

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO



Estrategias para el control del Riesgo Químico, generado por los Humos y Gases de la Soldadura
de Estaño en los Técnicos de Mantenimiento de Equipos Electrónicos de la Empresa CR&CR
180 S.A.S

Brayan Mauricio Gil Monzón
Juan Camilo Guzmán Grandas
Julieta Chalarca Maldonado
María del Carmen Torres Muñoz
Marlly Tatiana Pérez Vargas

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría UNIMINUTO Bogotá
Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

14 de diciembre de 2024, Bogotá D.C.

Estrategias para el control del Riesgo Químico, generado por los Humos y Gases de la Soldadura
de Estaño en los Técnicos de Mantenimiento de Equipos Electrónicos de la Empresa CR&CR
180 S.A.S

Brayan Mauricio Gil Monzón

Juan Camilo Guzmán Grandas

Julieta Chalarca Maldonado

María del Carmen Torres Muñoz

Marlly Tatiana Pérez Vargas

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia en
Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

Asesor(a)

José Alberto Figueroa Fernández

M.Sc. Ing. Forestal.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría UNIMINUTO Bogotá

Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

14 de diciembre de 2024, Bogotá D.C.

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, quienes con su apoyo incondicional y motivación constante han sido el pilar fundamental en nuestro desarrollo personal y profesional, este trabajo es el reflejo del esfuerzo colectivo y el deseo de aportar soluciones significativas en beneficio de la sociedad y el bienestar laboral.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente a nuestra institución educativa y a quienes nos guiaron con su conocimiento y experiencia, permitiéndonos llevar a cabo este proyecto. Reconocemos la colaboración de las entidades que nos brindaron acceso y confianza para aplicar nuestras propuestas, así como a nuestros compañeros y seres queridos, por su paciencia, aliento y compromiso en cada paso de este camino.

También extendemos nuestra gratitud a todas las personas y organizaciones que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Contenido

Resumen ejecutivo	8
Abstract	9
Introducción	10
1. Problema	11
1.1. Descripción del problema	11
1.2. Pregunta de investigación	12
2. Objetivos	12
2.1. Objetivo general	12
2.2. Objetivos específicos	12
3. Justificación	13
4. Marco de referencia	14
4.1. Marco Teórico	15
4.2. Marco Conceptual	21
4.3. Marco Legal	24
5. Metodología	26
5.1. Enfoque y alcance de la investigación	27
5.2. Población y muestra	29
5.3. Tipo de investigación	29
5.4. Instrumentos de investigación	30
5.5. Procedimientos	32
5.6. Análisis de información	34
5.7. Consideraciones Éticas	35
6. Cronograma	35

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

7. Presupuesto	35
8. Resultados y discusión	35
9. Conclusiones	55
10. Recomendaciones	57
11. Referencias Bibliográficas	60
Anexos	67

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Lista de Figuras

Figura 1	26
Figura 2	26
Figura 3	27
Figura 4	38
Figura 5	39
Figura 6	40
Figura 7	41
Figura 8	42
Figura 9	43
Figura 10	44
Figura 11	45
Figura 12	46
Figura 13	48
Figura 14	49
Figura 15	50
Figura 16	51
Figura 17	52
Figura 18	52
Figura 19	53

Lista de Tablas

Tabla 1	36
Tabla 2	81
Tabla 3	83
Tabla 4	85

Lista de Anexos

Anexo 1	67
Anexo 2	70
Anexo 3	70

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Anexo 4	71
Anexo 5	72
Anexo 6	72
Anexo 7	73
Anexo 8	75
Anexo 9	87

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Resumen ejecutivo

La empresa CR&CR 180 S.A.S., dedicada al mantenimiento de equipos de telecomunicaciones, enfrenta un problema significativo relacionado con la salud ocupacional de sus técnicos de mantenimiento. La exposición constante a humos de soldadura de estaño ha incrementado las patologías respiratorias en sus empleados, afectando su productividad debido a incapacidades médicas recurrentes.

El objetivo general de esta investigación es diseñar estrategias que minimicen los riesgos derivados de dicha exposición. Para lograrlo, se plantearon objetivos específicos como evaluar la efectividad de los elementos de protección respiratoria, analizar las causas de ausentismo por patologías respiratorias, y desarrollar un plan de acción basado en los hallazgos.

La metodología adoptada combinó enfoques cuantitativos y cualitativos, mediante encuestas, análisis de registros médicos y revisión documental de la matriz de peligros. Los resultados revelaron deficiencias en la selección y uso de EPP, una falta de ventilación adecuada en los espacios de trabajo, y carencias en las capacitaciones sobre manejo de riesgos químicos.

Se concluye que la implementación de controles de ingeniería, junto con un programa de capacitación continuo y la mejora de los sistemas de ventilación, son esenciales para mitigar los riesgos químicos. Se recomienda adquirir EPP adecuados, actualizar protocolos de seguridad y fomentar una cultura de autocuidado en los trabajadores.

Estas acciones no solo mejorarán la salud y seguridad del personal, sino que también optimizarán la productividad de la empresa, alineándose con las normativas colombianas e internacionales en seguridad y salud ocupacional.

Palabras clave: humos de soldadura, soldadura, enfermedades soldadura, partículas ultrafinas en soldadura, enfermedades, EPP

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Abstract

The company CR&CR 180 S.A.S., dedicated to the maintenance of telecommunications equipment, faces a significant problem related to the occupational health of its maintenance technicians. Constant exposure to tin solder fumes has increased respiratory pathologies in its employees, affecting their productivity due to recurrent medical disabilities.

The general objective of this research is to design strategies that minimize the risks derived from such exposure. To achieve this, specific objectives were set such as evaluating the effectiveness of respiratory protection elements, analyzing the causes of absenteeism due to respiratory pathologies, and developing an action plan based on the findings.

The methodology adopted combined quantitative and qualitative approaches, through surveys, analysis of medical records, and documentary review of the hazard matrix. The results revealed deficiencies in the selection and use of PPE, a lack of adequate ventilation in workspaces, and deficiencies in training on chemical risk management.

It is concluded that the implementation of engineering controls, together with a continuous training program and the improvement of ventilation systems, are essential to mitigate chemical risks. It is recommended to acquire adequate PPE, update safety protocols and promote a culture of self-care in workers. These actions will not only improve the health and safety of personnel, but will also optimize the productivity of the company, aligning with Colombian and international regulations on occupational health and safety.

Keywords: welding fumes, welding, welding diseases, ultrafine particles in welding, diseases, PPE.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Introducción

En el contexto actual de la empresa CR&CR 180 S.A.S, dedicada al servicio de mantenimiento de equipos de telecomunicaciones en el sector comercial de seguridad y vigilancia, se ha identificado un problema significativo relacionado con la salud ocupacional de su personal técnico. Este equipo de técnicos de mantenimiento ha experimentado una creciente incidencia de problemas respiratorios, lo cual ha impactado directamente en su productividad laboral debido a las frecuentes incapacidades médicas reportadas al área de talento humano de la empresa.

El problema se asocia con la exposición continua a humos y gases tóxicos derivados del proceso de soldadura de estaño, que se realiza sin la implementación adecuada de métodos de protección respiratoria. Esta actividad específica consiste en la aplicación de soldadura de estaño en tarjetas electrónicas de radio para su reparación, lo cual implica un riesgo directo en la salud de los técnicos involucrados.

Este fenómeno no es exclusivo de CR&CR 180 S.A.S. Estudios internacionales han señalado la relación entre la exposición a humos de soldadura en la industria electrónica y enfermedades respiratorias crónicas. Por ejemplo, Haluza et al. (2013) documentaron en un estudio longitudinal de nueve años los efectos adversos de la exposición ocupacional a humos de soldadura en la función pulmonar de trabajadores, destacando la prevalencia de rinitis crónica y otras afecciones respiratorias graves. Adicionalmente, Guha et al. (2017), en su evaluación realizada por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), concluyeron que los humos de soldadura están asociados con un riesgo significativo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos de manera constante.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar en detalle la situación actual de los técnicos de mantenimiento de CR&CR 180 S.A.S., evaluando los impactos tanto en la salud de los empleados como en la operatividad de la empresa. A partir de los resultados obtenidos, se propondrán medidas para mitigar los riesgos generados por la exposición a este químico, con base en las mejores prácticas de salud ocupacional y estándares internacionales.

1. Problema

1.1. Descripción del problema

La empresa CR&CR 180 S.A.S se dedica a prestar servicios de mantenimiento de equipos de telecomunicaciones en el sector comercial, específicamente en áreas de seguridad y vigilancia. Se ha detectado un incremento de enfermedades del sistema respiratorio en los técnicos de mantenimiento de equipos electrónicos, lo cual tiene una incidencia directa en las actividades laborales.

Esta situación relacionada con la salud ocupacional tiene un impacto significativo en la productividad de la empresa, dado que las múltiples incapacidades médicas presentadas al área de talento humano disminuyen la capacidad operativa, causando una reducción en la eficiencia y afectando la competitividad de la empresa. El diagnóstico principal identificado según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) es el código J68, que hace referencia a las afecciones respiratorias causadas por la inhalación de gases, humos, vapores y sustancias químicas.

Dicho diagnóstico está en línea con los resultados obtenidos de la recolección y análisis de la información, en los que se ha identificado que los técnicos no están utilizando adecuadamente los elementos de protección personal (EPP). Los elementos utilizados no

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

cumplen con los estándares técnicos para el desempeño de sus actividades o no cuentan con la capacitación sobre el uso apropiado de los EPP, exponiéndose a la inhalación de gases, humos, vapores y sustancias químicas derivadas de la soldadura de estaño.

Para abordar el problema descrito, es fundamental formular estrategias que se deberían implementar con el propósito de mitigar el impacto del riesgo químico generado por los humos y gases de la soldadura de estaño en los técnicos de mantenimiento de equipos electrónicos de la empresa CR&CR 180 S.A.S.

1.2. Pregunta de investigación

¿Qué estrategias permiten mitigar las consecuencias a la salud dadas por la exposición a humos y gases por soldadura de estaño?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Diseñar un plan de acción que implemente medidas de control y prevención que minimice la exposición a humos de soldadura en los técnicos de mantenimiento, basado en el análisis de los riesgos identificados y mejorar prácticas de salud ocupacional.

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Evaluar la efectividad de los elementos de protección respiratoria para controlar el riesgo químico en los técnicos de mantenimiento de Equipos Electrónicos.
- ❖ Identificar las causas de ausentismo.
- ❖ Desarrollar estrategias para mitigar las consecuencias generadas por la exposición a humos de soldadura en los técnicos.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

3. Justificación

En Colombia, las normativas en materia de salud ocupacional enfatizan la importancia de proteger a los trabajadores frente a los riesgos laborales. Documentos como la Resolución 2400 de 1979, el Título IV de la Ley 1562 de 2012, el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019 establecen lineamientos claros sobre seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) requiere que las empresas identifiquen, evalúen y controlen los riesgos laborales de manera sistemática.

Esta situación ha reducido significativamente la productividad por las constantes incapacidades médicas relacionadas con alteraciones respiratorias. La principal actividad que parece estar contribuyendo a estos problemas es el uso de soldadura con estaño en la reparación de tarjetas electrónicas de radios.

Es fundamental abordar esta problemática no solo desde una perspectiva de salud y seguridad laboral, sino también como una estrategia para mejorar la productividad y el bienestar general del personal. Implementar medidas de higiene industrial, fomentar el autocuidado entre los trabajadores y proporcionar información clara y concisa sobre los riesgos asociados a la soldadura con estaño son pasos esenciales para mitigar estos riesgos. Reconocer y actuar sobre las afectaciones de las enfermedades respiratorias derivadas de estas actividades permitirá a la empresa no solo cumplir con las normativas de salud ocupacional, sino también mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable, promoviendo así la sostenibilidad y el desarrollo a largo plazo de la empresa.

Dicho esto, la pertinencia de esta investigación se refleja en la necesidad urgente de abordar una problemática de salud específica en el contexto laboral de CR&CR 180 S.A.S. Los

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

hallazgos proporcionarán datos valiosos sobre la exposición a humos de soldadura, que pueden extrapolarse a otras empresas del sector de telecomunicaciones y electrónica.

Además, los resultados del estudio pueden influir en la revisión y actualización de las normativas colombianas sobre salud ocupacional, contribuyendo al conocimiento científico sobre los efectos de la soldadura de estaño y proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y políticas públicas. Casos documentados en otras industrias han demostrado que la implementación de medidas preventivas, como la ventilación adecuada y el uso de equipos de protección personal, es efectiva para mejorar la salud de los trabajadores (López et al., 2018; Smith & Jones, 2017).

4. Marco de referencia

En la presente investigación se aborda los problemas de salud en los técnicos de mantenimiento de equipos electrónicos de la empresa CR&CR 180 S.A.S., derivados de la exposición a humos y gases tóxicos durante las labores de soldadura de estaño. Para entender y contextualizar adecuadamente este fenómeno, se ha estructurado un marco de referencia que incluye el marco teórico, conceptual y legal. El marco teórico proporciona una base científica sobre la salud ocupacional, el impacto de los humos y gases tóxicos en la salud. El marco conceptual aclara los términos y conceptos clave como el clima laboral, la cultura de seguridad y salud ocupacional y los riesgos laborales. Finalmente, el marco legal expone las normativas colombianas relevantes que regulan la seguridad y salud en el trabajo, asegurando que la investigación se enmarque en un contexto normativo adecuado.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Este enfoque integral permite identificar y analizar las causas de los problemas de salud en los trabajadores, así como proponer estrategias efectivas para mitigarlos y fomentar una cultura de seguridad y salud ocupacional en la empresa.

4.1. Marco Teórico

Se realizó una búsqueda en bases de datos como: Scielo, ResearchGate, y ScienceDirect, cuyas publicaciones estuvieron asociadas a temas de medicina, salud ocupacional, soldadura electrónica, humos y gases. Las siguientes palabras clave fueron utilizadas para la presente investigación: humos de soldadura, soldadura, enfermedades soldadura, partículas ultrafinas en soldadura y enfermedades, entre otras.

La salud ocupacional se refiere a la promoción y el mantenimiento del más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones (Organización Mundial de la Salud, 2020). Su importancia radica en la prevención de enfermedades y accidentes laborales, lo cual se traduce en un incremento en la productividad y la satisfacción laboral (Benavides et al., 2014). En el contexto de los técnicos de mantenimiento de CR&CR 180 S.A.S., la salud ocupacional es fundamental para reducir los riesgos asociados a la exposición a humos y gases tóxicos provenientes de la soldadura de estaño.

En vista de lo anterior, es relevante destacar que el estaño es un metal blando, maleable y con un bajo punto de fusión, ampliamente utilizado en diversas industrias debido a sus propiedades físicas y químicas. Por ejemplo, el estaño metálico se emplea en el recubrimiento de latas de alimentos, bebidas y aerosoles, también forma parte de aleaciones como el latón, el bronce, el peltre y ciertos materiales para soldadura (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST] & Nordberg, s. f.). Este metal puede combinarse con otras sustancias químicas para generar compuestos inorgánicos, como aquellos que contienen cloro, azufre u

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

oxígeno, en la corteza terrestre se encuentran pequeñas cantidades de estos compuestos inorgánicos, que también están presentes en productos como pasta dental, perfumes, jabones, colorantes, aditivos alimentarios y tinturas. Además, el estaño puede unirse con carbono para formar compuestos orgánicos, los cuales se utilizan en la fabricación de plásticos, envases de alimentos, tuberías de plástico, plaguicidas, conservantes para madera y repelentes de roedores (ATSDR, 2005).

La soldadura electrónica con estaño es un proceso común en la industria electrónica para unir componentes en placas de circuito impreso, sus siglas PCB (“printed circuit board” en inglés). Ahora bien, la soldadura consiste en unir dos metales mediante un tercer metal, conocido como material de soldadura, que posee un punto de fusión más bajo que los metales base. En este proceso, los metales base no se funden; únicamente el material de soldadura se derrite y fluye para crear una unión entre ellos, lo que minimiza la distorsión de los metales base al evitar temperaturas excesivamente altas. Sin embargo, aunque es un método eficaz, la soldadura produce humos que representan serios riesgos para la salud si no se gestionan adecuadamente. Estos humos suelen contener compuestos tóxicos que pueden ocasionar enfermedades respiratorias y otros problemas de salud. Por ello, es fundamental implementar medidas de seguridad como el uso de extractores de humos y equipos de protección personal para mitigar estos riesgos (Sentry Air Systems, 2010).

Es importante mencionar que los humos por soldadura están compuestos por partículas finas y ultrafinas (diámetro aerodinámico: 0,01-1 μm), por esto, es probable que se depositen en bronquiolos terminales o alvéolos, Riccelli et al. (2020) lo mencionan en su artículo “Welding Fumes, a Risk Factor for Lung Diseases” [Humos de soldadura, un factor de riesgo para las

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

enfermedades pulmonares]. En exámenes oficiales de la Asociación Comercial de Trabajadores de la Madera y Metal, señalan que el 98.9% de las partículas de humos de soldadura son menores de 0.4 micrones, siendo perjudiciales para la salud de los soldadores y trabajadores cercanos, la cantidad de partículas está determinada por la combinación de materiales y procedimientos, además de que cada proceso de soldadura puede generar diferentes tamaños y formas de partículas (Petrovici et al., 2023).

Los efectos que estas partículas de soldadura tienen sobre el sistema respiratorio son diversos, pero a continuación se mencionarán algunas condiciones respiratorias inducidas por la inhalación de estas partículas o humos de soldadura.

Haluza et al. (2013) en su estudio “Dust is in the Air. Part II: Effects of Occupational Exposure to Welding Fumes on Lung Function in a 9-Year Study” [El polvo está en el aire. Parte II: Efectos de la exposición ocupacional a humos de soldadura en la función pulmonar en un estudio de 9 años] y Abdel-Rasoul et al. (2022) en el artículo “Respiratory health disorders among workers in some Egyptian welding enterprises” [Trastornos respiratorios entre los trabajadores de algunas empresas de soldadura egipcias], mencionan la rinitis crónica ocasionada por inflamaciones crónicas graves del tracto respiratorio superior, donde sus síntomas asociados pueden ser la anosmia (temporal o permanente), voz áspera, irritación de la mucosa nasal y conjuntivitis.

La neumoconiosis (CIE 10: J64), definida como la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares provocadas por su presencia (Ministerio de la Protección Social, 2007). Petrovici et al. (2023), en su artículo “Welding Fumes Versus Respiratory System” [Humos de soldadura versus el sistema respiratorio] mencionan que esta condición

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

aparece en soldadores expuestos a humos, especialmente en la soldadura manual por arco metálico. Sin que el trabajador tuviera síntomas respiratorios, en investigaciones médicas como en radiografías, la siderosis pulmonar se presenta como sombras reticulares y opacidades pulmonares pequeñas, además se menciona que en el estudio “Metal Exposure-Related Welder’s Pneumoconiosis and Lung Function: A Cross-Sectional Study in a Container Factory of China” [Neumoconiosis y función pulmonar en soldadores relacionada con exposición a metales: un estudio transversal en una fábrica de contenedores de China] de (Zhou et al., 2022) se demostró que, tras abandonar el entorno de soldadura, el daño pulmonar progresaría lentamente.

La fiebre de vapores metálicos o Metal Fume Fever (MFF), es una afección respiratoria aguda, que puede aparecer poco tiempo después de la exposición (4 horas), con síntomas similares a una gripe, como fiebre alta, fatiga, dolor muscular, tos agravada y niveles elevados de IL-6 en plasma (que representa un posible biomarcador para el diagnóstico positivo de MFF) (Fine et al., 1997), que tiende a resolverse de manera espontánea y sin ningún tratamiento específico, y un episodio puede ser suficiente para que un soldador posteriormente desarrolle afecciones respiratorias relacionadas con la soldadura, como asma o bronquitis crónica (Riccelli et al., 2020). En el 2022, en un informe de caso en el artículo “Chemical Pneumonitis Caused by the Inhalation of Zinc Oxide Fumes in an Arc Welder” [Neumonitis química causada por la inhalación de humos de óxido de zinc en una soldadora de arco] de (Cha et al., 2022) se describió el caso de un hombre de 54 años que presento múltiples episodios de MMF agravado por neumonitis química, inducida por la inhalación de humos de zinc, después de soldar acero galvanizado con arco en un área mal ventilada.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

En su mismo artículo, Petrovici et al. (2023) señala que en estudios recientes se han supuesto que la exposición a vapores metálicos aumenta la susceptibilidad de los soldadores a infecciones pulmonares con partículas de hierro inhaladas que actúan como una capa nutricional para las bacterias. Lo anterior, predisponiendo la unión de diferentes cepas a los tejidos pulmonares, debilitando así el sistema de defensa inmune pulmonar, debido al estrés oxidativo involucrado (Antonini, 2004).

Otra condición respiratoria es la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica o EPOC, siendo una enfermedad pulmonar que reduce el flujo de aire y causa problemas respiratorios, y que en este tipo de casos es comúnmente causado por la inhalación extensa de partículas o gases tóxicos (Petrovici et al., 2023). En el 2003 se realizó un estudio para determinar el riesgo de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica en relación con la ocupación mediante un diseño de casos y controles (Mastrangelo et al., 2003), y como resultado se obtuvo que los soldadores están expuestos a niveles altos de gases/polvos/humos mostrando un fuerte vínculo entre ellos y la incidencia de riesgo por EPOC.

Finalmente, según estudios recientes, los humos de soldadura suponen un riesgo mayor del que se dimensionaba. En el año 2017, diecisiete científicos de diez países se reunieron en la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) para evaluar la carcinogenicidad de la soldadura, el trióxido de molibdeno y el óxido de indio y estaño (Guha et al., 2017), y se encontró un mayor riesgo de cáncer de pulmón en soldadores u otros trabajadores expuestos a humos de soldadura y se concluyó que hay "pruebas suficientes en humanos" de que los humos de soldadura causan cáncer de pulmón.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Es importante realizar un seguimiento periódico de los talleres de soldadura para garantizar el cumplimiento de las medidas de seguridad. Los empleadores deben recibir una licencia que indique si cumplen las normas de seguridad requeridas, y además los trabajadores deben conocer las medidas de seguridad para el cuidado de su salud bajo la mirada del manejo de información personal de que trata la Ley de Habeas Data.

Abdull et al. (2024), en su artículo “Ocurrencia, caracterización y mecanismo de transporte de partículas de humos de soldadura emitidas durante el proceso de soldadura.”, señala que una forma eficiente para reducir la exposición a los humos por soldadura es implementando controles de ingeniería, como en los puestos de trabajo de los soldadores, estos deben ser ventilados, puede ser mediante ventanas, aunque su eficacia dependería del clima, cuando sean espacio confinados la implementación y adaptación de ventiladores o transportadores de aire, entre otros métodos. Sin embargo, señala que antes de instalar cualquier tipo de ventilación, es fundamental comprender los tipos de contaminantes producidos, los procedimientos de trabajo y las características de área de trabajo para tener un diseño y ubicación adecuados de los sistemas de ventilación. Además, que el flujo de aire debe comprobarse de manera periódica para garantizar que los sistemas funcionen adecuadamente.

La formación en seguridad es esencial para los soldadores como medida de protección personal, deben estar familiarizados con la hoja de datos de seguridad de los elementos de soldadura con los que trabajan para entender los peligros inherentes, también el uso de equipo de protección personal y respiratoria. Además, los empleadores deben proporcionar el equipo de protección adecuado y asegurarse de que se utilicen correctamente para evitar la filtración de materiales peligrosos al aire respirable. Los guantes también son un EPP necesario para prevenir

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

quemaduras por chispas y descargas eléctricas, y el uso de calzado de seguridad adecuado es imprescindible para proteger los pies en los lugares de trabajo (Abdull et al., 2024).

Patología en el sistema respiratorio:

Sistema respiratorio:

El sistema respiratorio es un mecanismo complejo en el cual provee el oxígeno que las células necesitan a través de la presión alveolar de oxígeno alta y manteniendo el CO₂ relativamente bajo, para permitir la máxima carga de la hemoglobina con oxígeno y una adecuada remoción de CO₂. Aunque también lo definen como una función primordial que lleva a cabo la respiración mediante las estructuras y los mecanismos fisiológicos, este es un proceso que consiste en la oxidación de sustratos energéticos en presencia de oxígeno. Este debe encargarse de que cada célula “respire”, es decir, que debe asegurar de que llegue oxígeno (O) suficiente, en la oxidación se desprende dióxido de carbono CO₂ (Aguirre García & Estévez Villamizar, 2020, p. 30).

4.2. Marco Conceptual

La exposición a los humos metálicos generados durante el proceso de soldadura electrónica se ha relacionado con diversas enfermedades respiratorias. Se trata de una situación inaceptable en el contexto de las actividades laborales identificadas, las cuales podrían prevenirse dentro de la organización. No obstante, estas actividades siguen generando riesgos significativos para la salud de los trabajadores, especialmente en lo relacionado con enfermedades crónicas como el cáncer, que tienen un impacto profundo tanto a nivel individual como colectivo, afectando el entorno laboral, familiar y social (Partanen et al., 2009).

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Conjunto de definiciones

Bronquitis crónica: Inflamación persistente de las vías respiratorias que puede ser causada por la exposición continua a irritantes como los fumes de soldadura. Se manifiesta con tos, producción de moco y dificultad para respirar.

Soldadura de estaño: El proceso consiste en unir las partes a soldar de manera que entren en contacto directo, para luego cubrirlas con una gota de estaño fundido. Una vez que el estaño se enfría, forma una unión sólida, especialmente efectiva desde el punto de vista electrónico (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2014).

Humos metálicos: Se trata de partículas sólidas formadas a partir de la condensación de vapores, originadas principalmente por la volatilización y posterior enfriamiento de metales en estado fundido (López, 2002).

Tiempo de exposición: La duración de la exposición de un trabajador o grupo de trabajadores a un contaminante tiene un impacto directo en el nivel de riesgo; cuanto mayor sea el tiempo de exposición, mayor será la probabilidad de que se desarrolle una enfermedad profesional en las personas afectadas (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSST], 2014).

Riesgo: Combinación de la posibilidad de la ocurrencia de un evento peligroso o exposición y la severidad de la lesión o enfermedad que pueden ser causados por el evento o la exposición (DIAN, 2021).

Riesgo químico: riesgo susceptible de producirse por una exposición no controlada a sustancias químicas, que puede producir efectos agudos y/o crónicos, y la consecuente aparición de enfermedades (Decreto 1630, 2021).

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Gestión del riesgo químico: Proceso donde se identifican los peligros, se evalúan los riesgos y se comunican, se realiza su debido control, monitoreo y se vigila la salud de los trabajadores, con el objetivo de generar una cultura de prevención (Niño et al., 2021).

Agente químico: Es cualquier elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido (incluido el vertido como residuo) en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no (Niño et al., 2021).

Agente químico peligroso: Agente químico que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores por sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y por cómo se usa o se encuentra en el lugar de trabajo (Niño et al., 2021).

EPP: Por sus iniciales Equipos de Protección Personal. Son elementos o equipos utilizados por los trabajadores para protegerse de los riesgos laborales que pueden causarles daño.

Matriz de EPP: La matriz de elementos de protección personal en las empresas permiten la clasificación de forma sencilla todos (EPP) usados para reducir riesgos a los cuales pueden llegar a estar expuestos los trabajadores.

Cabe destacar que la matriz debe ser creada tomando en cuenta los tipos de actividades y cargos que hay en una empresa. Para esta matriz se tendrán en cuenta mascarillas con filtros específicos para vapores metálicos, ventilación adecuada en el área de trabajo y monitoreo regular de la salud respiratoria.

Capacitaciones: Se llevan a cabo con el objetivo de apoyar el crecimiento personal y profesional de los trabajadores. Estas actividades promueven el sentido de pertenencia de los

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

colaboradores hacia la organización, facilitan la resolución de problemas y la toma de decisiones, desarrollan habilidades de liderazgo y fortalecen las capacidades comunicativas, contribuyendo al alcance de metas tanto individuales como grupales.

4.3. Marco Legal

En Colombia, la seguridad y salud en el trabajo la regulan varias normativas, entre las más relevantes en riesgo ocupacional, y las más cruciales para garantizar la gestión adecuada de peligros, accidentes y enfermedades a los que están expuestos los técnicos en mantenimiento de equipos electrónicos en la empresa CR&CR 180 S.A.S, se relacionan con el Decreto 1072 de 2015 que estableció la obligación de implementar el SG-SST en todas las empresas del país porque sirve de guía para establecer un proceso sistemático en el que empleadores y contratantes busquen prevenir peligros y enfermedades. De otra parte, la Resolución 2400 de 1979 establece el reglamento general de seguridad e higiene industrial, delineando las condiciones mínimas de trabajo para proteger la salud de los empleados.

La Resolución 0312 de 2019 establece los estándares mínimos, los cuales comprenden un conjunto de normas, requisitos y procedimientos de cumplimiento obligatorio para empleadores y contratantes. Estas disposiciones permiten establecer, verificar y controlar las condiciones administrativas y financieras básicas necesarias para el funcionamiento y desarrollo del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (Ministerio del Trabajo, 2019).

Por su parte, la Guía Técnica Colombiana-GTC 45, aprobada por el ICONTEC en 2012, proporciona un marco con el propósito de identificar los peligros y evaluar los riesgos en el contexto de la seguridad y salud ocupacional. Esta guía permite clasificar los riesgos en el entorno laboral y comunicarlos de manera técnica al empleador, quien debe analizar y abordar las situaciones que puedan comprometer la salud y seguridad de los trabajadores.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Por otro lado, el Decreto 1496 de 2018 establece la adopción del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, además de incluir disposiciones relacionadas con la seguridad química. Y se utiliza para el manejo de sustancias que presentan algún riesgo para los trabajadores en la empresa, implementando una hoja de seguridad de cada elemento utilizado con el fin de almacenarlo, acopiarlo, y manejarlo de manera ordenada minimizando los riesgos químicos que puedan existir.

La norma IPC-A-610, también conocida como "Acceptability of Electronic Assemblies" [Aceptabilidad de Ensamblajes Electrónicos], es una de las normas más reconocidas y utilizadas en la industria electrónica para la inspección de la calidad de los ensamblajes electrónicos, y en uno de sus capítulos detalla la soldadura de componentes, especificando los criterios de aceptabilidad para la soldadura de componentes, tanto para montaje superficial como a través de orificio (Laverde, 2024).

Se incorporan los permisos y autorizaciones a los cinco técnicos de mantenimiento de equipos electrónicos de la empresa CR&CR 180 S.A.S de acuerdo con la Ley de tratamiento de datos personales.

A saber: Autorizo a CR&CR 180 S.A.S. El tratamiento de mis datos personales para aportar en la investigación académica de los estudiantes grupo 30 de la Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad UNIMINUTO cohorte 2024, que estrategias permiten mitigar las consecuencias a la salud de la exposición a humos y gases por soldadura de estaño. Y para las demás finalidades contenidas en la política de privacidad de datos que puede ser consultada en la página web de la empresa

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

CR&CR 180 S.A.S donde se encuentran los canales de contacto, y la forma de ejercer mis derechos a autorizar, conocer, actualizar, rectificar, revocar o suprimir.

5. Metodología

Figura 1

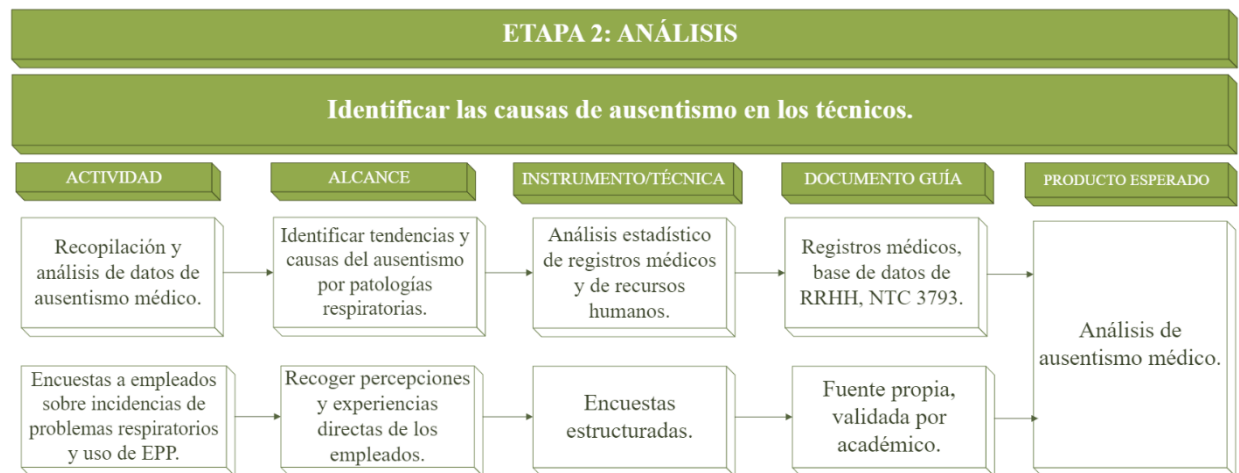
Desarrollo metodológico del proyecto de investigación Etapa 1. Diagnóstico



Nota. Fuente: propia.

Figura 2

Desarrollo metodológico del proyecto de investigación Etapa 2. Análisis

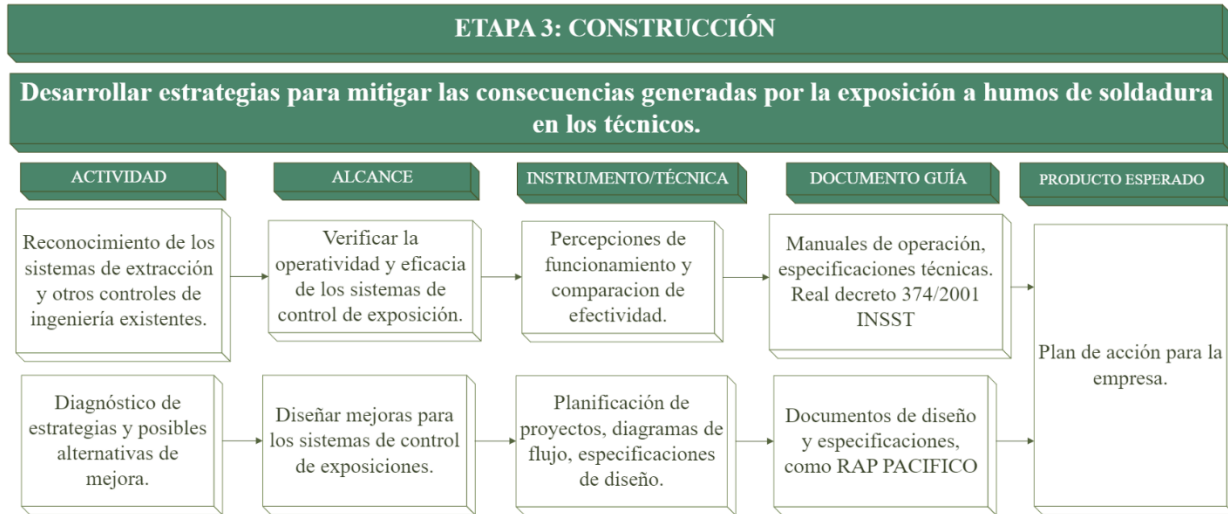


Nota. Fuente: propia.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Figura 3

Desarrollo metodológico del proyecto de investigación Etapa 3. Construcción



Nota. Fuente: propia.

5.1. Enfoque y alcance de la investigación

Los enfoques de investigación se clasifican en cuantitativo, cualitativo y mixto, cada uno con características y aplicaciones particulares. Hernández-Sampieri, R. (2018), menciona que el enfoque cuantitativo se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos para identificar patrones, establecer relaciones y probar hipótesis, utilizando técnicas estadísticas y matemáticas, actualmente, representa un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. Por otro lado, el enfoque cualitativo se centra en la comprensión profunda de fenómenos sociales o humanos a través de métodos como entrevistas, observaciones y análisis de contenido, explorando percepciones, significados y contextos, resulta conveniente para comprender fenómenos desde la perspectiva de quienes los viven y cuando se busca patrones y diferencias en estas experiencias y su significado. Finalmente, el enfoque mixto entrelaza a las dos anteriores (cuantitativa y cualitativa) y las mezcla, pero es más que la suma de las dos anteriores e implica su interacción y potenciación, integrando datos cuantitativos y

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

cualitativos para obtener una visión más completa y rica del objeto de estudio, aprovechando las fortalezas de ambos métodos y mitigando sus limitaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, el enfoque de esta investigación es mixto, debido a que la investigación combina métodos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una comprensión completa del problema. El enfoque cuantitativo se manifiesta en la evaluación de datos numéricos relacionados con la efectividad de los elementos de protección personal (EPP), problemas respiratorios y el análisis de registros de ausentismo por causas médicas. Este análisis permite medir objetivamente la frecuencia y gravedad de las patologías respiratorias asociadas con la exposición a humos y gases de soldadura.

Por otro lado, el enfoque cualitativo se utiliza para explorar de manera profunda la percepción de los trabajadores sobre el uso de EPP y revisar la matriz de peligros de la empresa. Esto facilita la identificación de áreas donde pueden implementarse mejoras en los controles existentes, tales como mecanismos de extracción de humos y gases, para mitigar los riesgos químicos.

Además, el alcance de esta investigación es descriptivo y correlacional. Es descriptivo porque busca caracterizar las condiciones actuales de exposición a humos y gases de soldadura de estaño en los técnicos de mantenimiento, describiendo tanto los riesgos como las medidas de control existentes. Y, también, es correlacional porque se exploran las relaciones entre la efectividad de los EPP, la frecuencia de patologías respiratorias y la existencia de controles adicionales en la matriz de peligros de la empresa.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

5.2. Población y muestra

Muestreo es un término usado en estadística para seleccionar a una pequeña parte determinada de un conjunto mayor, llamado población, y es conformado por un grupo del cual se quiere obtener información. Entonces, cuando la población es demasiado grande y resulta difícil encuestar a todos sus integrantes, se recurre al muestreo para seleccionar una porción representativa. El propósito es recolectar información de un grupo reducido que refleje las características de la población en su conjunto (López, 2002).

Con base en lo anterior, López (2002) menciona también, que se distinguen dos tipos de muestreo: el probabilístico y el no probabilístico. En el muestreo probabilístico, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para formar parte de la muestra. Por otro lado, el muestreo no probabilístico se basa en la elección de los individuos según las necesidades y posibilidades específicas de la investigación.

En esta investigación, la población de estudio está compuesta por los técnicos de mantenimiento de equipos electrónicos de la empresa CR&CR 180 S.A.S durante el periodo 2023-2024. Esta población está integrada por cinco trabajadores, quienes también constituyen la muestra, ya que se analizará a todos los integrantes de esta área. Por lo tanto, el muestreo empleado será de tipo no probabilístico.

5.3. Tipo de investigación

Como se mencionó antes, la presente investigación es de tipo mixto, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos para abordar el problema del riesgo químico generado por los humos y gases de soldadura en los técnicos de mantenimiento de equipos electrónicos de la empresa CR&CR 180 S.A.S.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

5.4. Instrumentos de investigación

Para la recolección de información en esta investigación, se utilizarán tres instrumentos principales: encuestas, análisis de registros de ausentismo médico y revisión documental de la matriz de peligros de la empresa. A continuación, se describen estos instrumentos, junto con su objetivo, estructura, categorías, variables y formato:

1. Encuestas

- ❖ **Objetivo:** Recopilar información directamente de los técnicos de mantenimiento sobre su exposición a humos y gases de soldadura, el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), la percepción de riesgos químicos, y las condiciones de salud relacionadas.
- ❖ **Estructura:** Las encuestas están estructuradas en cuatro secciones:
 - **Datos demográficos:** Recopila información básica sobre los encuestados, como edad, años de experiencia y departamento.
 - **Exposición y uso de EPP:** Pregunta sobre los insumos químicos utilizados, los EPP empleados, la frecuencia de uso, y la percepción sobre la efectividad de estos equipos.
 - **Salud respiratoria:** Indaga sobre síntomas respiratorios, historial de ausentismo por problemas respiratorios y condiciones de trabajo, incluyendo ventilación.
 - **Conocimiento y manejo de riesgos:** Evalúa el conocimiento sobre las hojas de seguridad, procedimientos de emergencia y la matriz de peligros.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- ❖ Categorías: Las categorías clave incluyen exposición a químicos, uso de EPP, salud respiratoria, y conocimiento de riesgos.
- ❖ Variables: Las variables a estudiar son la frecuencia de uso de EPP, la incidencia de síntomas respiratorios, el conocimiento de procedimientos de emergencia y la adecuación de los controles implementados.
- ❖ Formato: La encuesta será distribuida en formato digital a través de una plataforma de encuestas en línea previamente autorizadas por la universidad, permitiendo un fácil acceso y mayor alcance entre los trabajadores.

2. Análisis de registros de reportes y ausentismo médico

- ❖ Objetivo: Evaluar la incidencia de patologías respiratorias entre los técnicos de mantenimiento, y correlacionarlas con la exposición de estos a humos y gases de soldadura.
- ❖ Estructura: El análisis se enfocará en la revisión de registros médicos proporcionados por la empresa, detallando las causas de ausentismo relacionadas con problemas respiratorios.
- ❖ Categorías: Patologías respiratorias, días de ausentismo, relación con la exposición laboral.
- ❖ Variables: Frecuencia de ausentismo, tipos de patologías respiratorias reportadas, y correlación con los periodos de mayor exposición.
- ❖ Formato: Los registros se analizarán en formato físico y digital, según la disponibilidad de los datos.

3. Revisión documental de la Matriz de Peligros

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- ❖ **Objetivo:** Identificar si la matriz de peligros de la empresa contempla todos los controles necesarios para mitigar la exposición a humos y gases de soldadura, y evaluar la existencia de mecanismos adecuados.
- ❖ **Estructura:** La revisión se realizará sobre la documentación interna de la empresa que describe los peligros identificados, los controles implementados, y las revisiones periódicas de la matriz.
- ❖ **Categorías:** Controles eliminación, sustitución, de ingeniería, controles administrativos, EPP recomendados, procedimientos de emergencia.
- ❖ **Variables:** Presencia de controles específicos para humos y gases de soldadura, actualización de la matriz, y efectividad percibida.
- ❖ **Formato:** La revisión se llevará a cabo en formato físico (documentos impresos) y digital.

5.5. Procedimientos

El procedimiento para cada instrumento anteriormente mencionado será explicado a continuación:

- **Encuestas a los técnicos de mantenimiento**

Con el propósito de investigar la percepción de los trabajadores sobre el uso de EPP, condiciones de ventilación y la presencia de síntomas respiratorios, y su respectivo paso a paso fue:

1. Diseñar las encuestas estructuradas con preguntas cerradas y abiertas, asegurando que aborden todos los aspectos relevantes del estudio.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

2. Validar el instrumento con un académico de la Corporación Universitaria Minuto de Dios para ajustar posibles ambigüedades.
3. Programar la aplicación de las encuestas en un formato digital (por ejemplo, Google Forms) para facilitar la accesibilidad de los trabajadores.
4. Explicar a los participantes el propósito de la encuesta, asegurando la confidencialidad de sus respuestas.
5. Recopilar las respuestas y almacenarlas en una base de datos para su posterior análisis.

- **Análisis de reportes y de ausentismo médico**

Con el propósito de identificar las patologías respiratorias más frecuentes y correlacionarlas con la exposición a humos de soldadura, el paso a paso a ejecutar fue:

1. Solicitar al área de talento humano la información de los registros médicos y de ausentismo.
2. Clasificar los datos según la causa de ausentismo, el área laboral, y el tiempo de incapacidad.
3. Realizar un análisis descriptivo para determinar patrones de ausentismo y correlaciones con las condiciones laborales.
4. Presentar los resultados en tablas o gráficos para facilitar su interpretación.

- **Revisión de la Matriz de Peligros**

Con el propósito de verificar que la matriz incluya controles adecuados para minimizar la exposición a humos y gases de soldadura, y sigue el siguiente paso a paso:

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

1. Solicitar el documento actualizado de la matriz de peligros a los responsables del sistema de seguridad y salud en el trabajo.
2. Revisar cada peligro identificado, evaluando los controles de ingeniería, administrativos y de EPP asociados.
3. Comparar los controles registrados con las mejores prácticas internacionales y las normas colombianas.
4. Proponer mejoras o ajustes necesarios para reducir la exposición a riesgos químicos.

5.6. Análisis de información

La información recolectada será organizada y tabulada en Microsoft Excel, estructurando los datos para optimizar su análisis. Esto permitirá la creación de tablas dinámicas que faciliten la identificación y el resumen de las características principales de los datos, como la frecuencia de síntomas respiratorios y la percepción de la efectividad de los EPP. Asimismo, se realizará un análisis descriptivo para explorar patrones y tendencias, incluyendo posibles correlaciones entre variables clave, como el uso de EPP y la disminución del ausentismo relacionado con problemas respiratorios.

Por otro lado, los documentos relacionados con la matriz de peligros y los registros de ausentismo serán sometidos a un análisis cualitativo. Estos se codificarán para identificar temas recurrentes y percepciones de los trabajadores sobre el uso de EPP, así como para evaluar la existencia de controles efectivos para mitigar el riesgo químico. Este enfoque integrado permitirá obtener una visión detallada tanto cuantitativa como cualitativa de los factores asociados al problema investigado.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

5.7. Consideraciones Éticas

Este trabajo de investigación se desarrolla siguiendo los parámetros del Código de Ética y buen gobierno de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, para la recolección de información se utilizó la herramienta Google forms, para su tabulación y análisis se utilizaron Microsoft Excel y para su procesamiento tablas dinámicas, asimismo, se analizaron registros de ausencia médica, autorización de la empresa CR&CR 180 S.A.S. y el consentimiento informado de los técnicos de mantenimiento, y finalmente se realizó la búsqueda de estudios relacionados con las consecuencias que se derivan de la exposición a humos y gases por soldadura de estaño, respetando la propiedad intelectual, derechos de autor y referencias bibliográficas de otros investigadores.

El resultado final contribuirá socialmente para mejorar las estrategias enfocadas a mitigar el impacto de la exposición de humos a soldadura con estaño.

6. Cronograma

El cronograma podrá verse en el Anexo 8, el cual corresponde al plan de acción de esta investigación.

7. Presupuesto

El presupuesto podrá verse en el Anexo 8, el cual corresponde al plan de acción de esta investigación.

8. Resultados y discusión

La presente sección expone los principales hallazgos obtenidos a lo largo de la investigación, así como su análisis en función de los objetivos planteados. Los resultados son presentados de manera clara y estructurada, destacando las observaciones más relevantes y su posible impacto en la salud de los técnicos de mantenimiento expuestos a humos de soldadura. A

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

lo largo de la discusión, se confrontan los resultados con estudios previos y la literatura disponible, con el fin de ofrecer un análisis más profundo y fundamentado.

Se busca destacar las implicaciones de los resultados de la investigación en el contexto de la exposición a humos de soldadura y su impacto en la salud de los técnicos de mantenimiento de la empresa CR&CR 180 S.A.S, con el fin de proponer estrategias para mitigar las consecuencias generadas.

Además de los reportes médicos (*Anexo 1*), la matriz de peligros (*Anexo 2*) y la matriz de Equipos de Protección Personal (*Anexo 3*), se realizó una encuesta (*Anexo 4*) a los trabajadores del área de mantenimiento desarrollada por los integrantes del grupo de investigación, y se obtuvo como resultado las siguientes gráficas, las cuales serán analizadas y discutidas.

La encuesta mencionada anteriormente fue validada por académicos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, y abarcó elementos para el estudio como lo son la evaluación de la efectividad de los EPP en el control del riesgo químico, análisis del ausentismo y patologías respiratorias junto con la revisión de la matriz de peligros y controles. Se utilizó un formulario diseñado en Google Forms Encuesta que fue diligenciado por cada uno de los cinco empleados objeto de estudio (100 % de la población) del área de mantenimiento.

Tabla 1
Estructura por secciones de la encuesta realizada

Sección	Pregunta
1	AUTORIZO a CR&CR 180 S.A.S. El tratamiento de mis datos personales para aportar en la investigación netamente académica sobre las estrategias que permiten mitigar las consecuencias a la salud de la exposición a humos y gases por soldadura de estaño, conforme a la Ley 1581 de 2012.
2	Nombre del empleado
3	Edad
4	Localidad y barrio donde vive

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

5		Área de trabajo	
6	Evaluación de la efectividad de los EPP en el control de Riesgo Químico	¿Usa usted Equipos de Protección personal (EPP) en su jornada laboral?	
7		¿Qué equipos de protección personal (EPP) utiliza durante su labor?	
8		¿Considera que estos EPP son adecuados para protegerlo de los riesgos asociados a los humos y gases de soldadura?	
9		Si la respuesta a la pregunta anterior fue negativa, mencione brevemente por qué.	
10		¿Ha recibido capacitación específica sobre el uso correcto de los EPP para protegerse de los riesgos químicos utilizados?	
11		Mencione que insumos químicos utiliza regularmente en su labor	
12		Análisis del ausentismo y patologías respiratorias	¿Ha experimentado algún tipo de molestia respiratorio en los últimos tres meses?
13			¿Cada cuánto se realiza exámenes médicos ocupacionales periódicos?
14			¿Informa regularmente a la empresa sobre cualquier recomendación médica relacionada con su salud ocasionada por sus labores?
15	¿Requiere atención médica por problemas respiratorios frecuentemente? Siendo 5 muy frecuente en el mes y 1 casi nunca en el mes.		
16	¿Considera que la ventilación en su área de trabajo, es adecuada?		
17	Si la respuesta a la pregunta anterior fue negativa, mencione brevemente por qué.		
18	¿Usted fuma?		
19	Si su respuesta fue afirmativa. ¿Con qué frecuencia? Siendo 5 muy frecuente y 1 casi nunca.		
20	Revisión de la matriz de peligros y controles	¿Con qué frecuencia revisa y mantiene sus equipos de protección personal en buen estado (EPP) para asegurar su efectividad? Siendo 5 muy frecuente y 1 nada frecuente.	
21		¿Está familiarizado con las hojas de seguridad de los insumos químicos que utiliza, y estas son actualizadas cada 5 años?	
22		¿Tiene acceso y comprensión de toda la información relacionada con los riesgos químicos asociados a su labor?	
23		¿Existen procedimientos claros para manejar derrames o exposiciones accidentales?	
24		¿Sabe qué hacer en caso de una emergencia química en su área de trabajo?	
25		¿Ha recibido capacitación sobre cómo actuar en caso de una emergencia con insumos químicos?	

Nota. La tabla enlista las preguntas que se realizaron a los técnicos de la empresa.

Fuente: propia.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Teniendo en cuenta las preguntas anteriores, se distribuyeron según los tres objetivos específicos de estudio para poder realizar un análisis cualitativo de cómo los técnicos del área de mantenimiento están siendo capacitados, buscando encontrar posibles causas a su ausentismo laboral.

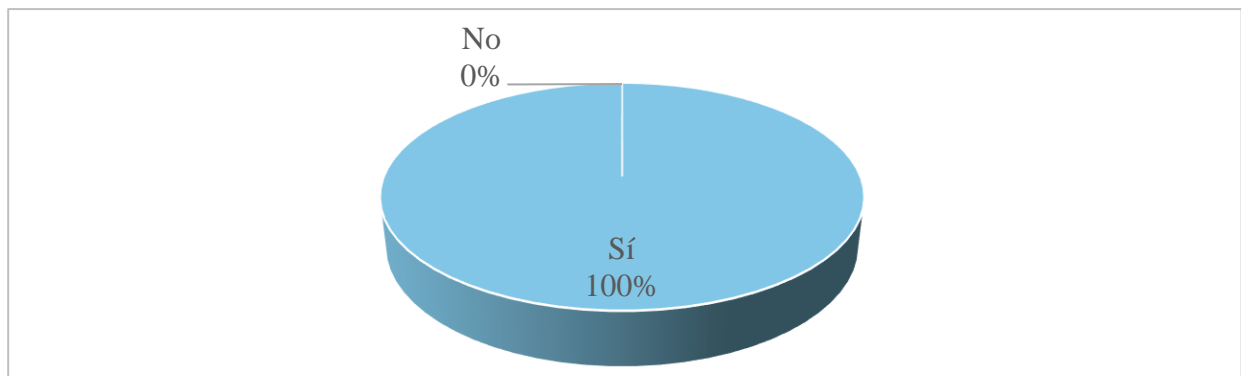
- **Evaluar la efectividad de los elementos de protección respiratoria para controlar el riesgo químico en los técnicos de mantenimiento de equipos electrónicos.**

Para este objetivo se realizaron una serie de preguntas a los técnicos del área de mantenimiento, con el fin de evaluar el estado de estos, teniendo en cuenta su percepción de los EPP que utilizan, incluidos los elementos de protección respiratoria, y de las cuales se obtuvo como resultado datos que pueden ser observados en las siguientes graficas:

- ¿Usa usted Equipos de Protección Personal (EPP) en su jornada laboral?

Figura 4

Resultados de la pregunta ¿usa usted Equipos de Protección Personal (EPP) en su jornada laboral? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. Cantidad de trabajadores que hace uso de los equipos de protección personal en su área de trabajo. Fuente: propia.

Con lo anterior, se puede verificar que los trabajadores sí hacen uso de sus Equipos de Protección Personal como lo exige la Ley 9 de 1979, Artículo 85: “Todos los trabajadores están

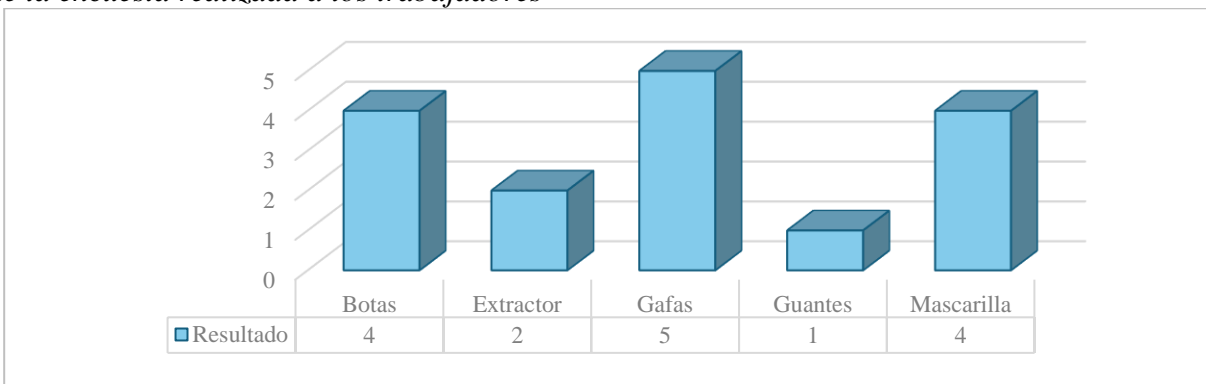
ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

obligados a: Usar y mantener adecuadamente los dispositivos para el control de riesgos y equipos de protección personal”, por lo tanto, debe considerarse que sean o no los EPP adecuados para su labor.

- ¿Qué Equipos de Protección Personal (EPP) utiliza durante su labor?

Figura 5

Resultados de la pregunta ¿qué Equipos de Protección Personal (EPP) utiliza durante su labor? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. Qué EPP utilizan los técnicos en su área de trabajo. Fuente: propia.

Cómo se pudo observar en la pregunta anterior, todos los técnicos manifiestan usar sus EPP, pero al preguntar sobre EPP usados, se refleja que no todos utilizan los elementos necesarios, por ejemplo, se evidencia que solo un técnico usa guantes, otros no usan mascarilla o botas, lo cual representa un incremento en los factores de riesgo de accidentes y una falta de los empleados y empleadores.

En relación con las preguntas formuladas para el primer objetivo de esta investigación, es fundamental destacar que el uso de los equipos de protección personal (EPP) no solo constituye una medida preventiva, sino que es esencial para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores. La legislación colombiana establece la obligación de los empleadores de suministrar EPP adecuados, asegurando que estos cumplan con las normativas vigentes y

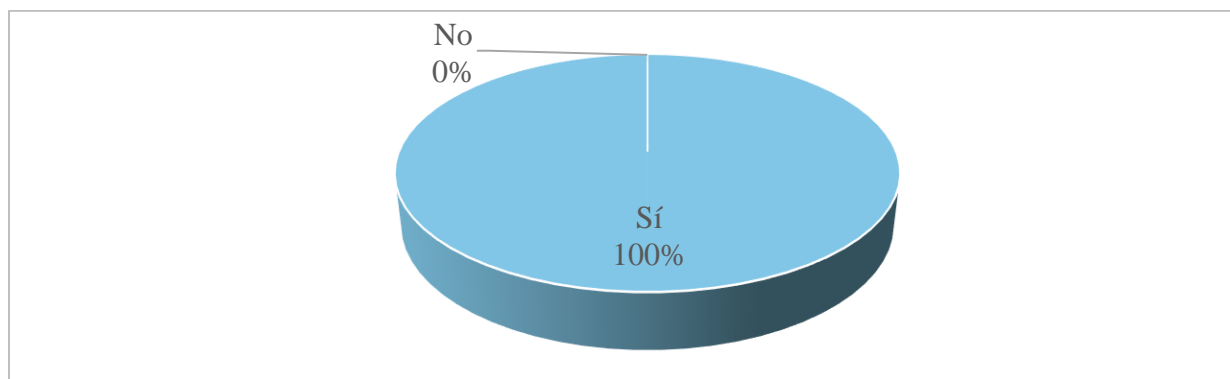
ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

brinden la protección necesaria frente a los riesgos laborales, como se menciona en la Ley 9 de 1979, Artículo 122: “Todos los empleadores están obligados a proporcionar a cada trabajador sin costo para este, Elementos de Protección Personal EPP en cantidad y calidad acordes con los riesgos reales o potenciales existentes en los lugares de trabajo” y a los trabajadores de usarlos adecuadamente, como se menciona en la Resolución 2400 de 1979, Capítulo III, Artículo 3o, apartado b.: Es obligación de los trabajadores “Utilizar y mantener adecuadamente (...) los dispositivos para control de riesgos y los equipos de protección personal que el patrono suministre”.

- ¿Considera que estos EPP son adecuados para protegerlo de los riesgos asociados a los humos y gases de soldadura?

Figura 6

Resultados de la pregunta ¿considera que estos EPP son adecuados para protegerlo de los riesgos asociados a los humos y gases de soldadura de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. Todos los técnicos consideran que los EPP son adecuados para protegerlos de los riesgos asociados a los humos y gases de soldadura. Fuente: propia.

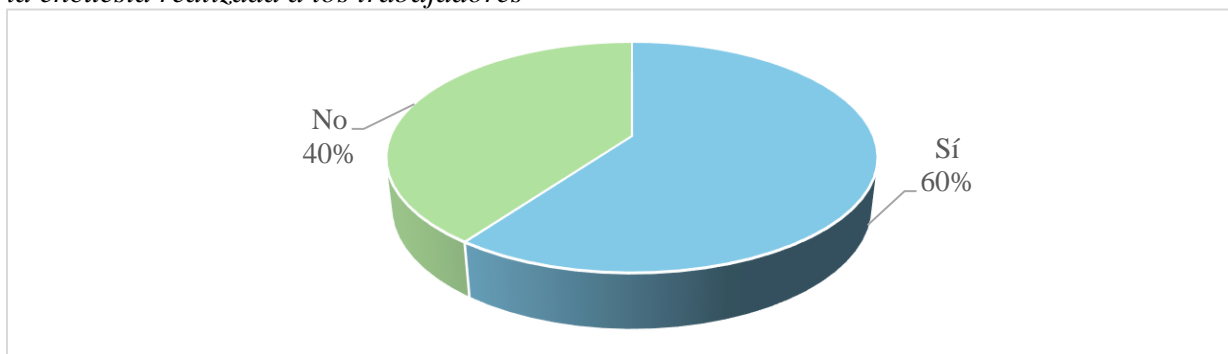
Se puede inferir que, aunque los técnicos consideren que los EPP son adecuados para su protección, no son conscientes que al no utilizarlos se están exponiendo a riesgos.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- ¿Considera que la ventilación es su área de trabajo, es adecuada?

Figura 7

Resultados de la pregunta ¿considera que la ventilación es su área de trabajo, es adecuada? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. El 40% de los técnicos no está conforme con la ventilación de su área de trabajo y el 60% si lo está. Fuente: propia.

Aunque sólo el 40% de los técnicos se encuentran inconformes con la ventilación de su área de trabajo, es importante realizar un análisis de los puestos de trabajo y establecer planes de acción para verificar y remediar esta situación.

Todo lo anterior es importante tenerlo presente, porque como mencionan (Molano et al., 2019) en su artículo relacionado a los efectos a la salud por exposición a partículas ultrafinas generadas en los procesos de soldadura, la afectación a la salud varía según los componentes de las partículas presentes en el humo y la cantidad que el trabajador absorba. Algunos de estos efectos se manifiestan de forma inmediata y pueden ocurrir a corto plazo, con consecuencias agudas. Del mismo modo, un trabajador puede estar expuesto a enfermedades crónicas, que suelen tener una duración prolongada y, por lo general, avanzan de manera lenta.

Además, se llevó a cabo un análisis en el cual se establecieron los requisitos específicos de la sustancia química utilizada en el área de trabajo. A partir de este análisis, se obtuvieron los siguientes resultados:

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- ❖ Usar respiradores para partículas completas (tipo N100 o P3) en combinación con ventilación externa.
- ❖ Si el respirador es el único medio de protección, usar respiradores con suministro de aire de pieza facial completa.

Al comparar las especificaciones técnicas de los equipos de protección personal (EPP) detalladas en el anexo de la tabla de diagnóstico de EPP (*Anexo 5*), se observó que la empresa solo cuenta con los requisitos relacionados con las sustancias químicas. Esto es válido siempre que exista ventilación externa y se utilice la protección respiratoria Ref. 8233 - 3M - N100.

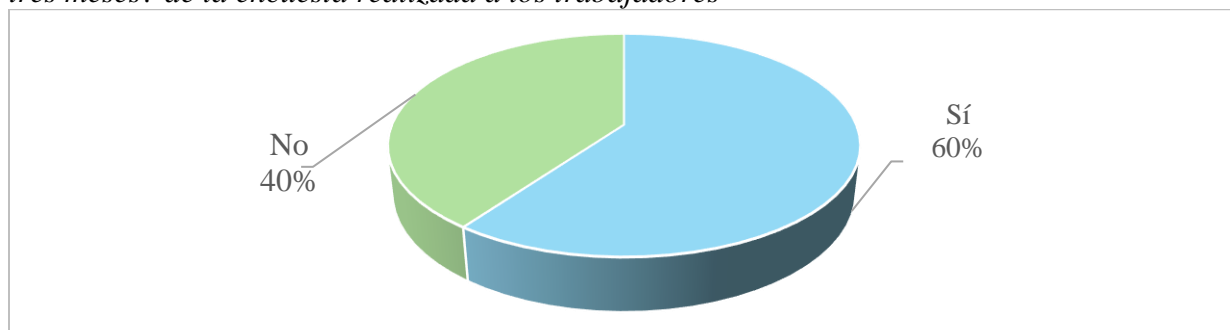
○ **Identificar las causas de ausentismo en los técnicos.**

Para este objetivo se realizaron una serie de preguntas a los técnicos del área de mantenimiento, con el objetivo de identificar las posibles causas de ausentismo y la frecuencia con la que se realiza los exámenes médicos ocupacionales, y de las cuales se obtuvo como resultado datos que pueden ser observados en las siguientes graficas:

- ¿Ha experimentado algún tipo de molestia respiratoria en los últimos tres meses?

Figura 8

Resultados de la pregunta ¿ha experimentado algún tipo de molestia respiratoria en los últimos tres meses? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. El 40% de los técnicos no ha presentado molestias respiratorias en los últimos tres meses y, por el contrario, el 60% si ha presentado molestias. Fuente: propia.

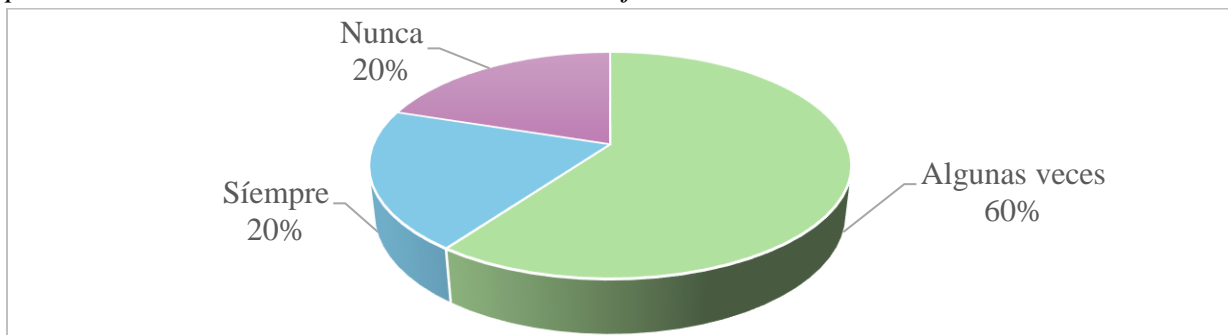
ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

El 60% de los técnicos manifiesta haber tenido enfermedades respiratorias en los últimos tres meses, aunque no todos presentan molestias es importante realizar seguimiento, por esto se deben crear los mecanismos adecuados que permitan identificar si estas molestias están relacionadas con la labor desempeñada. Y establecer los planes de acción para mitigar el impacto.

- ¿Con qué frecuencia se realiza exámenes médicos ocupacionales periódicos?

Figura 9

Resultados de la pregunta ¿con qué frecuencia se realiza exámenes médicos ocupacionales periódicos? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. El 60% de los técnicos algunas veces se realiza los exámenes médicos ocupacionales, mientras del 40% restante, 20% nunca se los realiza y el otro 20% siempre lo hace. Fuente: propia.

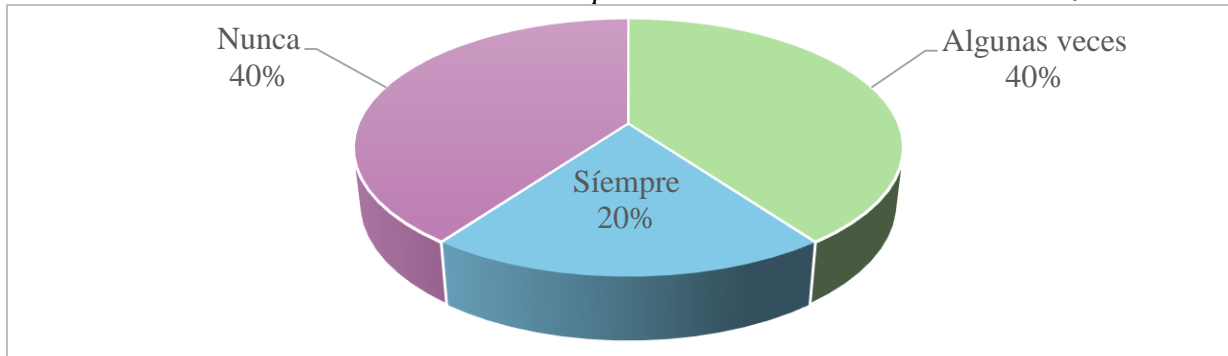
Según las respuestas obtenidas se identifica que no existe un control adecuado sobre la realización de exámenes médicos ocupacionales periódicos.

- ¿Informa regularmente a la empresa sobre cualquier recomendación médica relacionada con su salud ocasionada por sus labores?

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Figura 10

Resultados de la pregunta ¿informa regularmente a la empresa sobre cualquier recomendación médica relacionada con su salud ocasionada por sus labores? de la encuesta realizada



Nota. El 20% de los técnicos siempre presenta ante la empresa las recomendaciones médicas relacionadas con sus labores, mientras 40% lo hace algunas veces y el 40% restante no lo hace nunca. Fuente: propia.

Teniendo en cuenta las respuestas anteriores, se evidencia un claro desacato a la Resolución 2346 de 2007, artículo 5, sección A: “Evaluaciones médicas periódicas programadas”, la cual menciona que estas se realizan con el propósito de monitorear la exposición a factores de riesgo e identificar, de manera temprana, posibles alteraciones en la salud del trabajador; ya sean temporales, permanentes o agravadas, derivadas de su labor o de las condiciones del entorno laboral. Estas evaluaciones deben realizarse considerando el tipo, la magnitud y la frecuencia de exposición a cada factor de riesgo, así como el estado de salud particular de cada empleado.

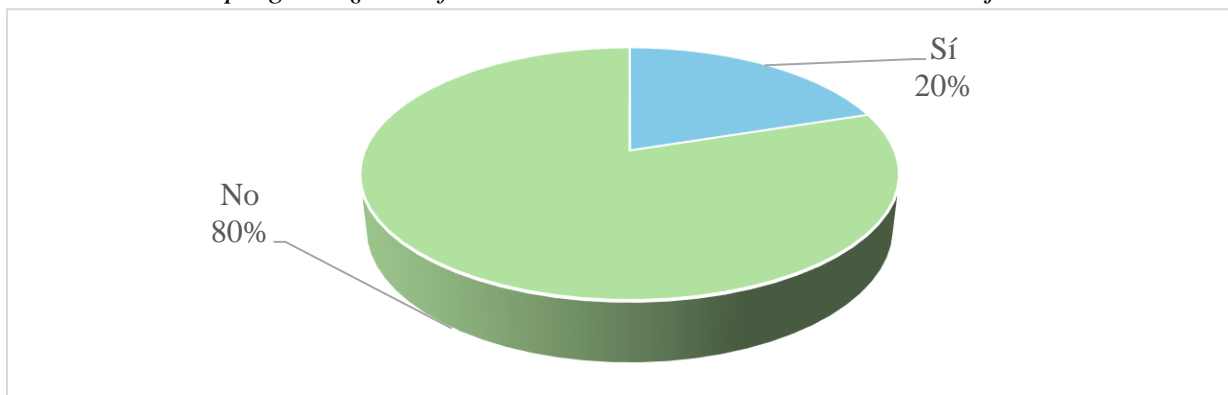
Se debe hacer seguimiento al encargado SST, ya que se evidencia falta de control sobre este estándar mínimo mencionado en la Resolución 0312 de 2019, además de cómo se menciona antes, es claro que los técnicos no tienen corresponsabilidad y no tienen claro su deber de informar a su empleador sobre cualquier situación relacionada con su salud que pueda influir en su desempeño o poner en riesgo su bienestar o el de sus compañeros (Ley 1562, 2012).

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- ¿Usted fuma?

Figura 11

Resultados de la pregunta ¿usted fuma? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. El 20% de los técnicos si fuma, mientras el 80% restante no lo hace. Fuente: propia.

Esta pregunta se formula con el propósito de determinar si las afecciones respiratorias tienen un origen común o están vinculadas a conductas nocivas, como el tabaquismo, las cuales incrementan la vulnerabilidad ante diversos problemas de salud.

Del análisis realizado, se observa que, de los cinco técnicos evaluados, solo uno es fumador. Resulta fundamental llevar a cabo un seguimiento exhaustivo de su estado de salud, ya que es uno de los que reporta molestias respiratorias, las cuales podrían estar siendo exacerbadas por factores relacionados con su entorno laboral.

Análisis del ausentismo:

Por otro lado, teniendo el ausentismo de los técnicos de mantenimiento (Anexo 6) y según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 3793, el análisis del ausentismo debe seguir un proceso estructurado en cuatro pasos fundamentales (Icontec, 1996):

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

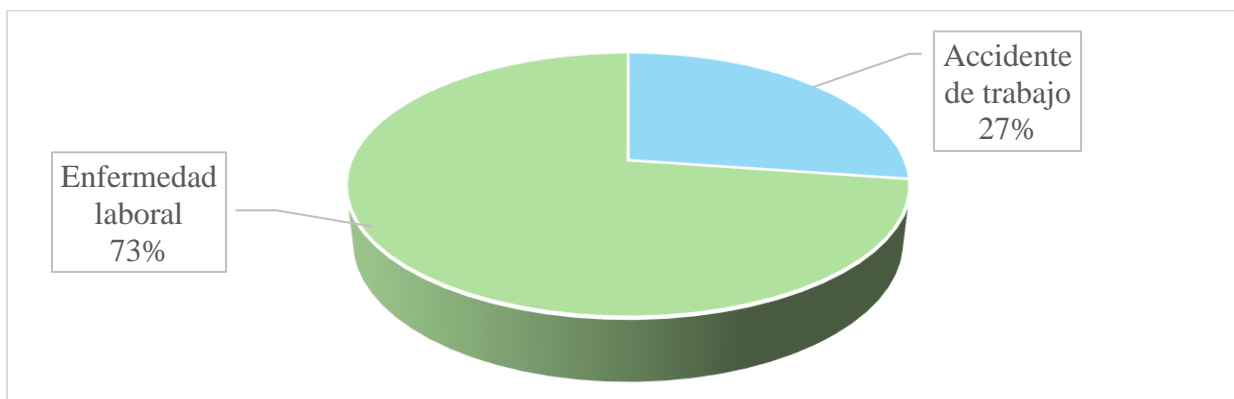
1. Clasificación de ausentismo: Consiste en identificar y categorizar los tipos de ausentismo presentes, ya sea por enfermedad común, accidente de trabajo, permisos, entre otros.

Y en el caso de la empresa CR&CR 180 S.A.S se clasifican de la siguiente manera:

- ❖ **Ausentismo justificado por enfermedad laboral:** En los datos suministrados por la empresa se indica que el 73 % corresponde a ausencia por enfermedad laboral, destacando problemas respiratorios, lo cual sugiere una exposición continua a condiciones ambientales potencialmente nocivas en el entorno laboral.
- ❖ **Ausentismo justificado por Accidente laboral:** Como se observa en los datos suministrado por la empresa, sólo se tiene un reporte de este caso, el cual tuvo una incapacidad de 30 días.

Figura 12

Porcentaje de días de incapacidad por causa



Nota. El 73% de los técnicos estuvieron ausentes por enfermedad laboral, mientras el 27% restante por accidente de trabajo. Fuente: propia.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

2. Indicadores de Ausentismo: En esta etapa, se calculan los indicadores de ausentismo, lo que permite medir la magnitud del problema y obtener datos precisos sobre su impacto en la organización.

- **Total, de días de incapacidad:** el total de días es de 110 días de ausencias donde se 80 días es por enfermedades laborales y 30 es por accidentes de trabajo.
- **Índice de Ausentismo:** es un indicador clave en la NTC 3793, calculado como el porcentaje de días de incapacidad respecto al total de días laborables del periodo. Aunque el cálculo exacto requiere el total de días laborables, puedes estimarlo con esta fórmula:

$$\text{Índice de Ausentismo} = \left(\frac{\text{Días de incapacidad}}{\text{Total de días laborales del periodo}} \right) \times 100$$

Remplazando los datos quedaría así:

$$\text{Índice de Ausentismo} = \left(\frac{110 \text{ días de incapacidad}}{350 \text{ días laborales del periodo}} \right) \times 100$$

Teniendo un índice de ausentismo del 31.42% anual.

- **Frecuencia de Ausentismo de Trabajo:** La frecuencia y duración por trabajador son los siguientes:

Trabajador 1: 3 episodios con un total de 71 días

Trabajador 2: 2 episodios con un total de 20 días

Trabajador 3: 0 episodios

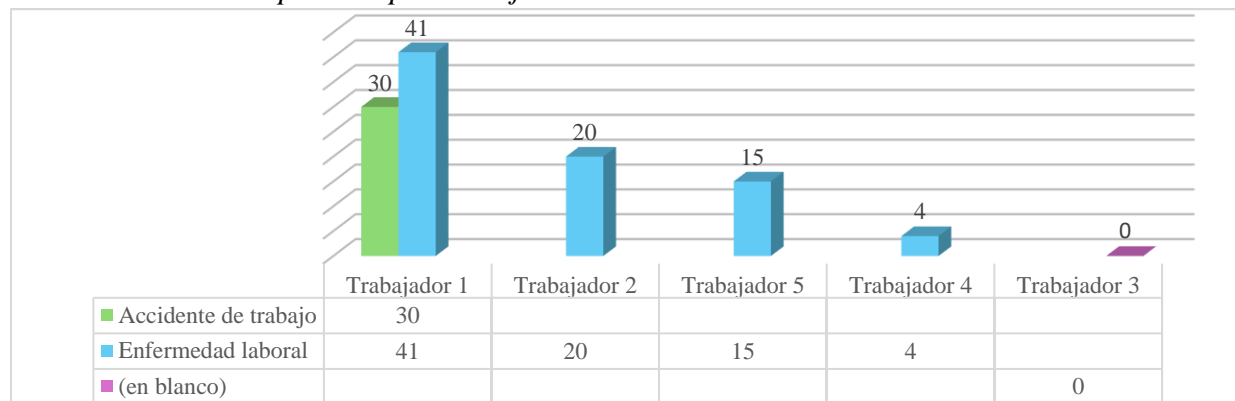
Trabajador 4: 1 episodio con un total de 4 días

Trabajador 5: 1 episodio con un total de 15 días

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Figura 13

Total de días de incapacidad por trabajador



Nota. Los días de incapacidad por enfermedad laboral y accidente de trabajo de cada técnico. Como se puede ver el trabajador 1 tuvo un accidente laboral con 30 días de incapacidad y dos episodios de enfermedad laboral para un total de 41 días de incapacidad, por otro lado, los trabajadores 2, 5 y 4, tuvieron incapacidades de 20, 15 y 4 días por enfermedad laboral.

La duración promedio de las ausencias es de 15,7 días por episodio, del cual fueron siete episodios con un total de 110 días.

3. Análisis de causas de ausentismo: Aquí se identifican y analizan los factores que causan el ausentismo, incluyendo aspectos internos y externos, como condiciones laborales, factores de salud o personales.

- **Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica con Infección Respiratoria**

Aguda (J440): Con 39 días de incapacidad, este diagnóstico representa una gran parte del ausentismo. Su frecuencia sugiere una relación directa entre el entorno laboral y problemas de salud respiratoria.

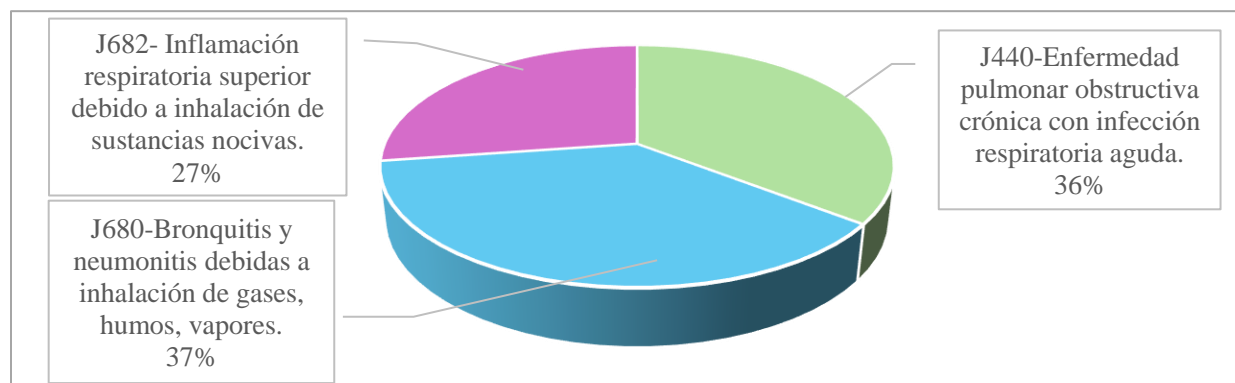
- **Bronquitis y Neumonitis por Inhalación de Gases (J680):** Esta condición representa 41 días de incapacidad, lo que apunta a posibles problemas con la ventilación y la exposición a gases, polvos o vapores.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- **Inflamación Respiratoria por Sustancias Nocivas (J682):** Este diagnóstico está asociado con el accidente laboral, sumando 30 días de incapacidad y resaltando un riesgo de exposición a sustancias nocivas, lo cual es crucial para identificar áreas de mejora en los protocolos de seguridad y equipos de protección

Figura 14

Porcentaje de días de incapacidad por diagnóstico



Nota. El 37% de los trabajadores fue diagnosticado con J680-Bronquitis y neumonitis debidas a inhalación de gases, humos, vapores, el 36% J440-Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con infección respiratoria aguda y el 27% con J682- Inflamación respiratoria superior debido a inhalación de sustancias nocivas.

- 4. Evaluaciones de impacto y recomendaciones:** Finalmente, se realiza una evaluación integral del ausentismo, a partir de la cual se proponen recomendaciones y estrategias de intervención para mitigar las causas identificadas y mejorar la gestión del ausentismo en la empresa.

Impacto:

El 73% de los días de incapacidad está vinculado a enfermedades respiratorias relacionadas con el entorno laboral. Este alto porcentaje subraya la importancia de mejorar las condiciones ambientales para reducir las enfermedades respiratorias ocupacionales.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

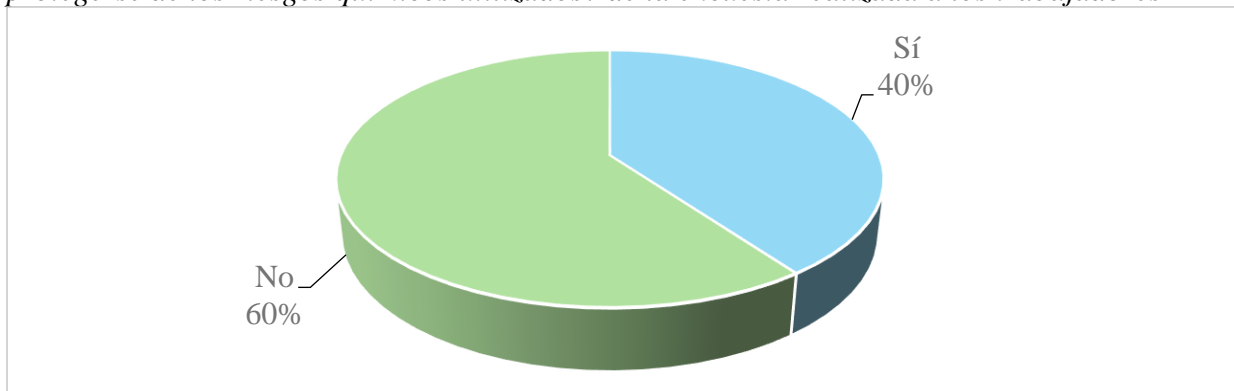
- **Desarrollar estrategias para mitigar las consecuencias generadas por la exposición a humos de soldadura en los técnicos de mantenimiento y equipos electrónicos.**

Para este objetivo se realizaron una serie de preguntas a los técnicos del área de mantenimiento, con el fin de analizar la percepción que tienen acerca de las medidas en los programas de capacitación, promoción y prevención, y de las cuales se obtuvo como resultado datos que pueden ser observados en las siguientes graficas:

- ¿Ha recibido capacitación sobre el uso correcto de los EPP para protegerse de los riesgos químicos utilizados?

Figura 15

Resultados de la pregunta ¿ha recibido capacitación sobre el uso correcto de los EPP para protegerse de los riesgos químicos utilizados? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. El 40% de los técnicos si ha recibido capacitación del uso correcto de los EPP, mientras el 60% restante no. Fuente: propia.

Cómo se pudo ver en el primer objetivo analizado, en la *Figura 3* todos los trabajadores consideran que los EPP son adecuados para la protección de riesgos en su labor, pero el 60% manifiesta no haber recibido capacitación adecuada sobre el uso correcto de estos, lo que significa que podrían usarlos de forma incorrecta, por desconocimiento.

“Los EPP no eliminan el riesgo ni hacen a los colaboradores invencibles, pero si mitigan la exposición a los peligros existentes en la organización, y previenen que los accidentes

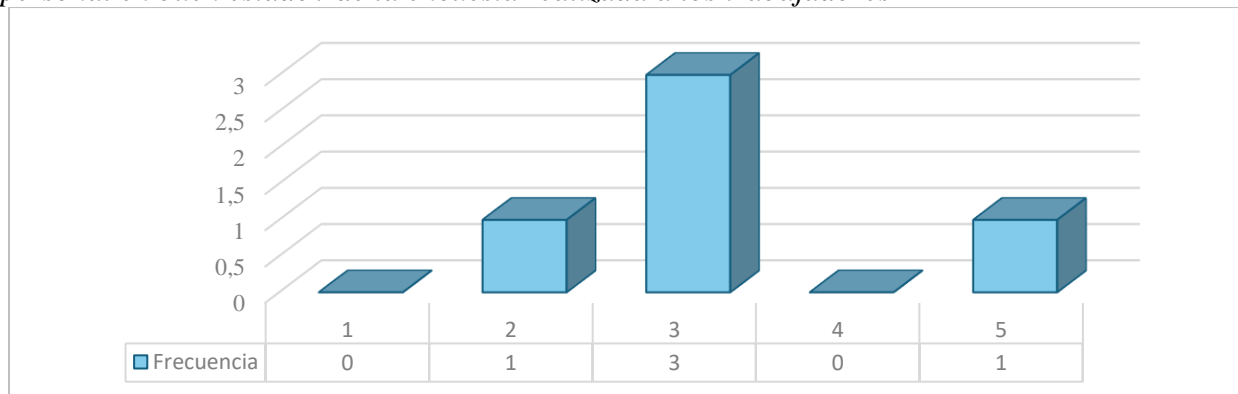
ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

laborales tengan un mayor impacto en el empleado” (Giraldo García, 2008), es decir, si los trabajadores no hacen uso correcto de sus EPP aumenta el riesgo de accidentes o enfermedades de origen laboral, por esto es importante que la empresa revise si las capacitaciones que está brindando son suficiente para tener la certeza de que los empleados están haciendo uso correcto de sus equipos de protección personal.

- ¿Con qué frecuencia revisa y mantiene sus equipos de protección personal en buen estado?

Figura 16

Resultados de la pregunta ¿con qué frecuencia revisa y mantiene sus equipos de protección personal en buen estado? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. (Siendo 5 muy frecuente y 1 nada frecuente) Como se puede ver sólo un trabajador revisa sus EPP con frecuencia. Fuente: propia.

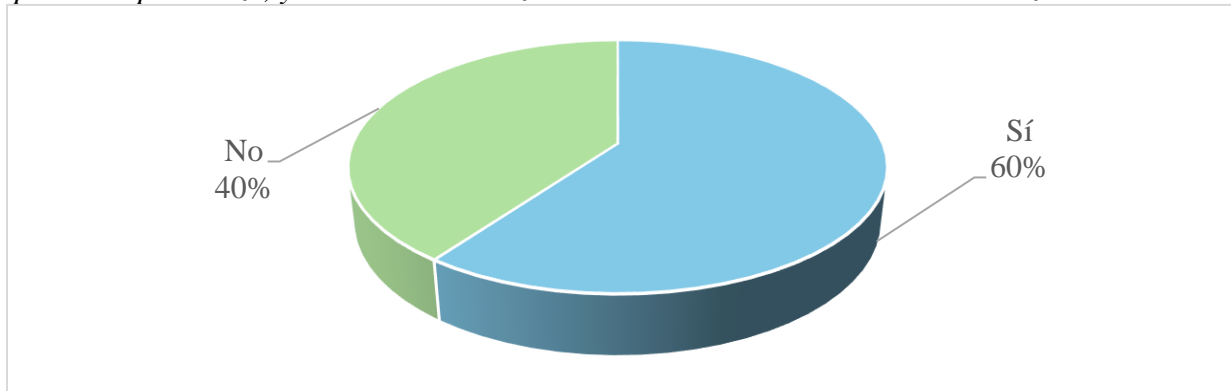
Como se evidencia, sólo el 80% de los trabajadores hace la revisión de sus EPP en una frecuencia adecuada, aun a pesar de esto, es importante que todo el personal cumpla con la frecuencia de revisión de sus equipos y elementos de protección, ya que el oportuno reporte de un cambio anticipado de alguno de estos podría disminuir el riesgo de enfermedad o accidente laboral.

- ¿Está familiarizado con las hojas de seguridad de los insumos químicos que utiliza, y estas son actualizadas cada 5 años?

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Figura 17

Resultados de la pregunta *¿está familiarizado con las hojas de seguridad de los insumos químicos que utiliza, y estas son actualizadas cada 5 años?* de la encuesta realizada



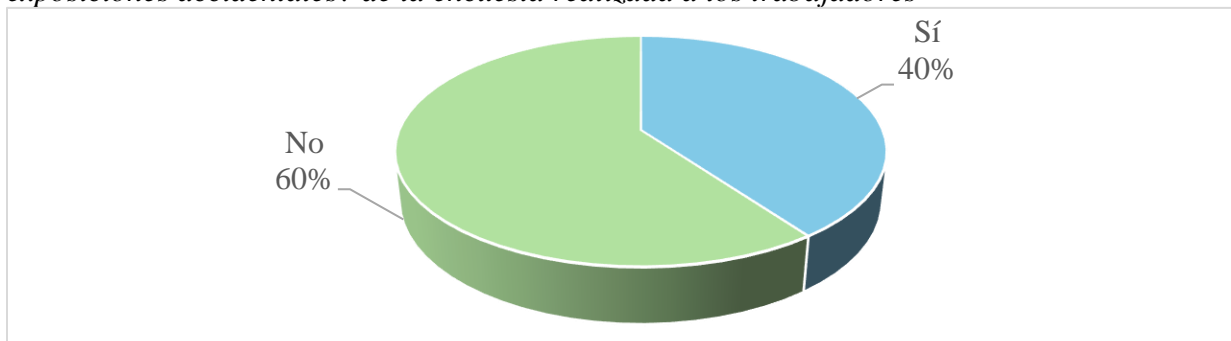
Nota. El 40% de los técnicos no está familiarizado con las hojas de seguridad de los insumos químicos de su área de trabajo, mientras el 60% restante sí. Fuente: propia.

A pesar de que la mayoría de los trabajadores afirman estar familiarizados con las hojas de seguridad de sus insumos las cuales se pueden ver en el (Anexo 7), es grave que no sea así con el 40% restante, ya que, cómo se ha mencionado antes, se evidencia una clara ausencia de planes de capacitación sobre riesgos a los técnicos.

- ¿Existen procedimientos claros para manejar derrames o exposiciones accidentales?

Figura 18

Resultados de la pregunta *¿existen procedimientos claros para manejar derrames o exposiciones accidentales?* de la encuesta realizada a los trabajadores



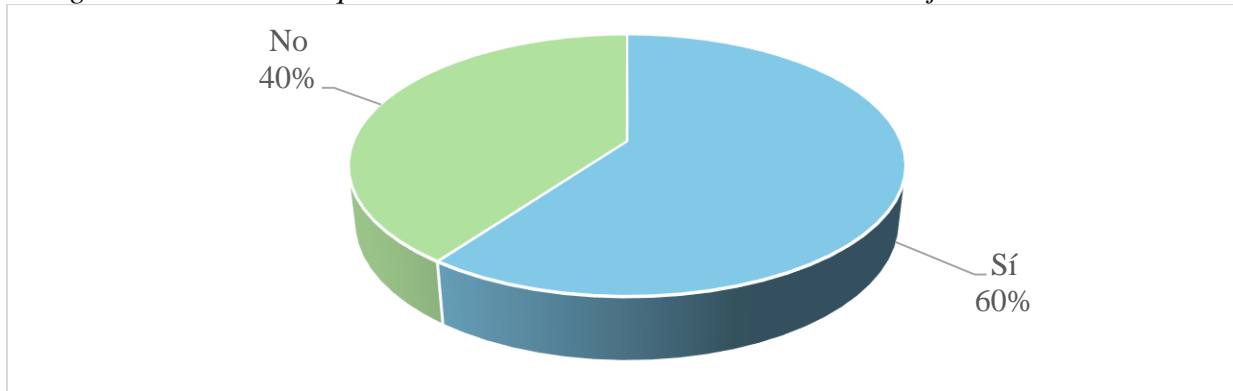
Nota. El 60% de los técnicos no tienen claros los procedimientos ante derrames accidentales, mientras el 40% restante sí. Fuente: propia.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- ¿Ha recibido capacitación sobre cómo actuar en caso de una emergencia con insumos químicos?

Figura 19

Resultados de la pregunta ¿ha recibido capacitación sobre cómo actuar en caso de una emergencia con insumos químicos? de la encuesta realizada a los trabajadores



Nota. El 60% de los técnicos si han recibido algún tipo de capacitación sobre cómo actuar en caso de emergencia, mientras el 40% restante no. Fuente: propia.

Teniendo en cuenta las respuestas de los trabajadores en las preguntas 12 y 13, expuestas en las Figura 18 y Figura 19, es importante que el empleador tenga presente, que al no ser claros estos procedimientos, no sólo se expone al trabajador a graves consecuencias, poniendo en riesgo su salud, ya que al actuar de manera inadecuada podría resultar en intoxicaciones, quemaduras o problemas respiratorios, sino que además puede repercutir en sanciones legales o multas, ya que, el Decreto 1072 de 2015 y otras normativas relacionadas con la gestión de riesgos químicos exigen a las empresas implementar procedimientos claros y efectivos para el manejo de sustancias peligrosas, y claramente se interrumpirían sus operaciones, lo que afectaría la productividad de la empresa.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Por lo tanto, es crucial que las empresas mantengan procedimientos claros, actualizados y comunicados efectivamente para el manejo seguro de sustancias químicas y situaciones de emergencia.

De acuerdo con lo que con lo anterior se evidencia el siguiente panorama dentro de la empresa:

- El 40 % de los empleados manifestaron haber tenido enfermedades respiratorias en los últimos meses.
- Se evidencia la ausencia de planes del personal en los riesgos que ellos tienen específicos como el manejo de los EPP que se deben usar y cómo usarlos.
- En la revisión de la matriz de EPP se encontró que la mayoría de los EPP usados no tienen la capacidad de manejar los peligros, es decir las sustancias químicas que manejan.

De acuerdo con lo anterior se propone las siguientes estrategias para contrarrestar los hallazgos encontrados:

1. Adquisición de EPP adecuados, con este contrarresta lo del análisis de EPP en la que solo se tiene un EPP para mitigar las amenazas de las sustancias químicas.
2. Realización de inspección y validación de los EPP, con esto se estimula que al momento de adquirir y usarlos se verifique que estén en buenas condiciones y sean aptos para su labor.
3. Realizar formación y capacitación, con esta estrategia se concientiza a los colaboradores de los peligros que se tienen al momento de realizar su labor y como se pueden mitigar de manera correcta.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

4. Revisión de la ficha de seguridad y protocolos de la empresa, la idea es realizarla de manera anual, por si hay un cambio en las sustancias químicas de proveedor o de las referencias técnicas al proceso.

Para ampliar las estrategias y su implementación, se realiza un plan de acción basado en la información proporcionada por la empresa, el cual se encuentra detallado en el anexo de plan de acción (*Anexo 8*).

9. Conclusiones

Se llevó a cabo una revisión detallada sobre la eficiencia de los elementos de protección respiratoria en los técnicos de mantenimiento, confirmando que el cumplimiento con la normativa vigente ha sido positivo en varios aspectos, sin embargo, las evaluaciones realizadas indican que algunos equipos requieren mejoras para asegurar su completa efectividad frente al riesgo químico, y se hace necesario fomentar su uso continuo, la correcta aplicación de estos elementos contribuye a la disminución en el número de incapacidades y ausencias por problemas respiratorios.

El análisis del ausentismo conforme a la metodología establecida en la NTC 3793, complementado con los datos proporcionados por la empresa, revela que el 73% de las ausencias corresponden a enfermedades laborales, destacándose problemas respiratorios como los más prevalentes. Adicionalmente, mediante el análisis de encuestas aplicadas, se identificó que la mayoría de los trabajadores acuden al médico en intervalos regulares, sin embargo, únicamente el 20% de ellos reporta las recomendaciones médicas recibidas, evidenciando una brecha en el cumplimiento de estas directrices por parte del personal. La implementación del uso adecuado de

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

los EPP y las estrategias de prevención reducirán de manera efectiva el ausentismo, mejorando así la salud y calidad de vida de los trabajadores.

Por otro lado, las encuestas realizadas indican que los colaboradores están familiarizados con los EPP y los insumos químicos que manejan, aunque persisten áreas de mejora en su uso adecuado. Se observó que todos los insumos cumplen con la normativa SGA y cuentan con fichas técnicas y hojas de seguridad accesibles y visibles para el personal, lo cual es fundamental para reducir riesgos.

Además, cumplir con las normativas nacionales y estándares internacionales, como los de la OIT, en el suministro y uso obligatorio de EPP en entornos de riesgo ha sido fundamental en esta investigación. Los empleadores deben proporcionar los elementos de protección personal adecuados y asegurar su uso mediante programas de capacitación y seguimiento continuo para reducir los riesgos asociados a la exposición a sustancias tóxicas.

La capacitación continua y el fortalecimiento de una cultura de seguridad son pilares esenciales para asegurar que los colaboradores comprendan y empleen de manera adecuada los EPP, así como para fomentar la corresponsabilidad en el autocuidado y el uso seguro de los insumos químicos. Además, el cumplimiento con las normativas nacionales e internacionales refuerza el compromiso de la empresa con la seguridad y salud en el trabajo, contribuyendo a un ambiente laboral más seguro y a la mejora en la calidad de vida de los técnicos.

Con base en los resultados obtenidos, se propusieron estrategias enfocadas en mitigar los riesgos derivados de la exposición a humos de soldadura, desarrollando un plan de acción (Anexo 8). Estas incluyen la implementación de sistemas de ventilación y extracción más eficientes, la actualización de los protocolos de seguridad y la capacitación continua en el uso

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

adecuado de los EPP. También se subraya la necesidad de cumplir con normativas nacionales e internacionales para garantizar un entorno laboral seguro. Estas medidas no solo protegerán la salud de los trabajadores, sino que también contribuirán a reducir el ausentismo, fortalecer la cultura de seguridad en la empresa y mejorar la calidad de vida de los técnicos de mantenimiento.

10.Recomendaciones

Esta investigación se centró en los técnicos de mantenimiento de una empresa específica (CR&CR 180 S.A.S), lo cual limita la generalización de los resultados. Se recomienda realizar estudios similares en diferentes tipos de empresas y sectores donde se utiliza soldadura de estaño, como la industria automotriz y de manufactura electrónica. Esto permitiría obtener datos comparativos sobre los efectos de la exposición a humos de soldadura y evaluar si existen diferencias significativas en otros entornos laborales.

La muestra en este estudio fue pequeña, lo que limitó el alcance de los resultados. Para investigaciones futuras, sería beneficioso trabajar con una muestra mayor que permita un análisis estadístico más robusto. Esto también podría ayudar a identificar patrones de riesgo y salud asociados con la exposición a humos en distintos grupos demográficos, como edad, experiencia y condiciones preexistentes.

En futuras investigaciones, se recomienda incorporar variables adicionales, como el nivel de concentración de humos y gases en diferentes puntos del área de trabajo, la frecuencia de reemplazo de los EPP, y el tiempo de exposición durante cada jornada. Variables como estas podrían proporcionar una comprensión más profunda de los factores que incrementan el riesgo de enfermedades respiratorias y ayudar a definir estrategias preventivas más específicas.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Durante la investigación, se observó la importancia de las capacitaciones para el uso adecuado de EPP, pero no se evaluó de manera exhaustiva su efectividad a lo largo del tiempo. Futuras investigaciones deberían medir el impacto de la capacitación mediante la observación directa o entrevistas de seguimiento. Además, podría evaluarse la frecuencia y calidad de las capacitaciones para optimizar la sensibilización de los trabajadores.

Una de las principales limitaciones de este proyecto fue la falta de control sobre factores ambientales como la calidad del aire, humedad y temperatura, los cuales pueden influir en la concentración de humos y gases presentes en el entorno. Para futuras investigaciones, se sugiere incorporar la evaluación y el control de estas variables, de manera que se puedan gestionar adecuadamente en el diseño de estudios experimentales.

En la fase de recolección de datos, surgió la limitación de depender de autoinformes de los trabajadores sobre su uso de EPP y síntomas de salud, lo cual puede tener sesgos. Asimismo, se presentaron dificultades en la obtención de reportes médicos detallados debido a restricciones de confidencialidad. Por ello, se recomienda que futuros estudios trabajen en protocolos de acceso a datos más completos y verificados. Además, en la etapa de análisis, la disponibilidad limitada de herramientas de medición para concentraciones de humos limitó la precisión de los hallazgos; contar con instrumentos de medición específicos sería valioso para estudios futuros.

Según los resultados obtenidos, se recomienda considerar la implementación del plan de acción propuesto en detalle en el Anexo 8 como una estrategia clave para optimizar los costos operativos y fomentar un entorno laboral saludable. Esta medida permitirá reducir el ausentismo laboral, incrementar la productividad y una gestión más

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

eficiente de los recursos, al mitigar los factores de riesgo asociados con enfermedades laborales y accidentes de trabajo.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

11. Referencias Bibliográficas

- Abdull, N., Muhammad, N. S. I., Mokhtar, K. M., & Shahri, Z. (2024). Occurrence, characterization, and transport mechanism of welding fumes particles emitted during the welding process. *Journal Of Physics Conference Series*, 2688(1), 012010.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2688/1/012010>
- Abdel-Rasoul, G. M., Abu-Salem, M. E., Salem, E. A., Younis, F. E., Abdel-Monaem, A. M., & Allam, H. K. (2022). Respiratory health disorders among workers in some Egyptian welding enterprises. *Toxicology and Industrial Health*, 38(1), 53–62.
<https://doi.org/10.1177/07482337211064950>
- Aguirre García, Y., & Estévez Villamizar, Y. (2020). *Efectos respiratorios por la inhalación de gases y vapores en trabajadores de estaciones de servicio* [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios].
<https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/f169de65-039c-463f-bcb0-ac9bc06baf1d/content>
- Antonini, J. (2004). Suppression in lung defense responses after bacterial infection in rats pretreated with different welding fumes. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 200(3), 206–218. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2004.04.022>
- ATSDR. (2005). Resumen de Salud Pública. Estaño y compuestos del estaño. En *Agencia Para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs55.pdf
- Cha, E., Jeon, D., Kang, D., Kim, Y., & Kim, S. (2022). Chemical pneumonitis caused by the inhalation of zinc oxide fumes in an arc welder. *International Journal of Environmental*

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- Research and Public Health/International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(13), 7954. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137954>
- Decreto 1072 de 2015. (26 de mayo de 2015) Obtenido de: Decreto 1072 de 2015 Sector Trabajo - Gestor Normativo - Función Pública (funcionpublica.gov.co)
- Decreto 1630 de 2021 - Gestor Normativo. (n.d.). Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=173879>
- DIAN. (2021). Cartilla para la atención de emergencias Ambientales. En Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN (Código CT-TAH-0037). Recuperado 6 de agosto de 2024, de <https://www.dian.gov.co/atencionciudadano/LMDP/Talento-Humano/Desarrollo-del-Talento-Humano/Cartillas/CT-TAH-0037.pdf>
- Fine, J. M., Gordon, T., Chen, L. C., Kinney, P., Falcone, G., & Beckett, W. S. (1997). Metal Fume fever. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 39(8), 722–726. <https://doi.org/10.1097/00043764-199708000-00006>
- Flores, Á. J. T. (2024, 20 marzo). La soldadura eléctrica y sus riesgos a la salud. Grupo Microanálisis. <https://grupo-microanalisis.com/la-soldadura-electrica-y-sus-riesgos/>
- García, M., Martínez, J., & Rodríguez, L. (2020). Efectos de la exposición a humos de soldadura en la salud de los trabajadores. *Revista de Salud Ocupacional*, 35(2), 123-130.
- Giraldo, A. (2008). Seguridad industrial: charlas y experiencias para un ambiente seguro: (ed.). Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/69057?page=36>
- Guha, N., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., Ghissassi, F. E., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., Vilahur, N., Muller, K., & Straif, K. (2017). Carcinogenicity of welding,

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

molybdenum trioxide, and indium tin oxide. *The Lancet Oncology*, 18(5), 581–582.

[https://doi.org/10.1016/s1470-2045\(17\)30255-3](https://doi.org/10.1016/s1470-2045(17)30255-3)

Haluza, D., Moshhammer, H., & Hochgatterer, K. (2013). Dust is in the Air. Part II: Effects of Occupational Exposure to Welding Fumes on Lung Function in a 9-Year Study. *Lung*, 192(1), 111–117. <https://doi.org/10.1007/s00408-013-9529-6>

Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la Investigación Plus*. McGrawHill - Plus.

<https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.uniminuto.edu/?il=31234>

Icontec. (1996). NTC 3793 - SALUD OCUPACIONAL. CLASIFICACION REGISTRO y ESTADISTICAS DE AUSENTISMO LABORAL. *E-collection Icontec*.

<https://ecollection-icontec-org.ezproxy.uniminuto.edu/normavw.aspx?ID=2850>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], & Nordberg, G. (s. f.).

METALES: PROPIEDADES QUIMICAS y TOXICIDAD. En *www.insst.es*.

Recuperado 2 de diciembre de 2024,

de <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+63.+Metales+propiedades+qu%C3%ADmicas+y+toxicidad>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSST]. (2014). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos. En *www.insst.es* (N.º 272-14-040-7). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Recuperado 3 de diciembre de 2024, de

https://www.insst.es/documents/94886/96076/agen_bio.pdf/f2f4067d-d489-4186-b5cd-994abd1505d9

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Laverde, A. (2024, February 15). Norma IPC A 610 Aceptabilidad ensambles electrónicos.

[Normas IPC|Certificación|ALDELTA. <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/ipc-a-610-aceptabilidad-ensambles/>

López, A., Pérez, F., & Gómez, R. (2018). Implementación de medidas preventivas en la industria manufacturera para la mejora de la salud laboral. *Salud y Trabajo*, 22(1), 45-56.

López, J. M. (2002). *Reglamento técnico para la evaluación de humos metálicos de soldadura* (1.ª ed.) [Digital]. <https://www.libertyseguros.co/sites/default/files/2019-07/Reglamento%20tecnico%20para%20humos%20metalicos%20de%20soldadura.pdf>

López, P. (2002). Población y muestreo. *Scielo*, 9(8). Recuperado 3 de diciembre de 2024, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012

Mastrangelo, G., Tartari, M., Fedeli, U., Fadda, E., & Saia, B. (2003). Ascertaining the risk of chronic obstructive pulmonary disease in relation to occupation using a case-control design. *Occupational Medicine*, 53(3), 165-172.

<https://doi.org/10.1093/occmed/kqg041>

Ministerio de la Protección Social. (2007). Guía de Atención Integral basada en la evidencia para Neumoconiosis.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/guia-atencion-integral-neumoconiosis.pdf>

Ministerio de Trabajo de Colombia. (1979). Resolución 2400 de 1979. Obtenido de: Resolución 2400 de 1979 Ministerio del Trabajo (alcaldiabogota.gov.co)

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Molano, C. G., Merchán, J. G., & Arciniegas, L. G. (2019). Efectos a la salud por exposición a partículas ultrafinas generadas en los procesos de soldadura. *Mare Ingenii*, 1(1), 28-36.

<https://doi.org/10.52948/mare.v1i1.178>

Niño, Y., Gonzalez, Y., & Renteria, H. (2021). Riesgo químico en lugares de trabajo. En Consejo Colombiano de Seguridad - CCS. Recuperado 6 de agosto de 2024, de

<https://ccs.org.co/wp-content/uploads/2021/06/Guia-tecnica-Riesgo-quimico-en-lugares-de-trabajo.pdf>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2020). Occupational health: Health workers. Ginebra: OMS.

Partanen, T., Monge, P., & Wesseling, C. (2009). Causas y prevención del cáncer ocupacional.

Scielo, 51(4). http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022009000400003&lng=en&tlng=es

Pacioni, R. (2019). Soldadura con Estaño - Electrónica. Uns.

https://www.academia.edu/38755732/Soldadura_con_Esta%C3%B1o_Electr%C3%B3nica

Petrovici, C., Ion, I., Vasile, M., Petcu, A., Severin, B., Petrovici, D., & Petcu, L. (2023).

Welding Fumes Versus Respiratory System – An Up-to-Date Overview of Welding Lung Diseases. *Ars Medica Tomitana*, 29(4), 258-266. <https://doi.org/10.2478/arism-2023-0037>

Resolución 2400 de 1979 Ministerio del Trabajo. (n.d.).

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53565>

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Resumen de Salud Pública: Estaño y compuestos de estaño | PHS | ATSDR. (s. f.).

https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs55.html#:~:text=El%20esta%C3%B1o%20es%20un%20metal,en%20algunos%20materiales%20para%20soldar

Riccelli, M. G., Goldoni, M., Poli, D., Mozzoni, P., Cavallo, D., & Corradi, M. (2020). Welding Fumes, a Risk Factor for Lung Diseases. *International Journal Of Environmental Research And Public Health/International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 17(7), 2552. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072552>

Rincón, C. R., & Delgado, P. (2018). *ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE ACCIDENTALIDAD y ENFERMEDAD LABORAL EN UNA COMPAÑÍA METALMECÁNICA EN BOGOTÁ*. [Al título de Especialista en Higiene, Seguridad y Salud en el Trabajo, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].

<https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/786e043c-fc8a-466d-a4a1-6a76d22f61/content>

Scherz, P. (2000). *Practical Electronics for Inventors*. McGraw-Hill. Disponible en:

<http://instrumentacion.qi.fcen.uba.ar/libro/Scherz.pdf>

Sentry Air Systems. (2010). *Los peligros del humo de soldadura con estaño*. Retrieved

December 2, 2024, from <https://www.sentryair.com.mx/solder-fumes.htm>

Smith, T., & Jones, K. (2017). Occupational Health and Safety in the Electronics Industry: A Review. *Journal of Industrial Health*, 55(3), 290-298

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2014). Capitulo IV [Digital]. En *Ing. Mecánica – Tecnología Mecánica II* (Facultad de Ciencias y Tecnología).

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

https://aulasvirtuales.udistrital.edu.co/pluginfile.php/90067/mod_page/content/3/cap-3.4_PROCESOS_DE_SOLDADURA.pdf

- Zhou, S., Wang, Y., Yu, C., Ding, C., He, J., Liu, Y., Wang, H., & Ni, C. (2022). Metal Exposure-Related Welder's pneumoconiosis and lung Function: A Cross-Sectional study in a container factory of China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16809. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416809>
- IPC. (2010). Aceptabilidad de ensambles electrónicos en: <https://www.ipc.org/TOC/IPC-A-610E-Spanish.pdf>

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Anexos

Anexo 1

Reportes médicos

ACTA DE ENTREGA DE RECOMENDACIONES MÉDICAS OCUPACIONALES

Bogotá, 14 de septiembre de 2024

ASUNTO: Recomendaciones médicas ocupacionales.

Apreciado colaborador (a):

Conforme a su solicitud, adjuntamos las recomendaciones médicas del **TRABAJADOR (1)**, que de acuerdo con el resultado de los exámenes médicos de **Periódico** realizados por la **IPS CONTROLAR SALUD INTEGRAL S.A.S** el día 14 de septiembre del año 2024, cuyo concepto de aptitud es:

CONCEPTO

- Apto - Periódico sin restricciones para el cargo.

RECOMENDACIONES

- Examen periódico satisfactorio sin evidencia a la fecha (11/09/2024), de patología de origen laboral o de origen común que se pueda agravar con la labor.

OBSERVACIONES

- Se recomienda valoración y conducta por optometría de su EPS.

SISTEMA DE VIGILANCIA CARDIOVASCULAR

Es su responsabilidad acatar en su totalidad las recomendaciones dadas por la IPS. Por lo anterior, se le informa que el desacato a las restricciones y recomendaciones médicas será considerado como contra versión a la política de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Bogotá, 19 de septiembre de 2024

ASUNTO: Recomendaciones médicas ocupacionales.

Apreciado colaborador (a):

Conforme a su solicitud, adjuntamos las recomendaciones médicas del **TRABAJADOR (2)**, que de acuerdo con el resultado de los exámenes médicos Periódicos realizados por la **IPS CONTROLAR SALUD INTEGRAL S.A.S** el día 18 de septiembre del año 2024, cuyo concepto de aptitud es:

CONCEPTO

- Apto – sin restricciones para el cargo.

RECOMENDACIONES

- Ingreso a programa de vigilancia epidemiológica auditivo.
- Ingreso a programa de vigilancia cardiovascular.

OBSERVACIONES

- Participar en las actividades de promoción y prevención en riesgos
- Laborales programadas por la empresa.
- Observaciones seguimiento y control por especialidad médica EPS.
- Hábitos de vida saludables

Cordialmente,

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

ACTA DE ENTREGA DE RECOMENDACIONES MÉDICAS OCUPACIONALES

Bogotá, 23 de septiembre de 2024

ASUNTO: Recomendaciones médicas ocupacionales.

Apreciado colaborador (a):

E Conforme a su solicitud, adjuntamos las recomendaciones médicas del **TRABAJADOR (3)**, que de acuerdo con el resultado de los exámenes médicos **Periódicos** realizados por la **IPS CONTROLAR SALUD INTEGRAL S.A.S.**, el día 21 de septiembre del año 2024, cuyo concepto de aptitud es:

CONCEPTO

- Apto – con controles para el cargo por parte de la EPS.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda promover participación de las actividades de promoción y prevención en riesgos laborales riesgo químico, con énfasis en riesgo laboral auditivo y de bioseguridad, programadas por la dirección.
- Se recomienda ingresar al programa de vigilancia epidemiológica para prevención de riesgo laboral auditivo.
- Se recomienda control médico ocupacional periódico.

OBSERVACIONES

- Se recomienda uso de corrección permanente para desempeñar el cargo.
- Se recomienda mantener hábitos de vida saludable; realizar actividad física (30 min al menos 3 veces por semana). dieta baja en carbohidratos, grasas y azúcares. se sugiere disminuir peso corporal.
- Se recomienda continuar con exámenes audiológicos complementarios por eps.
- Se recomienda evitar exposición a fuentes de ruido mayor a 85 dba.
- Se recomienda reposo auditivo luego de la jornada laboral.
- Se recomienda uso de EPA en exposición a ruido, ingresar a la zona de ruido con los EPA verificando antes el selle de estos en el conducto auditivo externo.

ACTA DE ENTREGA DE RECOMENDACIONES MÉDICAS OCUPACIONALES

Bogotá, 25 de septiembre de 2024

ASUNTO: Recomendaciones médicas ocupacionales.

Apreciado colaborador (a):

Conforme a su solicitud, adjuntamos las recomendaciones médicas del **TRABAJADOR (4)**, que de acuerdo con el resultado de los exámenes médicos **Periódicos** realizados por la **IPS CONTROLAR SALUD INTEGRAL S.A.S.**, el día 24 de septiembre del año 2024, cuyo concepto de aptitud es:

CONCEPTO

- Apto – sin restricciones para el cargo.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

ACTA DE ENTREGA DE RECOMENDACIONES MÉDICAS OCUPACIONALES

Bogotá D.C, 4 de octubre del 2024

ASUNTO: Recomendaciones médicas ocupacionales.

Apreciado colaborador (a):

Conforme a su solicitud, adjuntamos las recomendaciones médicas del **TRABAJADOR (5)**, que de acuerdo con el resultado de los exámenes médicos **Periódico** realizados por la **IPS CONTROLAR SALUD INTEGRAL S.A.S.**, el día 02 de octubre del año 2024, cuyo concepto de aptitud es:

CONCEPTO

- Con restricción para trabajo en alturas

RECOMENDACIONES

Basados en la evidencia y según hallazgos reportados por el paciente, se recomienda:

1. Consultar a nutrición y medicina interna por EPS.
2. Uso de EPP según lo requiera para actividades de soldadura con estaño.
3. Pausas activas e higiene de columna.
4. Ingresar al programa de vigilancia según se requiera.
5. Consultar a optometría periódicamente y pausas visuales control anual.
6. Las anteriores son basadas en lo referido durante la consulta por el paciente.

Nota. El anterior anexo fue brindado por la empresa. Fuente: CR&CR 180 S.A.S.

Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad: [Exámenes Médicos](#)

[Ocupacionales 2024.pdf](#)

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO






Anexo 2 Matriz de peligros

#	Peligros	Momento crítico	Fuente generadora	Fuente situacional o acto	Consecuencia	Fuente	Medio	Persona / Equipo	Material / Proceso	Tarea / Proceso	Exposición	Frecuencia	Gravedad	Control	Asesibilidad del riesgo	Elementos	Sustos	Controles Ingenieriles	Precauciones o Controles Administrativos	EPP
1	ERGONOMICO / MECANICO / POSTURAS prolongadas / movimientos repetitivos	Durante la jornada laboral	Mantenimiento constante de cargas para el desarrollo de tareas monótonas y repetitivas	Acto	Hombros, Lumbalgias, Dolor en el cuello, Dolor en la muñeca, Dolor en la espalda, Dolor en la cabeza, Dolor en los pies, Dolor en las manos.						Diurno	1	6	BAJO	25	110			<ul style="list-style-type: none"> * Inducción de SST incluidos proveedores y contratistas * Procedimiento gestión SST de proveedores y contratistas * Seguimiento y Supervisión constante * Análisis de trabajo seguro y Sistemas de permisos de trabajo (si aplica) 	
2	FISICO / Irradiación	Durante la jornada laboral	Deficiente o excesiva iluminación en algunas áreas	Fuente	Discomfort, Irradiación, Estrés, pérdida de la concentración, Fatiga visual y dolor de cabeza.						Diurno	2	4	BAJO	25	103			<ul style="list-style-type: none"> * Inducción de SST incluidos proveedores y contratistas * Procedimiento gestión SST de proveedores y contratistas * Seguimiento y Supervisión constante * Análisis de trabajo seguro y Sistemas de permisos de trabajo (si aplica) 	
3	FISICO / Temperatura	Durante la jornada laboral	Discomfort térmico	Situación	Discomfort, Irradiación, Estrés, pérdida de la concentración, Fatiga visual y dolor de cabeza.						Diurno	2	1	BAJO	25	91			<ul style="list-style-type: none"> * Inducción de SST incluidos proveedores y contratistas * Procedimiento gestión SST de proveedores y contratistas * Seguimiento y Supervisión constante * Análisis de trabajo seguro y Sistemas de permisos de trabajo (si aplica) 	
4	QUIMICO / Humo Metálico	Durante la jornada laboral	Exposición de largo tiempo a gases a soldar y sus subproductos como de los electrodos	Fuente	Respiración, Irradiación, Estrés, pérdida de la concentración, Fatiga visual y dolor de cabeza.		Laboratorio	S / Tapabocas N95			Diurno	10	4	ALTO	25	100		<ul style="list-style-type: none"> * Inducción de SST * Procedimiento gestión SST * Seguimiento y Supervisión constante * Capacitaciones en labor específico 	Uso de guantes, gafas, uso de careta para protección de la cara, vias respiratorias.	
5	FISICO / Radiaciones no ionizantes	Durante la jornada laboral	Equipos electrónicos y electrónicos de equipos de soldadura	Fuente	Fatiga visual						Diurno	3	18	ALTO	25	416			<ul style="list-style-type: none"> * Inducción de SST incluidos proveedores y contratistas * Procedimiento gestión SST de proveedores y contratistas * Seguimiento y Supervisión constante * Análisis de trabajo seguro y Sistemas de permisos de trabajo (si aplica) 	Uso de careta soldador
6	FISICO / Radiaciones no ionizantes	Durante la jornada laboral	Equipos electrónicos y electrónicos de equipos de soldadura	Fuente	Fatiga visual						Diurno	3	18	ALTO	25	416			<ul style="list-style-type: none"> * Inducción de SST incluidos proveedores y contratistas * Procedimiento gestión SST de proveedores y contratistas * Seguimiento y Supervisión constante * Análisis de trabajo seguro y Sistemas de permisos de trabajo (si aplica) 	Uso de careta soldador
7	FISICO / Radiaciones no ionizantes	Durante la jornada laboral	Equipos electrónicos y electrónicos de equipos de soldadura	Fuente	Fatiga visual						Diurno	3	18	ALTO	25	416			<ul style="list-style-type: none"> * Inducción de SST incluidos proveedores y contratistas * Procedimiento gestión SST de proveedores y contratistas * Seguimiento y Supervisión constante * Análisis de trabajo seguro y Sistemas de permisos de trabajo (si aplica) 	Uso de careta soldador

Nota. El anterior anexo fue brindado por la empresa. Fuente: CR&CR 180 S.A.S.

Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad: [Matriz de Peligros CR&CR180 SAS](#)

Anexo 3 Matriz de Equipos de Protección Personal

MATRIZ DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL							Código:
SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO							Versión: 3
							Fecha: 11/08/2023
							Página: 1 de 1
PROCESO:	ADMINISTRATIVO	ACTIVIDAD:	DIRECTOR E.D.S.D.A		NUMERO DE PERSONAS		1
Parte del Cuerpo a Proteger	Tipo de Elemento de Protección Personal	Diseño	Especificaciones Técnicas	Riesgos asociados	Normatividad	Uso y Mantenimiento	Criterio de reposición
Proteccion Cabeza	Casco de Seguridad - Tres puntos para Barbaquejo		<ul style="list-style-type: none"> * Diseño ergonómico * Sistema Universal de Ensamble * Corte especial para el protector auditivo quede a la altura indicada * Longitud de visera que permita un ángulo de visión mayor de 45° * Barbaquejo de 3 puntos de apoyo, obligatorio 	<ul style="list-style-type: none"> * Protección contra la acción de impactos moderados o leves. * Caídas de Objetos, golpes con objetos, penetración de agua, fuego, salpicaduras químicas radiación solar o térmica 	ANSI Z89.1 NTC 1523	<ul style="list-style-type: none"> * Revise periódicamente la suspensión de su casco. 	<ul style="list-style-type: none"> * Golpe extremos * Cristalización (cambio de color) * Material desgastado, presencia de agujeros (perforaciones) * Grietas o Fisuras * Vida útil del casco
Proteccion Auditiva	Proteccion Auditiva de insercion <i>Opcional</i>		<ul style="list-style-type: none"> * Protector Auditivo Tipo Tapón * Anillos, preformados, reutilizable * Fabricado en silicona * Material no alérgico de fácil mantenimiento y duración * Cordón e insertador y estuche tipo llavero. 	Niveles sonoros superiores a 25 y 35 db	ANSI Z3.19-1974 NTC 2272	<ul style="list-style-type: none"> * Lávelos con agua tibia y jabón suave antes de colocárselos. * Los mimos deben estar muy limpios al momento de insertárselos. * Cuando no los vaya a utilizar * Guárdelos secos en el estuche. 	<ul style="list-style-type: none"> * Reemplazarse si se quebran. * Se deforman parcialmente. * Este demasiado sucio
Proteccion Visual	Monogafas - Lente Claro		<ul style="list-style-type: none"> * Gafas de seguridad antirreflejante lente clara * Filtro UV / policarbonato * Diseño deportivo lo hace cómodo y ergonómico 	<ul style="list-style-type: none"> * Salpicaduras * Proyección de partículas * Ingreso material particulado * Protección a radiaciones 	ANSI Z87.1-2003 NTC 1771, 1825, 1826, 1827, 1834, 1835, 1836	<ul style="list-style-type: none"> * Se recomienda realizar diariamente limpieza con jabón neutro y chorro de agua fría sobre el mismo. * No aplicar solventes o químicos de limpieza ya que se deteriora * Deben ser limpiadas con un paño húmedo antes de comenzar la jornada * Nunca ponga las gafas sobre superficies calientes. * Guardar en un lugar seco una vez se han dejado de utilizar 	<ul style="list-style-type: none"> * Reemplazarse si se quebran. * Se deforman parcialmente. * Si se encuentran rayadas y/o opacas * Presencia de rayones o fisuras.
Proteccion Respiratoria	Protector Respiratorio 3M-9010-N95		<ul style="list-style-type: none"> * Cintas elásticas: Latex de hule natural * Clip nasal de aluminio para brindar un mejor selló. * Elemento filtrante: Tela no tejida de polipropileno y poliester. * Peso aprox.: 10g. * Color: Blanco con ligas blancas 	<ul style="list-style-type: none"> * Particulado * Tóxico * Aserrado * Carpintería * Empacado * Cementos * Combustión * Niebla 	Aprobado por la National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación N95 de la norma 2CFR84	<ul style="list-style-type: none"> * Examinar para verificar si tiene cintas desgastadas, remaches sueltos, costuras deshechas u otros defectos. * Uso adecuado del protector. 	<ul style="list-style-type: none"> * Ruptura * Material desgastado, presencia de agujeros (perforaciones) * Exceso de suciedad en filtro permitiendo dificultad de respirar.
Proteccion Manos	Guantes de Manipulación Fina con Recubrimiento		<ul style="list-style-type: none"> * Fabricado en tejido 100% en poliámidá (Nylon) sin costuras internas * Puño cerrado fabricado 100% en caucho con resorte de color para identificación de talleaje 	<ul style="list-style-type: none"> * Alta destreza fina, ideal para manejo de herramientas manuales, instalación, supervisión, 	EN420:2003 + A1:2009	<ul style="list-style-type: none"> * Antes de usar asegúrese que la parte interna esté seca, lávelos y manténgalos libre de suciedad 	<ul style="list-style-type: none"> * Ruptura * Material desgastado, presencia de

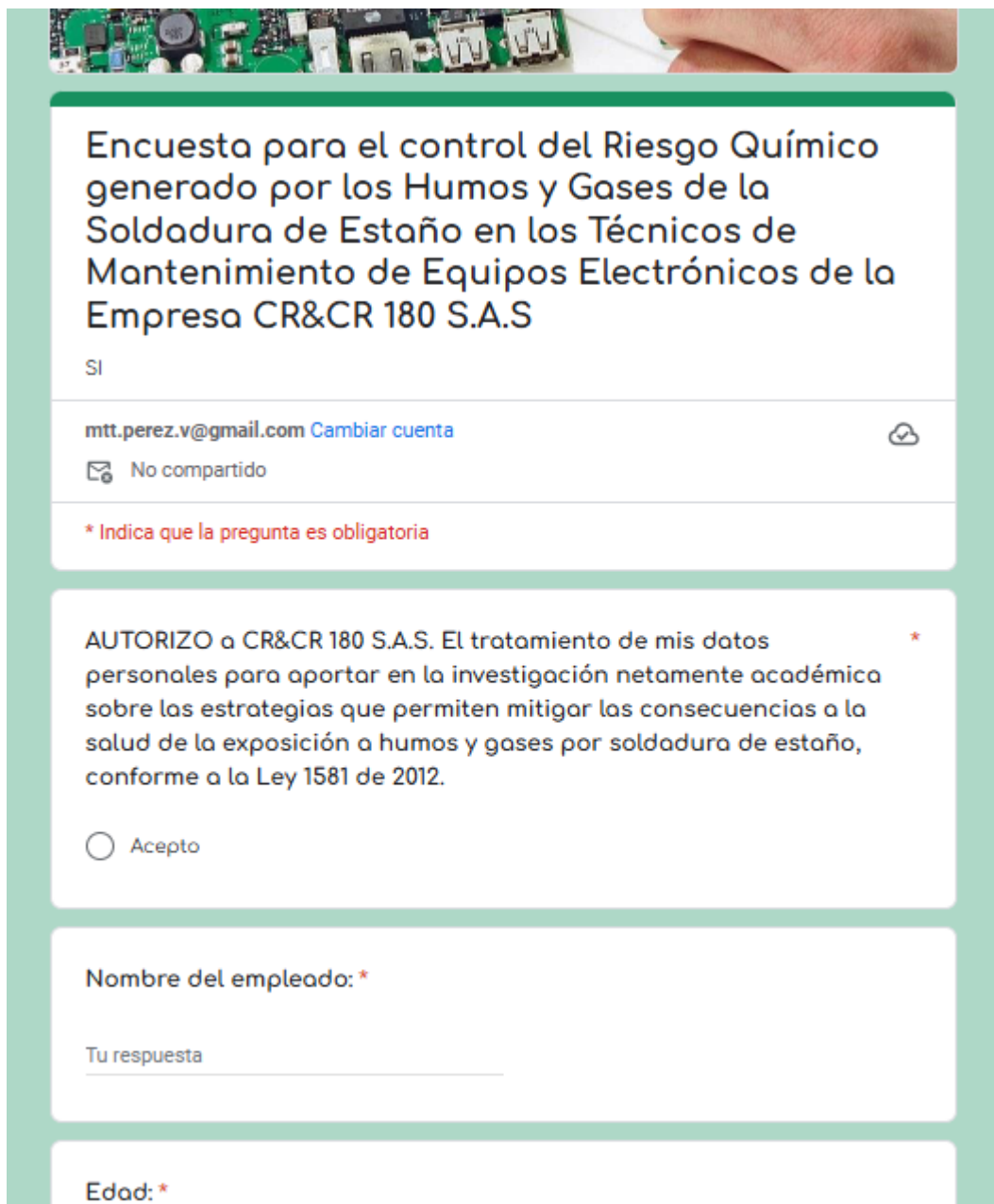
Nota. El anterior anexo fue brindado por la empresa. Fuente: CR&CR 180 S.A.S.

Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad: [MT-CTH-HSEQ-09 MATRIZ DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL](#)

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Anexo 4


Encuesta realizada



Encuesta para el control del Riesgo Químico generado por los Humos y Gases de la Soldadura de Estaño en los Técnicos de Mantenimiento de Equipos Electrónicos de la Empresa CR&CR 180 S.A.S

SI

mtt.perez.v@gmail.com [Cambiar cuenta](#)

 No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

AUTORIZO a CR&CR 180 S.A.S. El tratamiento de mis datos personales para aportar en la investigación netamente académica sobre las estrategias que permiten mitigar las consecuencias a la salud de la exposición a humos y gases por soldadura de estaño, conforme a la Ley 1581 de 2012. *

Acepto

Nombre del empleado: *

Tu respuesta

Edad: *

Nota. El anterior anexo fue realizado por el grupo de investigación del presente trabajo en la plataforma Google forms. Fuente: Propia. Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad: [Encuesta para el control del Riesgo Químico generado por los Humos](#)

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Anexo 5

Tabla de diagnóstico de EPP

Notas							
*Un filtro P3 es un filtro certificado para partículas, de alta eficiencia según la norma EN143:2000, standard que certifica que el filtro retiene aprox el 99,5% de las partículas existentes en el ambiente. Equivale a un filtro P100 NIOSH.							
*Aprobación NIOSH Brinda protección respiratoria contra ciertos vapores orgánicos, gases ácidos, amoníaco, metilamina o formaldehído.							
*MSHA La norma definitiva refuerza las evaluaciones periódicas añadiendo el requisito de que los operadores de minas deben evaluar los cambios en el entorno minero y sus efectos en los niveles de exposición de los mineros							
* NTC 1733 higiene y seguridad, equipos de protección respiratorio requisitos generales							
Tipo de EPP	Especificaciones Técnicas	Normatividad	Criterio de reposición	Requisitos de las sustancias químicas	Se puede usar con ventilación externa	Se puede en todas las circunstancias	Observaciones
Protector Respiratorio 3M 9010 N95	*Cintas elásticas: Latex de hule natural *Clip nasal de aluminio para brindar un mejor sello. *Elemento filtrante: tela no tejida de polipropileno y poliéster. *Peso aprox.: 10g. *Color: Blanco con ligas blancas	Aprobado por la National Institute for Occupational Safety And Health(NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación N95 de la norma 2CFR84	* Ruptura *Material desgastado, presencia de agujeros (perforaciones) *Exceso de suciedad en filtro permitiendo dificultad de respirar.				Estos protectores no son pertinentes para el trabajo de soldadura
Protección Respiratoria No 8233 - 3M - N100	Este respirador desechable para partículas N100 está diseñado para ayudar a proporcionar protección respiratoria confiable contra ciertas partículas de base no acetosa. Características: válvula 3M Cool Flow®, sello facial de espuma, bandas ajustables y empaque individual	Certificado por el Instituto NIOSH de Estados Unidos (National Institute for Occupational Safety And Health) bajo la especificación N100 de la norma 42CFR84	*Ruptura *Material desgastado, presencia de agujeros (perforaciones) *Exceso de suciedad en filtro permitiendo dificultad de respirar.		X		Sirve siempre y cuando tenga una extracción de gases en el lugar
Protección Respiratoria No 8246 - 8287 - 3M - R95	El respirador para partículas libre de mantenimiento 3M® 8246, R95 ayuda a proporcionar protección respiratoria confiable contra ciertas partículas de aceite y sin aceite. Construido con una capa de filtro de carbono para el alivio de niveles molestos de vapores orgánicos	R95 aprobado por NIOSH	*Ruptura *Material desgastado, presencia de agujeros (perforaciones) *Exceso de suciedad en filtro permitiendo dificultad de respirar.				Estos no sirve ya que son especializados para vapores orgánicos y no para material particulado
Mascara full face	Pissa facial cara completa con visor, de doble cartucho, ofrece la posibilidad de ser utilizada con filtros y cartuchos reemplazables para protección contra ciertos gases, vapores y material particulado como polvo, neblina y humos.	Aprobaciones NIOSH/MSHA					Las aprobaciones que tienen son para vapores orgánicos

Nota. El anterior anexo fue realizado por el grupo de investigación del presente documento. Fuente: Propia. Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad:

[Diagnóstico EPP.xls](#)

Anexo 6

Registro de ausentismo

Nº	CARGO	Trabajador	SEXO	VARIABLES DE TIEMPO (fecha de inicio DD - MM - AAAA)	VARIABLES DE TIEMPO (fecha fin DD - MM - AAAA)	DIAS	CODIGO	Enfermedad Laboral
1	Tecnico de mantenimiento	Trabajador 4	M	18/01/2023	21/01/2023	4	J440	J440-Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con infección respiratoria aguda.
2	Tecnico de mantenimiento	Trabajador 1	M	12/04/2023	02/05/2023	21	J680	J680-Bronquitis y neumonitis debidas a inhalación de gases, humos, vapores.
3	Tecnico de mantenimiento	Trabajador 2	M	13/04/2023	20/04/2023	8	J440	J440-Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con infección respiratoria aguda.
4	Tecnico de mantenimiento	Trabajador 1	M	12/05/2023	31/05/2023	20	J680	J680-Bronquitis y neumonitis debidas a inhalación de gases, humos, vapores.
5	Tecnico de mantenimiento	Trabajador 5	M	17/05/2023	31/05/2023	15	J440	J440-Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con infección respiratoria aguda.
6	Tecnico de mantenimiento	Trabajador 1	M	06/06/2023	05/07/2023	30	J682	J682- Inflamación respiratoria superior debido a inhalación de sustancias nocivas.
7	Tecnico de mantenimiento	Trabajador 2	M	06/08/2023	17/08/2023	12	J440	J440-Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con infección respiratoria aguda.
8	Tecnico de mantenimiento	Trabajador 3	M			0		

Nota. El anterior anexo fue brindado por la empresa, en ese mismo archivo se encuentran las gráficas de ausentismo realizado por los integrantes de la investigación.

Fuente: CR&CR 180 S.A.S. Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad:

[Ausentismo General 2023](#)

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Anexo 7

Hojas de seguridad elementos químicos área de mantenimiento



HDSM_1679

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

FUNDENTE FLUX EL BROCAL

RESEÑA DE SEGURIDAD ¡Peligro! ¡Tóxico! Puede ser mortal si se inhala, ingiere o absorbe a través de la piel. Evitar todo contacto. Puede causar sensibilización por contacto dérmico. Usar sólo con ventilación adecuada. Muy tóxico para organismos acuáticos. Puede afectar el sistema reproductivo humano y la función respiratoria.

1.- INFORMACIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROVEEDOR

NOMBRE DEL PRODUCTO O INSUMO	FUNDENTE FLUX
SINONIMOS DEL PRODUCTO O INSUMO	---
FABRICANTE	MINLAB SUPPLY S.A.C.
DIRECCIÓN DEL FABRICANTE	Av. Las Gaviotas 142 Chorrillos – Lima - Perú
PROVEEDOR	MINLAB SUPPLY S.A.C.
DIRECCIÓN DEL PROVEEDOR	Av. Las Gaviotas 142 Chorrillos – Lima - Perú
TELÉFONO DE EMERGENCIA	012520728

2.- COMPOSICIÓN E INGREDIENTES

COMPUESTO	N° CAS	ACGIH TLV	OSHA PEL	OTROS LÍMITES	%
Óxido de plomo	1317-36-8	TWA: 0.05 mg(Pb)/m3	---	TWA: 0.05 mg(Pb)/m3 [Normativa nacional]	66.70%
Bórax anhidro	1303-96-4	---	---	TWA: 5mg/m3	4%
Carbonato de sodio	497-19-8	---	---	---	26.70.%
Sílice cristalina	14808-60-7	TWA: 0.025 mg/m3	TWA: 10 %SiO2+2	TWA: 0.025 mg/m3 [Normativa nacional]	2.60%

Nota. El anterior anexo fue brindado por la empresa. Fuente: CR&CR 180 S.A.S.

Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad: [HDSM_1679_FUNDENTE FLUX N.E.](#)

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO



HOJA DE SEGURIDAD ROLLO DE SOLDADURA

CLAVE: LZ6001-LZ6002-LZ6003-LZ6004-LZ6007
HOJA DE INFORMACIÓN Y SEGURIDAD ROLLO DE SOLDAR

A.- INFORMACIÓN GENERAL

Nombre comercial (nombre común o sinónimo): Soldadura de Estaño - Plomo

Nombre químico: Aleación de Estaño - Plomo

Fórmula: Aleación Sn-Pb de 1% estaño 99% plomo hasta 99% estaño 1% plomo

Código de producto: LZ6001, LZ6002, LZ6003, LZ6004 y LZ6007

Peso molecular: No aplica

Domicilio (No. de calle, ciudad, estado y código postal): Herramientas Importadas Monterrey SA de CV, Concordia 4601, Col. Centro, Apodaca, NL, México, CP 68600

Contacto: Herramientas Importadas Monterrey SA de CV.

Números telefónicos: Tel: (81) 83 74 88 12

FAX: (81) 83 74 88 13



B.- INGREDIENTES PELIGROSOS

Material o componente	C.A.S. #	WT%	Concentración permisible en el aire
Plomo de 1% a 99%	7439-91-1		0.15 mg/m ³
Estaño de 99% a 1%	7440-31-5		2 mg/m ³
			OSHA <input type="checkbox"/> ACGIH <input type="checkbox"/> OTRA: DTLVS

C.- MEDIDAS PARA PRIMEROS AUXILIOS

- 1.-Si el material está en estado sólido no puede ser ingerido. La única vía será a través de humos o polvo extremadamente fino.
- 2.-La primera medida es remover al paciente del área contaminada, y si persisten los síntomas, hacer que sea revisado por un médico.
- 3.-En caso de malestar general, recordar que este material es normalmente utilizado con fluxes, y que estos malestares pueden ser causados por los vapores del flux o productos volátiles de la reacción.
- 4.-Si el material está en forma de pasta y es ingerido, obtenga atención médica inmediatamente. En caso de contacto con la piel, lave con agua jabonosa y tibia. En caso de contacto con los ojos, irrigue abundantemente con agua limpia.

D.- INFORMACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD

Inhalación: Sabor metálico dulce agudo, sensación quemante en la boca, sed severa, vómito y diarrea.

Ingestión: Retortijón severo, vómito y posiblemente diarrea.

Piel: Quemadura por aleación fundida.

Condiciones médicas posiblemente agravadas: Cualquiera en ojos y tracto respiratorio.

Toxicidad crónica inusual: Anorexia, "línea de plomo" en las encías, náusea, dolor abdominal severo, disturbios visuales y parálisis.

EXPLOSIÓN Y FUEGO

Punto de flash N/A °C <input type="checkbox"/> Copa cerrada <input type="checkbox"/> Copa abierta	Temperatura de autoignición °C: N/A	Límite flamable en aire (% En vol.): No apreciable.
---	--	--

Riesgo inusual en fuego y explosión, moderado en forma de polvo fino en presencia de flama expuesta.

E.- PRECAUCIONES/PROCEDIMIENTOS

Agentes recomendados para extinguir incendio: No aplicable.

Agentes extinguidores de incendio que deben evitarse: No aplicable.

Precauciones especiales para combate de incendios: En caso de fuego de alta temperatura (más de 1000° C, 2000° F), use sistema de respiración autónomo por posibilidad de humos de plomo.

Controles de ingeniería: No en estado sólido. Extractor de gases o ventilador requeridos manipula en estado líquido.

Manejo normal: Se requieren buenos hábitos de higiene personal.

Almacenamiento: (incompatibilidad) NH4NO3, ClF3, H2O2, Zr oxidantes disódicos.

Derrames o fugas: En forma sólida, recoja y utilice. Si el derrame es en forma líquida deje que se solidifique y enfríe, recoja y utilice si no se contaminó, si está contaminada, coloque en un recipiente adecuadamente rotulado para residuos peligrosos, y deseche en forma adecuada. El polvo fino o escoria deberá ser recogido con aspiradora. La etiqueta deberá decir: contiene plomo.

Especial Precauciones/procedimientos/instrucciones de identificación: Ninguna aparte de las que aquí se mencionan.

Higiene personal: Use guantes para manejarlo. Si se maneja con las manos, lávese muy bien antes de comer o fumar. Evite el contacto con los ojos.

Nota. El anterior anexo fue brindado por la empresa. Fuente: CR&CR 180 S.A.S.

Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad: [LZ6001-LZ6002-LZ6003-LZ6004-LZ6007-MAN-ROLLO DE SOLDADURA](#)

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Anexo 8

Plan de acción

Nota. El siguiente anexo fue realizado por el grupo de investigación, tomando como documento guía el “Procedimiento Para La Elaboración Del Plan De Acción Institucional” (RAP Pacífico, 2022). Fuente: propias. Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad: [Plan de acción.docx](#)



Estrategias para el control del Riesgo Químico, generado por los Humos y Gases de la Soldadura de Estaño en los Técnicos de Mantenimiento de Equipos Electrónicos de la Empresa CR&CR 180 S.A.S

PLAN DE ACCIÓN PARA LA EMPRESA CR&CR 180 S.A.S.

Brayan Mauricio Gil Monzón

Juan Camilo Guzmán Grandas

Julieta Chalarca Maldonado

María del Carmen Torres Muñoz

Marlly Tatiana Pérez Vargas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría UNIMINUTO Bogotá

Especialización en Gerencia en Riesgos Laborales, Seguridad y Salud en el Trabajo

15 de noviembre de 2024, Bogotá D.C.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

CONTENIDO

Introducción	77
1. Diagnóstico.....	78
2. Objetivo	80
3. Estrategias.....	80
3.1. Adquisición de EPP adecuados.....	80
3.2. Inspección y validación de los EPP	80
3.3. Formación y capacitación	80
3.4. Implementación de monitoreo y supervisión del uso de EPP.....	81
3.5. Revisión de la ficha de seguridad y protocolos de la empresa	81
4. Cronograma	81
5. Indicadores de seguimiento	82
5.1. Indicadores de Producto.....	82
5.2. Indicadores de Proceso	82
5.3. Indicadores de Eficiencia.....	82
6. Presupuesto.....	83
7. Recomendaciones a la empresa	84
8. Conclusiones.....	85
9. Referencias bibliográficas	86

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Introducción

El presente plan de acción tiene como objetivo mejorar las condiciones de salud y seguridad en el trabajo para los técnicos de mantenimiento de la empresa CR&CR 180 S.A.S., enfocándose especialmente en las actividades que implican exposición a los humos y gases tóxicos derivados de la soldadura de estaño. Este plan se desarrolla a partir de los resultados obtenidos en la investigación "Estrategias para el control del Riesgo Químico", la cual identificó áreas clave de mejora, como la falta de control en el uso adecuado de los equipos de protección personal (EPP), la ausencia de monitoreos médicos periódicos y las deficiencias en la capacitación sobre los riesgos laborales.

Actualmente, el 40% de los empleados ha reportado problemas respiratorios vinculados a la exposición a los humos de soldadura, una situación que se ve empeorada por el uso inadecuado de los equipos de protección personal (EPP) y la falta de programas eficaces de capacitación y supervisión. Además, se ha identificado que la mayoría de los EPP disponibles no cumplen con las normativas necesarias para ofrecer una protección adecuada frente a los agentes químicos. Estos factores constituyen una vulnerabilidad para la empresa, tanto en términos de salud laboral como de cumplimiento de las normativas establecidas por la Resolución 2400 de 1979 y el Decreto 1072 de 2015.

Este plan de acción tiene como objetivo implementar medidas específicas para corregir estas deficiencias y asegurar un entorno laboral seguro, conforme a las normativas vigentes. Como documento guía, se utilizará el "Procedimiento Para La Elaboración Del Plan De Acción Institucional" (RAP Pacífico, 2022). Entre las acciones propuestas se incluyen la adquisición de equipos de protección personal (EPP) adecuados, la realización de capacitaciones periódicas

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

sobre los riesgos laborales y el uso correcto de los EPP, inspecciones regulares de los equipos de protección, y el monitoreo constante de la salud de los trabajadores. Además, teniendo en cuenta las fichas de datos de seguridad de los productos, se busca actualizar la matriz de sustancias químicas y mejorar los protocolos de seguridad.

Con este enfoque integral, CR&CR 180 S.A.S. no solo reforzará la protección de sus empleados frente a los riesgos químicos, sino que también fomentará una cultura de seguridad, lo que podrá beneficiar en un aumento en la eficiencia laboral y una optimización del bienestar general de sus empleados.

1. Diagnóstico

De acuerdo con lo que se encontró en el trabajo de “Estrategias para el control del Riesgo Químico, generado por los Humos y Gases de la Soldadura de Estaño en los Técnicos de Mantenimiento de Equipos Electrónicos de la Empresa CR&CR 180 S.A.S” este es el panorama que más se encontró:

- Que el 40 % de los empleados manifestaron haber tenido enfermedades respiratorias en los últimos meses
- Los empleados afirman que no existen un control adecuado sobre la realización de exámenes médicos ocupacionales periódicos
- Se evidencia la ausencia de planes del personal en los riesgos que ellos tienen específicos como el manejo de los EPP que se deben usar y cómo usarlos
- En la revisión de la matriz de EPP se encontró que la mayoría de los EPP usados no tienen la capacidad de manejar los peligros, es decir las sustancias químicas que manejan

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- Datos del análisis de los estudios de los exámenes médicos

Por la cual esta tiene las siguientes fallas con respecto al sistema SGA:

- El SGA exige que los trabajadores estén equipados con los EPP adecuados para protegerlos de los peligros químicos y físicos presentes en su entorno laboral
- Que los trabajadores estén debidamente capacitados para entender los riesgos asociados a los productos químicos que manejan
- El SGA requiere que la empresa no solo proporcione los EPP adecuados, sino que también garantice que los trabajadores sepan cómo utilizarlos de manera correcta
- Las fichas de seguridad deben estar visibles, de fácil acceso y deben ser utilizadas para proporcionar información sobre los peligros

Legalmente fallan con las siguientes normas:

- Resolución 2400 de 1979 Ministerio del Trabajo normas sobre higiene y seguridad en el trabajo: falla la empresa por no proporcionar EPP adecuados, tampoco se percatan o aseguran que los trabajadores los utilicen de manera correcta.
- Decreto 1072 de 2015 Decreto Único reglamentario del sector trabajo: desconocimiento de los trabajadores sobre los riesgos y los EPP adecuados, indica una deficiencia en el sistema.
- Resolución 5018 de 2019 Ministerio del Trabajo adopción del sistema globalmente armonizado (SGA) en Colombia y falla en los puntos ya mencionados.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

2. Objetivo

Asegurar la protección de los trabajadores en las actividades de soldadura, a través de la implementación de EPP, capacitación sobre riesgos y evaluaciones médicas periódicas.

- Adquirir y garantizar el uso adecuado de los elementos de protección personal adecuados.
- Capacitar a los empleados en el reconocimiento de los riesgos laborales.
- Actualización de las fichas de seguridad y los protocolos de seguridad.

3. Estrategias

3.1. Adquisición de EPP adecuados

Compra de los EPP faltantes, que deben cumplir con la normatividad de seguridad específicas en las fichas de seguridad de los elementos químicos utilizados.

Responsable: Departamento de compras apoyado por el equipo del sistema de seguridad en el trabajo.

3.2. Inspección y validación de los EPP

Realizar un formato en la cual se pueda identificar los puntos clave de cada EPP utilizado en la actividad para su inspección y verificación de uso

Responsable: Equipo de seguridad y salud en el trabajo

3.3. Formación y capacitación

Impartir una formación obligatoria a los trabajadores frente los riesgos a los que están expuestos y la importancia del uso adecuado de los EPP durante el desempeño de su labor.

Responsable: Equipo de salud y seguridad en el trabajo

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

3.4. Implementación de monitoreo y supervisión del uso de EPP

Realizar unas inspecciones diarias del uso de EPP a los trabajadores para supervisar si los están usando correctamente

Responsable: Jefe del área de soldadura

3.5. Revisión de la ficha de seguridad y protocolos de la empresa

Actualizar los sistemas de control teniendo en cuenta las fichas de seguridad de las sustancias químicas y los EPP adquiridos.

Responsable: equipo de seguridad y salud en el trabajo

4. Cronograma

Tabla 2

Cronograma de actividades Plan de Acción

No	Actividad	Tiempo (meses)		Producto
		Desde	Hasta	
1	Adquisición de EPP adecuados	Enero	Enero	EPP que estén acorde a los productos químicos.
2	Inspección de EPP	Enero	Enero	Formato de inspección de EPP.
3	Capacitación sobre riesgo laborales	Enero	Febrero	Evaluación y registro de asistencia de los trabajadores con las capacitaciones.
4	Capacitación sobre el uso de los EPP	Enero	Febrero	Evaluación y registro de asistencia de los trabajadores con las capacitaciones.
5	Supervisión del uso de EPP	Mayo	Continuo	Registro del uso de los EPP de los trabajadores.
6	Actualización de la matriz de EPPS	Enero	Enero	Matriz EPP actualizada.
7	Actualización de matriz de sustancias químicas	Febrero	Febrero	Matriz de sustancias químicas Actualizada
8	Campaña Respiremos Salud	Mayo	Mayo	Charlas educativas sobre la relación del entorno laboral y las

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

				enfermedades respiratorias, junto con mediciones higiénicas.
9	Campaña Tu bienestar importa	Julio	Octubre	Encuestas de satisfacción, charlas para mejorar el entorno laboral y chequeos médicos preventivos

Nota. En la tabla se puede ver el listado de actividades que se sugiere realizar en el plan de acción. Fuente: propia.

5. Indicadores de seguimiento

5.1. Indicadores de Producto

Equipos de Protección Personal (EPP) adquiridos que cumple lo establecido con los agentes químicos.

$$indicador = \left(\frac{\text{Numero de EPP Adquiridos que cumple}}{\text{Total de EPP adquiridos}} \right) X100$$

Meta: Lograr que el 100% de los Equipos de Protección Personal (EPP) adquiridos cumplan con las normativas de seguridad y las Fichas de Datos de Seguridad.

5.2. Indicadores de Proceso

EPP verificaciones y validaciones

$$indicador = \left(\frac{\text{Numero de EPP Verificados y Validados}}{\text{Total de EPP en uso}} \right) X100$$

Meta: Asegurar que el 100% de los EPP actualmente en uso sean verificados y validados según las normativas de seguridad

5.3. Indicadores de Eficiencia

- Trabajadores capacitados sobre riesgos laborales

$$indicador = \left(\frac{\text{Numero de trabajadores capacitados}}{\text{Total Trabajadores}} \right) X100$$

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Meta: Alcanzar que el 100% de los trabajadores sean capacitados en el reconocimiento de los riesgos laborales

- Trabajadores capacitados en el uso correcto de EPP

$$indicador = \left(\frac{\text{Numero de trabajadores capacitados}}{\text{Total Trabajadores}} \right) X 100$$

Meta: Alcanzar que el 100% de los trabajadores sean capacitados en el reconocimiento de los riesgos laborales

- Tasa de participación en las capacitaciones

$$indicador = \left(\frac{\text{Numero de trabajadores que asistieron}}{\text{Total Trabajadores convocados}} \right) X 100$$

Meta: Lograr que el 100% de los trabajadores participen en las capacitaciones programadas sobre riesgos laborales y uso de EPP durante los primeros 3 meses del plan.

- Indicador de ausentismo

$$indicador = \left(\frac{\text{Numero de días de ausencia}}{\text{Total de días laborales}} \right) X 100$$

Meta: reducir el índice de ausentismos del 31.42% actual al 15% anual.

6. Presupuesto

Tabla 3

Presupuesto de actividades Plan de Acción

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Mascarilla	Mascarilla 100N.	5	\$ 142,622	\$ 713,110
Capacitación	Uso de EPP.	1	\$ 200,000	\$ 200,000
Capacitación	Riesgos Laborales.	1	\$ 200,000	\$ 200,000
Supervisión	Supervisión diaria del uso de EPP.	1	\$ 500,000	\$ 500,000

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y
GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Campaña	Respiremos salud, tu bienestar importa.	2	\$ 6,300,000	\$ 12,600,000
			Total	\$ 14,213,110

Nota. En la tabla se puede ver el presupuesto para las actividades que se sugiere realizar en el plan de acción. Fuente: propia.

7. Recomendaciones a la empresa

Medidas Preventivas en Salud Ocupacional: Implementar programas de salud respiratoria que incluyan la correcta utilización de equipos de protección personal (EPP) y ofrecer capacitaciones sobre su uso adecuado contribuiría a disminuir el riesgo de enfermedades asociadas a la exposición a sustancias inhalables.

Revisión de la Seguridad en el Trabajo: Evaluar áreas donde se generan gases o vapores para asegurar que cuenten con ventilación adecuada y sistemas de filtración. Considerar la rotación de personal en zonas de exposición alta y el refuerzo en el uso de EPP.

Monitoreo Regular del Clima Laboral y Bienestar: Realizar encuestas periódicas para evaluar la satisfacción laboral y la percepción sobre la seguridad y salud en el trabajo. Identificar factores adicionales, como el estrés laboral o la fatiga, permitirá comprender mejor el impacto del entorno en la salud de los empleados y contribuirá a reducir las tasas de ausentismo.

Costo-beneficio de la implementación del plan de acción: En vista de los reportes de ausentismo, se elaboró un análisis de costos por enfermedad laboral y accidentes de trabajo que se puede observar en el (Anexo 9), el cual fue tomado del trabajo de (Rincón & Delgado, 2018), donde desarrollaron una metodología para el cálculo de los costos para enfermedades laborales y accidentes del trabajo.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Dicho esto, se obtuvo como resultado:

Tabla 4

Resumen de análisis de costos realizados

Ítem	Cantidad Eventos	Valor
Costos por Enfermedad Laboral	5	\$ 120.578.024
Costos por accidentes de trabajo Laboral	1	\$ 44.238.472
Total		\$ 164.816.496

Nota. En la tabla se puede ver los totales de los costos por enfermedad laboral de los 4 técnicos y el del accidente de trabajo (Anexo 9). Fuente: propia.

Según los datos, el costo total derivado de estas incidencias asciende a \$164.816.496 (Tabla 4) mientras que la inversión necesaria para implementar el plan de acción es de \$14.213.110 (Tabla 2) resultando en una diferencia de \$150.603.386. Este ahorro representa un retorno de inversión equivalente a 11 veces el monto invertido, lo que resalta la importancia de adoptar medidas preventivas efectivas.

8. Conclusiones

- La implementación de equipos de protección personal (EPP), específicamente mascarillas adecuadas como las 100M y/o 3P, la capacitación en riesgos laborales, son medidas esenciales para cumplir con las normativas nacionales e internacionales de seguridad, como lo exige el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) y como lo exigen la legislación colombiana (Resolución 2400 de 1979, Resolución 1072 de 2015, y Resolución 5018 de 2019 del Ministerio del Trabajo).
- Al mejorar la seguridad de los trabajadores mediante el uso adecuado de EPP y capacitaciones sobre riesgos, se minimizan los accidentes laborales, mejorando la seguridad en las operaciones diarias.

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

- La capacitación periódica y el seguimiento en el uso de EPP fomentan una cultura de seguridad y responsabilidad entre los trabajadores.
- Aunque el costo inicial de las mascarillas y las capacitaciones representa una inversión significativa, estos gastos resultan en una optimización de recursos a largo plazo.
- Implementar prácticas de seguridad efectivas y asegurar la protección de los empleados a través del uso de EPP y formación, refuerza la imagen de la empresa como una organización comprometida con el cumplimiento de las normas de seguridad y el bienestar de sus trabajadores.

9. Referencias bibliográficas

Decreto 1072 de 2015. (26 de mayo de 2015) Obtenido de: Decreto 1072 de 2015 Sector Trabajo

- Gestor Normativo - Función Pública (funcionpublica.gov.co)

RAP Pacífico. (2022) *Procedimiento para la elaboración del Plan de Acción Anual*. [https://rap-](https://rap-pacifico.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/PRO-PE-01-Procedimiento-para-la-elaboracion-del-Plan-de-Accion-Anual-.pdf)

[pacifico.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/PRO-PE-01-Procedimiento-para-la-](https://rap-pacifico.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/PRO-PE-01-Procedimiento-para-la-elaboracion-del-Plan-de-Accion-Anual-.pdf)

[elaboracion-del-Plan-de-Accion-Anual-.pdf](https://rap-pacifico.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/PRO-PE-01-Procedimiento-para-la-elaboracion-del-Plan-de-Accion-Anual-.pdf)

Resolución 2400 de 1979 Ministerio del Trabajo. (n.d.).

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53565>

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO POR LOS HUMOS Y GASES TÓXICOS DE LA SOLDADURA DE ESTAÑO

Anexo 9

Análisis de costos

Costo Total por obligaciones jurídicas a causa del accidente	\$ 0			
Costo por hora personal jurídico	\$ 170.000			
Horas de asesoría jurídicas	0			
Costo Total de acompañamiento a visitas gubernamentales por ocasión del accidente	\$ 0			
Costo por hora hombre director HSEQ o persona que atiende la visita gubernamental	\$ 31.047			
Horas de la visita gubernamental	0			
Costo Total limpieza de las instalaciones	\$ 0			
Costo por hora hombre encargado de limpieza	\$ 5.718			
Horas requeridas de limpieza a causa del accidente	0			
Costo Total por disminución de la moral	\$ 0			
Costo por hora de atención psicológica al trabajador accidentado	\$ 0			
Horas de atención psicológica	0			
Costo por hora hombre trabajador accidentado	\$ 0			
Costo por el pago de penalizaciones o multas de los clientes por demoras en tiempo de entrega	\$ 0			
Costo de disminución en ventas por pérdida de imagen a causa del accidente	\$ 0			
Costo por pérdidas de contrataciones con clientes a causa de la valoración en las estadísticas de accidentalidad	\$ 0			
Costo de reclamaciones	\$ 0			
Costo de impacto ambiental	\$ 0			
TOTAL	\$ 44.238.472			

Nota. El anterior anexo fue realizado por el grupo de investigación del presente trabajo. Fuente: Propia. Enlace donde pueden ver el anexo con mayor claridad:

[COSTOS EL y AT .xlsx](#)