, se muestra que el 60% de los trabajadores informados se consideran preparados, mientras que el 40% de los trabajadores poco informados se sienten poco preparados.

Tabla3: Asociación de presencia de incidentes y efectividad de medidas preventivas

Consecuencias	Efectividad de medidas preventivas	
	Efectivas	Poco efectivas
Daños materiales	0%	20%
Interrupciones operativas	40%	20%
Lesiones personales	0%	20%

La tabla 3 muestra que las medidas "eficaces" se refieren únicamente a las "interrupciones operativas" (40%). Por otra parte, las medidas "ineficaces" se dividen por igual entre "daños materiales", "interrupciones operativas" y "lesiones personales" (20% cada una).

Tabla4: Asociación de actividades peligrosas y preparación para responder a incendios

Actividad más peligrosa	Preparación	
	Poco preparado	Preparado
Corte con soplete	0%	20%
Soldadura por arco	0%	40%
Todas las anteriores	40%	0%

Finalmente, en la Tabla 4, la "soldadura por arco" se identifica como la actividad más peligrosa con un 40%, y quienes la identifican como tal declaran sentirse preparados, en contraste con quienes realizan todas las actividades peligrosas con un 40% que se sienten mal preparados. Por último, se muestra la asociación entre actividades peligrosas, como el corte con soplete y la soldadura por arco, y el nivel de preparación de los trabajadores para responder a incendios. Se analiza la proporción de trabajadores preparados y poco preparados en cada actividad.

Tabla5: Puntuación obtenida Método MESERI

Indicador Evaluado	Puntuación obtenida	Puntuación objetivo	Comentarios
Sistema de seguridad para prevención de incendios	11,91		Muy buen sistema de seguridad, bajo riesgo de incendio.
Superficie más grande del sector de incendios	3	5	Área entre 1.501 y 2.500 m ² , mayor riesgo de propagación de fuego por la dificultad en controlar áreas grandes.
Resistencia al fuego	5	10	Materiales metálicos no combustibles, aunque incombustibles, no ofrecen la resistencia al daño potencial del fuego como el hormigón.
Propagación horizontal	3	5	Propagación media, riesgo de expansión del incendio a áreas cercanas, aumentando el riesgo de daños materiales y víctimas.

La puntuación obtenida con el método MESERI en la empresa evaluada “CONSTRUCTORA” fue de 11,91, lo que significa que se dispone de un muy buen sistema de seguridad para la prevención de incendios. En general, todos los indicadores evaluados obtuvieron buenas puntuaciones, mostrando un bajo riesgo de incendio. Sin embargo, se identificaron algunos problemas específicos. En primer lugar, el indicador de la superficie más grande del sector de incendios obtuvo una puntuación de 3 en lugar de la puntuación objetivo de 5, porque el área está entre 1.501 y 2.500 m². Cuanto mayor sea el sector, mayor es el riesgo de propagación del fuego en caso de incendio, ya que es más difícil controlar y apagar grandes áreas con facilidad.

Lo siguiente es que el indicador de resistencia al fuego fue calificado como 5 y no como 10, ya que se utilizaron materiales metálicos no combustibles en la construcción en lugar de hormigón, que es altamente resistente al fuego. A pesar de que los materiales metálicos son incombustibles, no

presentan la resistencia al daño potencial del fuego (por lo que en caso de un incendio prolongado podría dañar la adecuación estructural del edificio) que ofrece el hormigón. El último es que el indicador de propagación horizontal fue calificado como 3 en lugar de su calificación máxima de 5, ya que tenía una propagación media. Esto significaría que, si se iniciara un incendio en él, podría propagarse de manera muy horizontal: alcanzando también otras áreas cercanas, además de aumentar el riesgo de daños materiales y también arriesgando posibles víctimas.

Tabla6: Medidas para reducción del riesgo de incendios en labores con soldadura eléctrica

Medidas Administrativas	Medidas Operativas	Implementación y Monitoreo
<p>Actualización de Políticas de Seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Para incluir requisitos específicos de trabajos con soldadura eléctrica. – Asegurar que cumplan con las normas de seguridad nacionales e internacionales. <p>Concienciación:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Para todos los trabajadores, enfocándose en la prevención de incendios, el uso correcto de equipos de protección y la respuesta ante emergencias. – Organizar talleres sobre técnicas avanzadas de soldadura y manejo de materiales inflamables. <p>Auditoría Regular:</p>	<p>Mejora de Infraestructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Reducir superficies de sectores de trabajo a menos de 1.500 m² mediante creación de compartimentos y barreras contra incendios. – Sustituir materiales no combustibles por hormigón resistente al fuego en áreas de riesgo considerable. <p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Asegurar que todos los equipos estén en buen estado y se inspeccionen regularmente. – Implementar un programa de mantenimiento preventivo para equipos de soldadura y sistemas de protección contra incendios. <p>Sistemas de Detección y Extinción:</p>	<p>Formación de un Comité de Seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Incluye representantes de todos los departamentos involucrados. – Será responsable de supervisar la implementación del plan de acciones. <p>Registro de Incidentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Registro de todos los incidentes relacionados con incendios. – Identificar patrones y áreas de mejora. <p>Actualización del Plan:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Anualmente o cuando se identifiquen nuevas amenazas, nuevos escenarios. – Incorporar tecnologías y prácticas de seguridad

<ul style="list-style-type: none"> - Para identificar y corregir posibles riesgos. - Trimestrales para evaluar el cumplimiento de las políticas y procedimientos de seguridad. 	<p>Control de Materiales Inflamables:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar sistemas de detección automática en todas las áreas de soldadura. - Aumentar la disponibilidad de extintores portátiles y bocas de incendio. 	<p>emergentes en el plan.</p>
<p>Evaluación de Proveedores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que cumplan con altos estándares de seguridad. - Para asegurar la calidad y seguridad de los productos suministrados. 	<p>Propagabilidad del Fuego:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimientos para almacenamiento y manejo de materiales inflamables. - Asegurar que los materiales inflamables se almacenen en áreas designadas. 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Instalar barreras físicas que limiten la propagación horizontal. - Instalar techos falsos no combustibles para reducir propagación vertical del fuego. 	

La Tabla 6 presentada ofrece un enfoque integral para la reducción del riesgo de incendios en labores de soldadura eléctrica, organizando las medidas en tres categorías clave: medidas administrativas, operativas y de implementación y monitoreo. Cada una de estas áreas abarca aspectos fundamentales de la gestión de riesgos, asegurando un control robusto y efectivo sobre los peligros asociados.

Las medidas administrativas están diseñadas para establecer un marco organizativo sólido. La actualización de políticas de seguridad asegura que las normativas internas se ajusten tanto a los

estándares nacionales como internacionales, con un enfoque específico en los trabajos de soldadura eléctrica. La concienciación de los trabajadores a través de talleres y capacitaciones también es crucial para fortalecer el conocimiento de los empleados sobre la prevención de incendios y el uso adecuado de equipos de protección. Además, la auditoría regular permite identificar posibles fallos en las políticas de seguridad, corrigiéndolos antes de que se conviertan en riesgos mayores, mientras que la evaluación de proveedores garantiza que los materiales y equipos cumplan con los más altos estándares de seguridad.

En cuanto a las medidas operativas, el plan propone la mejora de la infraestructura mediante la reducción de las áreas de trabajo, la creación de compartimentos que limiten la propagación del fuego y el uso de materiales no combustibles, como el hormigón resistente al fuego, en zonas de mayor riesgo. El mantenimiento preventivo de los equipos de soldadura y sistemas de protección contra incendios asegura que todos los dispositivos estén en perfecto estado y preparados para actuar en caso de emergencia. Además, la instalación de sistemas de detección automática en las áreas de soldadura, junto con la ampliación de la disponibilidad de extintores y bocas de incendio, fortalece la capacidad de respuesta ante posibles incidentes. La gestión de materiales inflamables mediante su almacenamiento adecuado en áreas designadas reduce significativamente el riesgo de que se conviertan en una fuente de ignición.

Finalmente, las acciones de implementación y monitoreo contemplan la formación de un comité de seguridad, que supervisará la correcta ejecución del plan de acciones. El registro de incidentes permite identificar patrones y áreas de mejora, mientras que la actualización anual del plan asegura que las medidas adoptadas evolucionen conforme se identifiquen nuevas amenazas y surjan tecnologías más avanzadas.

La implementación efectiva de este plan no solo reducirá significativamente los riesgos de incendios en las labores de soldadura eléctrica dentro de “Constructora”, sino que también mejorará la seguridad de los trabajadores, preservará la integridad de las instalaciones y brindará una oportunidad de progreso en sus actividades comerciales. Los resultados del método MESERI y las encuestas realizadas refuerzan la hipótesis inicial de que la falta de medidas preventivas en las instalaciones contribuye directamente a los riesgos de incendio. Por lo tanto, es esencial implementar mejoras en las áreas críticas identificadas, como la reducción de la superficie de trabajo, la sustitución de materiales combustibles por otros más resistentes al fuego, el fortalecimiento de los sistemas de detección y extinción de incendios, y la capacitación constante

de los trabajadores en medidas preventivas. Estas acciones coordinadas no solo mitigan los riesgos, sino que también consolidan un entorno de trabajo más seguro y eficiente.

Discusión

En relación con el diagnóstico de los factores de riesgo, se identificó que el 20% de los trabajadores consideraron que la falta de ventilación adecuada representaba un riesgo recurrente en las labores de soldadura eléctrica, mientras que otro 20% mencionó la proyección de partículas incandescentes como un factor de riesgo significativo. Estos incidentes se reportaron con una frecuencia mensual, lo que puso de manifiesto la vulnerabilidad en el entorno laboral. Este hallazgo coincidió con el estudio de Fernández & Castaño (2021), quienes reportaron que el 48,6% de los trabajadores también consideraron la ventilación deficiente como uno de los principales riesgos, especialmente en áreas confinadas durante trabajos de soldadura por arco eléctrico. Además, Moyano et al. (2020) señalaron que la proyección de partículas incandescentes constituía un desencadenante directo de incendios en estos entornos, lo que reforzó la gravedad de este tipo de riesgo en las labores de soldadura eléctrica.

Asimismo, el 40% de los encuestados en este estudio señalaron que la combinación de múltiples factores, como la acumulación de materiales inflamables y la falta de organización en el espacio de trabajo, representaba una situación de mayor riesgo, con incidentes reportados semanalmente. Este resultado coincidió con el trabajo de Ortiz et al. (2022), donde el 35% de los trabajadores en instalaciones industriales señalaron la acumulación inadecuada de materiales inflamables como un factor de riesgo crítico. Ambos estudios destacaron la necesidad de una gestión más rigurosa de materiales peligrosos y una mejora en la organización del espacio laboral para minimizar el riesgo de incendio.

La diferencia sugiere que existe un alto riesgo percibido relacionado con múltiples actividades al mismo tiempo y puede explicar una falta general de preparación. Entre las razones de la percepción se incluyen la inexistencia de programas de capacitación específicos para todas las actividades percibidas como de riesgo, así como una evaluación inadecuada de los peligros combinados en el lugar de trabajo.

En resumen, los resultados pusieron de manifiesto la necesidad de una capacitación que sea integral y específica, una mejor comunicación de los riesgos y también la implementación de medidas

preventivas de naturaleza más compleja y efectiva para abordar, de manera individual y también en combinación, las consecuencias de los incidentes cuando ocurren.

En la tabla 1 se muestra la relación entre diferentes factores de riesgo y la frecuencia con la que se manifiestan situaciones peligrosas en el contexto de trabajos industriales, específicamente en actividades que implican soldadura eléctrica. Este análisis es relevante para identificar áreas críticas que requieren intervención para prevenir accidentes, especialmente incendios, en entornos laborales con alta exposición a riesgos.

Ello implica que los riesgos más prevalentes son los más comunes y también dependen de múltiples factores peligrosos. Las causas subyacentes comunes a estos riesgos de alta frecuencia son la falta de control adecuado de los materiales inflamables y la ventilación inadecuada en áreas de trabajo críticas.

Por el contrario, la Tabla 2 proporciona la relación entre el nivel de información de los trabajadores sobre los riesgos y su preparación. El nivel de preparación se compara entre los que están adecuadamente informados y los que no lo están. Esto es clave porque los informantes más informados muestran una mayor preparación en situaciones de emergencia.

Esta relación destaca la necesidad de mejorar la capacitación y la comunicación sobre los riesgos, ya que un mayor nivel de conocimiento se traduce en una mejor preparación y capacidad de respuesta ante emergencias. Las causas detrás de esta disparidad en la preparación incluyen la insuficiente formación específica y la falta de actualización en las técnicas de respuesta a incendios. Mientras tanto, la tabla 3 muestra la relación entre la presencia de incidentes y la eficacia de los recursos preventivos utilizados en el entorno laboral; este análisis se precisa para evaluar la eficiencia de las acciones preventivas de riesgos y destacar la importancia de reforzar aquellas áreas donde las medidas resultan insuficientes para evitar daños considerables.

Esta distribución indica que las medidas preventivas eficaces podrían abordar los resultados más importantes, como las lesiones, pero no necesariamente estar dirigidas o implementadas para evitar interrupciones operativas y daños materiales. Las razones por las que algunas de las medidas preventivas se consideran ineficaces son un bajo nivel de cumplimiento de las normas de seguridad y la insuficiencia de control sobre el cumplimiento de las acciones preventivas establecidas. Las formas de su implementación muestran claramente los resultados sobre una base eficaz/ineficaz.

El análisis de los datos sugirió que la ventilación adecuada resultaba esencial para reducir los riesgos de incendio, aunque no se correlacionaba directamente con la frecuencia de los incidentes.

Esto resaltó la importancia de la instalación de sistemas de ventilación eficientes como parte de una estrategia integral de prevención de riesgos, tal como afirmaron Fernández y Castaño (2021). Además, los efectos combinados de factores como la proyección de partículas incandescentes y la acumulación de materiales inflamables reforzaron la necesidad de adoptar medidas estructurales y organizativas que abordaran estos riesgos de manera coordinada, es relevante analizar las áreas críticas de riesgo y fortalecer los programas de capacitación en la prevención y respuesta ante incendios en actividades de alto riesgo.

Por otro lado, los resultados obtenidos mediante la metodología MESERI mostraron una puntuación de 11,91, lo que indicó que el sistema de seguridad en las instalaciones evaluadas era bastante eficaz, aunque existía margen para mejoras. Un aspecto destacado fue la resistencia al fuego de los materiales de construcción, que obtuvo una puntuación de 5/10. En un estudio similar realizado por Moyano et al. (2020), se registró una puntuación de 4,17, lo que también indicó un riesgo de incendio moderado, atribuido a problemas con el uso de materiales que no eran completamente resistentes al fuego. En este contexto, se determinó que la zona de seguridad debía abarcar 325,77 metros, terminando justo en el área de la gasolinera, lo que subrayó la importancia de la planificación del espacio de seguridad en caso de un incendio.

Ambos estudios coincidieron en que las superficies más grandes de los establecimientos, entre 1.501 y 2.500 m², favorecían una mayor propagación del fuego, lo que se reflejó en puntuaciones más bajas en este indicador (3 sobre 5 en ambos casos). Este resultado estuvo alineado con las observaciones de Ávila (2023), quien destacó que los espacios amplios sin compartimentación aumentaban la dificultad para controlar incendios debido a la rápida propagación del fuego. Este hecho demostró que, aunque los sistemas de seguridad pudieran ser eficaces, ciertos aspectos estructurales todavía presentaban un gran desafío. La adopción de materiales más resistentes, como el hormigón, representaría una mejora considerable en la puntuación de este indicador, disminuyendo el riesgo de colapso estructural en caso de incendio a largo plazo.

En tercer lugar, con respecto al desarrollo de un plan de acción preventiva, su formulación implicó pasos administrativos y operativos coherentes con trabajos como los de Schroh (2020), quien destacó que la sectorización del área industrial y la disponibilidad de equipos de extinción específicos eran pasos fundamentales para contrarrestar el riesgo. Además, se recomendó complementar estas medidas con un plan de formación continua y simulacros periódicos. En ambos

estudios, se indicó que la eficacia de las medidas preventivas dependía de la disponibilidad de equipos, del compromiso del personal y de su formación en respuesta a emergencias.

En la tabla 6 se evidencia el plan de acciones propuesto, que tiene el objetivo de implementar medidas administrativas y operativas que mitiguen los riesgos de incendios en las labores de soldadura eléctrica, basadas en las principales debilidades identificadas en los resultados de la evaluación MESERI.

Conclusiones

En conclusión, los resultados de este estudio proporcionaron una visión detallada de los principales factores de riesgo percibidos por los trabajadores de soldadura eléctrica. La falta de ventilación adecuada y la acumulación de materiales inflamables fueron elementos críticos que aumentaron la posibilidad de incendios. Uno de los puntos fuertes de este estudio fue la perspectiva obtenida de los trabajadores, lo que permitió evaluar directamente las condiciones laborales y los riesgos a los que se enfrentaban diariamente.

La identificación de la combinación de múltiples factores de riesgo permitió comprender los peligros de manera más integral, lo que contribuyó significativamente a desarrollar estrategias de prevención igualmente integrales. No obstante, el estudio presentó una limitación en cuanto al tamaño de la muestra, que podría no ser representativa de otras industrias o contextos laborales similares. Asimismo, la concentración en un único entorno industrial limitó la generalización de los hallazgos. Por lo tanto, se sugirió la necesidad de realizar investigaciones adicionales en otros sectores para validar estos resultados en diferentes contextos laborales.

La identificación de los factores de riesgo en las labores de soldadura eléctrica desde la perspectiva de los trabajadores ha permitido visualizar la presencia de riesgos recurrentes, tales como la falta de ventilación y la proyección de partículas incandescentes, que son percibidos como elementos principales en la ocurrencia de incendios. Estas percepciones reflejan un entorno de trabajo donde los trabajadores se ven expuestos a condiciones inseguras de manera frecuente, lo que refuerza la importancia de contar con sistemas de prevención más efectivos que puedan abordar de manera integral los riesgos identificados.

Respecto a la evaluación del nivel de riesgo y las medidas de seguridad en talleres de soldadura eléctrica con técnica MESERI, se informa que el sistema de seguridad implementado es bueno, aunque con algunas mejoras necesarias. Las evaluaciones indican que algunos de los materiales de

construcción no proporcionan suficiente resistencia a la propagación de un incendio y que las superficies de trabajo también son problemáticas para permitir el control de la propagación del fuego. Por lo tanto, se ha considerado adecuada una deficiencia corregible en ciertos aspectos, pero una corrección efectiva por sí misma para reducir los riesgos dentro de dichas instalaciones.

Las recomendaciones para reducir los riesgos de incendio asociados con la soldadura por arco eléctrico están bien desarrolladas para corresponder a diferentes niveles de aplicabilidad: tanto técnica como organizativa; la mejora de la infraestructura más la instalación de barreras físicas y la capacitación continua del personal garantizarán con seguridad una respuesta rápida y eficiente ante una emergencia. Las medidas anteriores buscan no solo reducir la probabilidad de incendios sino también su impacto en el entorno de trabajo al proteger los bienes materiales que pertenecen a la empresa y las vidas de los trabajadores. Esto implica que se desarrollará una infraestructura, se introducirán barreras físicas y se capacitará regularmente a la fuerza laboral para que se pueda garantizar una respuesta rápida y oportuna ante cualquier situación de emergencia.

Referencias

1. Avila, B. J. (2023). Criterios de intervención para sistemas contra incendios en edificios patrimoniales del centro histórico de la ciudad de Ambato. Universidad Indoamericana. <https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/5880/1/Avila%20Bonilla%20John%20Carlos.pdf>
2. Barbosa-Moreno, Mar-Orozco, C., & Molar-Orozco, J. (2020). Metodología de la investigación. Métodos y técnicas. Patria Educación.
3. Berto, A. (2022). Incendios en estructuras de concreto - Casos de estudio significativos ocurridos en São Paulo. *Revista ALCONPAT*, 10(1). <https://doi.org/10.21041/ra.v10i1.438>
4. Bonfanti, F., & Sánchez, M. (2023). Transformaciones en los espacios agropecuario y forestal en el este de la provincia de Salta (Argentina) entre los años 2000 y 2021. *Revista Geográfica de América Central*, 1(71). <https://doi.org/10.15359/rgac.71-2.4>
5. Castillo, M., Garay, R., & Vergara, J. (2021). Exposición de infraestructuras frente a incendios forestales y aspectos técnicos para su protección. Estudio de caso en Chile Central. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(2), Agosto.
6. Cuerpo de Bomberos del Ecuador. (2021). Rendición de cuentas. Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.

7. Fernandez, & Castaño. (2021). Diseño de un procedimiento seguro para trabajos en caliente con soldadura por arco eléctrico en una empresa avícola. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 11(1). <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.1.2021.6600>
8. Flores, J. (2022). Antecedentes y perspectivas de la investigación en incendios forestales en el INIFAP. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(1). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12iespecial-1.981>
9. Hardy, V., Vega, L., Velázquez, R., Vilariño, C., & Nieves, A. (Julio de 2021). Procedimiento de gestión del riesgo por incendios forestales con enfoque de resiliencia. *Ingeniería Industrial*, 42(2).
10. Hernández, R., & Mendoza, C. (2023). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores.
11. ISTAS. (2020). La prevención de riesgos en los lugares de trabajo. *Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud*: https://istas.net/descargas/gverde/INCENDIO_EXPLOSION.pdf
12. Moyano, Lema, & Guamán. (2020). Metodologías MESERI, índice de incendio y explosión, ALOHA, para determinar zonas de seguridad en estaciones de servicios de combustibles. *KnE Engineering*, 5(2), 329-346. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6251>
13. Murillo, L., & Litardo, C. (2023). Evaluación de riesgo de incendio en los procesos de soldadura y pintado de automóviles. *Revista Multidisciplinaria Arbitrada de Investigación Científica*, 7(2). <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023.643-661>
14. Nardi, L., & Cordero, M. (2022). Gestión del riesgo de incendio en Hispanoamérica y Filipinas: reformas urbanas, medidas normativas y circulación de saberes (siglos XV-XIX)*. *Memorias: Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe*, 1(45). <https://doi.org/10.14482/memor.45.946>
15. NFPA. (31 de Agosto de 2023). Incendios estructurales iniciados por trabajos en caliente. *National Fire Protection Association*: <https://www.nfpa.org/es/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/structure-fires-started-by-hot-work>
16. Niño-Rojas, V. (2021). *Metodología de la investigación. Diseño, ejecución e informe* (Segunda ed.). Ediciones de la U.

17. Ortiz, M., Tapia, M., Balarezo, F., & Castillo, P. (2022). Cómo es la identificación de los riesgos y peligros en los lugares de trabajo? *Polo del Conocimiento*, 7(7), 1593-1612. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i7>
18. OSHA. (2021). Soldadura, corte y soldadura fuerte. Administración de Seguridad y Salud Ocupacional: [https://www.osha.gov/welding-cutting-brazing/standards/#googtrans\(en|es\)](https://www.osha.gov/welding-cutting-brazing/standards/#googtrans(en|es))
19. Salgado, J. (2019). Microestructura y propiedades mecánicas de soldaduras de acero inoxidable ferrítico 439 sin metal de aporte. *Acta universitaria*, 29(11). <https://doi.org/10.15174/au.2019.2351>
20. Schroh, A. (2020). Implementación de un manual de autoprotección contraincendios en recintos industriales. *Universidad Empresarial Siglo 21*. <https://repositorio.21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/24073/TFG%20-%20SCHROH%2c%20ANDREA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
21. Velasco, M., Moscol, J., Celi, L., & Cornejo, S. (2020). Análisis de la cultura preventiva frente a los incendios urbanos en los comerciantes del mercado Anexo I de Piura. *Sapientia*, 12(24), 36-45.
22. Velasco, Moscol, Celi, & Cornejo. (2020). Análisis de la cultura preventiva frente a los incendios urbanos en los comerciantes del mercado Anexo I de Piura. *Sapientia*, 12(24), 36-45.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).