

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE**  
**CIENCIAS DE LA SALUD**



**“IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE PROTECCION  
RESPIRATORIA; PARA DISMINUIR LAS ENFERMEDADES  
OCUPACIONALES POR EXPOSICION A HUMOS Y GASES  
METALICOS EN LA EMPRESA ABENGOA S.A., TOQUEPALA,  
PERIODO 2021”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO  
EN SALUD PUBLICA**

**AUTORES:**

**LUZ MILAGROS GUTIERREZ RIVERA**

**WILMER ROBINSON ALDUNATE NOLBERTO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'LMGR', written over a horizontal line.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'WRAN', written over a horizontal line.  
**Dr. Wilmer Robinson Aldunate Nolberto**  
**En. Cirujía General y Laparoscopia**

**Callao, 2023**

**PERÚ**



## HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

### MIEMBROS DEL JURADO DE SUSTENTACIÓN:

- DR. LUCIO ARNULFO FERRER PEÑARANDA      PRESIDENTA
- DRA. ANA MARIA YAMUNIQUE MORALES      SECRETARIA
- DR. CESAR MIGUEL GUEVARA LLACZA      MIEMBRO
- MG. JOSE LUIS SALAZAR HUAROTE      MIEMBRO

**ASESOR:** DR. SAAVEDRA LOPEZ WALTER

N° de libro: 02

N° de Acta: 014 - 2023

Fecha de aprobación de tesis:

08 de Febrero del 2023

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirnos contar con buena salud, a nuestras familias, gracias al apoyo brindado que hicieron posible el desarrollo de esta investigación. También amigos, y a cada persona que dejó un granito de felicidad en nuestros corazones en el transcurso de ese proceso formativo de maestría y a los profesores que en cada momento brindaron su voz de conocimiento, amistad y de apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser el capitán principal de nuestras vidas y a los que en el cielo lo asisten.

A nuestras familias: hijos, hermanas y especial a nuestros padres, por estar siempre al lado, apoyándonos cada minuto y en cada decisión de nuestras vidas, ellos son el pilar de nuestros logros.

A nuestros tutores, quienes nos apoyaron en este trabajo de investigación y regalarnos parte de su experiencia.

Y una dedicación especial, a los trabajadores de soldadura de la Empresa Abengoa S.A, que, en su deber por cumplir con su labor, han perdido temporalmente lo más preciado la salud y bienestar.

# INDICE

RESUMEN	3
RESUMO	4
INTRODUCCIÓN	5
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>7</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática	7
1.2. Formulación del problema.	8
Problemas Específicos	9
1.3. Objetivos. Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
1.4. Limitantes de la investigación	9
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1. Antecedentes del estudio: Internacional y nacional	11
2.2. Bases teóricas	20
2.1.1 Mesas de soldadura con aspiración.	40
2.1.2 Cabinas de soldadura con aspiración	40
2.1.3 Bancadas de oxicorte con sistema de aspiración	41
2.1.4 Campanas móviles de aspiración	41
2.1.5 Boquillas de aspiración portadas por el soldador	41
2.2. Ventilación general	42
2.3. Marco Conceptual	49
2.4. Definición de términos básicos	62
<b>III. HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>65</b>
3.1. Hipótesis General e Hipótesis Específicas	65
Hipótesis Específicas	65
3.2. Definición conceptual de variables.	65
3.2.1 Operacionalización de variables.	66
<b>IV. DISEÑO METODOLÓGICO</b>	<b>68</b>
4.1. Tipo y diseño de investigación.	68
4.1.2 Diseño de investigación	69
4.2. Método de investigación.	70
4.3. Población y muestra.	71
4.3.2 Muestra	71

4.4. Lugar de estudio. ....	72
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información. ....	72
4.5.2 Instrumentos para la recolección de la información.....	72
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	73
. ....	75
V. RESULTADOS .....	75
5.2. Resultados inferenciales .....	76
Rangos .....	76
Estadísticos de contraste <sup>a</sup> .....	77
Rangos .....	78
Estadísticos de contraste <sup>a</sup> .....	78
Rangos .....	79
Estadísticos de contraste <sup>a</sup> .....	80
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	81
6.1 Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados. ....	81
6.2 Contratación de los resultados con otros estudios similares. ....	82
6.4 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes .....	83
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES .....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	87
ANEXOS:.....	92
ANEXO N° 01: .....	93
I. PRESENTACIÓN: .....	95
ANEXO N° 02 .....	95
¿Desea participar en el estudio? .....	95
ANEXO N° 03.....	96
ANEXO N° 03: .....	97
ANEXO N° 04: .....	98
ANEXO N° 05: .....	99
• Variable dependiente: Número de enfermedades ocupacionales .....	99
• Dimensión: Número de días de descanso medico.....	100
• Dimensión: Número de atenciones medicas .....	101
ANEXO N° 06: .....	102

## RESUMEN

Las actividades de soldadura generan humos y gases metálicos en el ambiente laboral, estando expuesto los trabajadores de la empresa Abengoa S.A a estos riesgos que causan enfermedades ocupacionales, siendo aquellas enfermedades registradas en las atenciones médicas que condicionan descansos médicos, es por ello que se realizó la Implementación de un programa de protección respiratoria mediante los procedimientos ejecutivos de selección adecuada de equipo de protección respiratoria individual y las buenas prácticas en actividades de soldadura, Objetivo: Identificar el efecto de un programa de protección respiratoria; en la incidencia de las enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala. Metodología: es de tipo: Cuantitativo, aplicativo- explicativo. Diseño: Cuasi-experimental. Muestra de 420 trabajadores del área de soldadura, se utiliza la técnica de análisis de contenido como la observación de campo y data histórica de la empresa. Instrumento empleado son las fichas de cotejo, formatos de atención de salud. Resultado: se evidencia la efectividad de la implementación de un programa de protección respiratoria con la disminución del 65% del número de enfermedades ocupacionales, con 28% de número de días de descansos médicos y el 38% de número de atenciones médicas. Conclusión: La implementación de un programa de protección respiratoria fue efectiva, disminuyo el número de enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos y también los descansos médicos.

**Palabras claves:** Implementación de un Programa de protección respiratoria, enfermedades ocupacionales.

## RESUMO

As actividades de soldadura geram fumos e gases metálicos no ambiente de trabalho, estando os trabalhadores da empresa Abengoa S.A expostos a estes riscos que provocam doenças profissionais, sendo essas doenças registadas no atendimento médico que condicionam as pausas médicas, pelo que se realizou a Implementação de um programa de proteção respiratória através de procedimentos executivos para a seleção adequada de equipamentos de proteção respiratória individual e boas práticas nas atividades de soldagem, Objetivo: Identificar o efeito de um programa de proteção respiratória; na incidência de doenças ocupacionais por exposição a fumos e gases metálicos em trabalhadores da empresa Abengoa S.A., Toquepala. Metodologia: é do tipo: Quantitativo, aplicativo-explicativo. Projeto: Quase-experimental. Amostra de 420 trabalhadores da área de soldagem, utiliza-se a técnica de análise de conteúdo, como observação de campo e dados históricos da empresa. Instrumento utilizado são as planilhas de cheques, formatos assistenciais. Resultado: a eficácia da implementação de um programa de proteção respiratória é evidenciada com uma diminuição de 65% no número de doenças profissionais, com 28% no número de dias de repouso médico e 38% no número de atendimentos médicos. Conclusão: A implementação de um programa de proteção respiratória foi eficaz, o número de doenças ocupacionais devido à exposição a fumos e gases metálicos diminuiu, bem como as pausas médicas.

**Palavras-chave:** Implementação de programa de proteção respiratória, doenças ocupacionais.

## INTRODUCCIÓN

La Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, menciona en el “Principio I. Principio de prevención; El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores” <sup>(1)</sup>. Y en el Artículo 1 menciona promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país <sup>(2)</sup>. A tales efectos, esta Ley establece los principios generales relativos a la prevención de los peligros respiratorios.

La política absoluta en tema de salud ocupacional es estar atento en las relaciones de trabajo no representen una transgresión de la salud de los trabajadores, es decir observando no en los medios si no en el resultado. <sup>(3)</sup>

Hoy en día, la soldadura por arco eléctrico es el desarrollo de adherencia permanente de partes metálicas más manipulado en el espacio industrial. En el transcurso de transformación y unión de piezas metálicas se forman humos y gases metálicos

, todo ello puede causar daños adversos para la salud de los trabajadores. Los humos de soldadura por arco eléctrico se forman cuando los metales se calientan a altas temperaturas en su punto de fusión, siendo así que se vaporizan y se condensan, creando muchas partículas especialmente finas (siendo su mayoría <1 µm de tamaño), también, en otros estudios indican la disposición de nano partículas en el transcurso y quehaceres de soldadura. <sup>(4)</sup>

El origen de estos contaminantes es distinto y primordialmente se encuentra unido al material base o también a la superficie a soldar, teniendo en cuenta su origen, va a depender que esté protegido de los efectos de la corrosión mediante recubrimientos o barreras de protección (como ejemplo: recubrimientos anticorrosivos, mediante galvanizado o acero con zinc, barrera de protección mediante pinturas, y otros). <sup>(5)</sup>

*“El material de aportado (metal de aporte, fundentes, desoxidantes, gas de protección), y el aire que encuentra en el ambiente del sitio de soldadura (inicio de los gases nitrosos, ozono y monóxido de carbono)”.* <sup>(5)</sup>

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), indica que a nivel mundial hay alrededor de 12 millones de colaboradores que realizan tareas de soldadura, y aproximadamente de 130 millones de empleados que se encuentran expuestos al soldeo. <sup>(6)</sup>. De tal modo que la carcinogenicidad de los humos metálicos al realizar actividades de soldadura con arco eléctrico se evaluó inicialmente por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) siendo el año 1989, que se clasificó como probablemente cancerígeno para los humanos. Siendo así que en el año 2017 se modificó la clasificación al Grupo 1, como “carcinógenos para los seres humanos.” <sup>(7)</sup>

Considerándose los humos de soldadura por arco eléctrico aparentemente potencial de peligro en el pasado, siendo así que no hay una aprobación mundial para precisar un criterio significativo en el que se debe determinar los límites de exposición ambiental estándar en las tareas de soldadura por arco, sin diferenciar los tipos de metales que se encuentren, en el cual se presentan variedad de tipos de toxicidad. <sup>(8)</sup> Teniendo en cuenta que las enfermedades ocupacionales son causa de muchas aflicciones y pérdidas en el medio laboral, sin embargo, persiste de manera intangible frente a los eventos laborales, ocasionando así al año el número de muertes de seis veces mayor. <sup>(6)</sup>

En América Latina, no existe evidencia de una organización que maneje los datos que brindan el número de colaboradores soldadores que han estado expuestos a la inhalación de humos y gases metálicos producto de la soldadura, por lo que no es posible calcular el nivel de impacto poblacional. Sin embargo, según la Organización Internacional de Trabajo, para el año 2020, Argentina reportó 22.013 casos de enfermedades ocupacionales, teniendo así los trastornos músculo esqueléticos (TME) y las enfermedades respiratorias las más comunes. Como se evidencia las enfermedades del sistema respiratorio se encuentran entre las enfermedades ocupacionales relacionadas con el trabajo más comunes, sin distinción por región o país. <sup>(6)</sup>

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Para el presente estudio se realiza el planteamiento con una descripción de la realidad problemática nacional y local.

Análisis de la problemática nacional; Los contaminantes como humos, polvos, gases y vapores, comunes en el lugar de trabajo, pueden causar enfermedades ocupacionales y no específicas. En este grupo se encuentran la mayoría de las patologías respiratorias crónicas ligadas a las ocupaciones. En la industria minera se hallan registradas la estadística sobre las enfermedades ocupacionales. El número de enfermedades ocupacionales registradas por ocupación para el año 2021, son 13 casos para el puesto de soldador, registrado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), Perú, 2020. <sup>(9)</sup>

*“La higiene ocupacional es una especialidad no médica orientada a identificar, reconocer, evaluar y controlar los factores de riesgo ocupacionales (físicos, químicos, biológicos, psicosociales, disergonómicos y otros) que puedan afectar la salud de los trabajadores, con la finalidad de prevenir las enfermedades ocupacionales”. <sup>(9)</sup>*

Análisis de la problemática local; La empresa Abengoa S.A., rubro de ingeniería y construcción, actualmente se encuentra ejecutando el proyecto de montaje de línea de impulsión. Este montaje consta de una línea de tubería de acero al carbono, para la unión de estas tuberías se requiere el proceso de soldeo por arco eléctrico. Este estudio se realiza en el área de soldadura que son un total de 420 trabajadores, que consta de los siguientes puestos de trabajo: Operario Soldador 6G, operario soldador 4G, oficial armador, oficial esmerilador y vigía de fuego. Para el desarrollo de esta actividad los trabajadores que están involucrados en esta tarea están expuestos a humos y gases metálicos generados por el proceso de soldadura por arco eléctrico. La data histórica

registra, las enfermedades ocupacionales generando un número de 307 atenciones médicas y 413 días de descanso médico en el periodo 2020. Mencionada información se encuentra en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa Abengoa S.A. Los tipos de enfermedades ocupacionales registradas en la base de datos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa son: Bronquitis, cefalea, dolor de garganta, gastroenteritis aguda, rinofaringitis aguda, conjuntivitis, rinitis, síndrome febril, síndrome vertiginoso y la tos. Estos casos presentados pertenecen en su totalidad a trabajadores del área de soldadura. Realizándose la técnica de observación de campo se evidencia los ambientes de los talleres de soldadura que no cumplen con los requisitos mínimos para efectuar este tipo de trabajos. Los trabajadores no usan correctamente los respiradores, se presentan casos del uso de filtros de respiradores inadecuados, uso de mascarillas quirúrgicas, no se evidencia la cultura preventiva para la protección respiratoria.

En el presente estudio se implementa un programa de protección respiratoria: teniendo los dos procedimientos ejecutivos: “Selección del Equipo de Protección Personal para actividades de soldadura por arco eléctrico” y “Buenas Prácticas para el desarrollo de actividades de soldadura por arco eléctrico”; Resaltándose el cumplimiento de los requisitos de espacio, ventilación, extracción y equipos a utilizar, haciendo seguimiento de su cumplimiento y el monitoreo del programa de protección respiratoria y los resultados cuantitativos de las atenciones médicas, número de días de descansos médicos y el número de enfermedades ocupacionales reportadas por el área Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA).

## **1.2. Formulación del problema.**

### **Problema General**

¿Cuál es el efecto de un programa de protección respiratoria; en la incidencia de las enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A. Toquepala – Periodo 2021?

## **Problemas Específicos**

1. ¿Cuál es el efecto en la disminución de días de descanso médico antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021?
2. ¿Cuál es el efecto en la disminución de atenciones médicas por exposición a humos y gases metálicos antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021?

### **1.3. Objetivos.**

#### **Objetivo General**

Identificar el efecto de un programa de protección respiratoria; en la incidencia de las enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.

#### **Objetivos Específicos**

- a. Evaluar el efecto en la disminución de días de descanso médico antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.
- b. Evaluar el efecto en la disminución de las atenciones médicas por exposición a humos y gases metálicos antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.

### **1.4. Limitantes de la investigación**

Las limitantes encontradas en el presente estudio se exponen desde la perspectiva: teórico, temporal y espacial.

Como limitaciones teóricas, la totalidad de las referencias bibliográficas fueron encontradas en su mayoría en fuentes de Internet, libros y de la data histórica del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la empresa Abengoa S.A., debido a que fue insuficiente buscar fuentes de información en las bibliotecas de la Universidad, Biblioteca Nacional, así como también del

Ministerio de Salud, por la coyuntura actual del SARS COV-2. Además, por razones que el lugar donde se realizó el estudio (Unidad Minera de Toquepala - Distrito Ilabaya – Provincia Jorge Basadre – Departamento Tacna). Estos limitantes mencionados fueron parte para una continuidad optimizada del desarrollo de la investigación.

En lo temporal el tiempo en el cual se realizó esta investigación se llevó alrededor de un año para observar los resultados y efectos de la implementación del programa de protección respiratoria. Los reportes diarios de atenciones médicas se subían al sistema de gestión de SSOMA, semanalmente y se realiza la consolidación de la información mensual. El limitante predominante recae en las atenciones médicas que se realizaron fuera del horario de trabajo y en condiciones climáticas adversas. El periodo de tiempo de procedencia de datos como contraste es tomado de los años 2020 al 2021.

En lo espacial esta investigación se realizó en la Unidad Minera de Toquepala, proyecto de ingeniería y construcción desarrollado por la empresa Abengoa S.A.. En el cual la investigadora labora en la empresa en mención haciendo seguimiento y monitoreo de su propia implementación con apoyo del área de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), lo cual se optimiza la facilidad en realizar la investigación, el seguimiento y monitoreo del programa implementado.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del estudio: Internacional y nacional**

Muchos investigadores nacionales e internacionales interesados en la promoción y prevención de enfermedades por exposición a diferentes factores tanto biológicos, físicos y químicos que se encuentran expuestos en el medio laboral, y así mismo en la concientización en el comportamiento de cultura preventiva de los trabajadores, se realizan investigaciones permanentes sobre propuestas e implementación de un programa de protección respiratoria para disminuir las enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos. Con un enfoque en el desarrollo de la investigación profesional en nuestro país, estamos reuniendo investigaciones en curso que buscan establecer un efecto entre las variables que estamos estudiando: programa de protección respiratoria y enfermedades ocupacionales.

1. **De la O Jaime, Ojeda SL, Barrio G M**, “Impacto de la implementación de un programa de salud ocupacional” (cuba) 2018. El objetivo de la investigación fue determinar las condiciones de salud de los trabajadores y de seguridad e higiene, e implementar estrategias que a corto plazo demuestren su efectividad en salud ocupacional en una empresa de tableros de madera en Chihuahua, México. Se desarrollaron diversos programas de salud para mejorar las condiciones laborales y se realizaron mediciones posteriormente a la ejecución de esos programas. Dichos programas de intervención se basaron en la revisión de los programas existentes de conservación de la audición, protección respiratoria, implementación de exámenes médicos periódicos, actualización y estandarización de expedientes y exámenes médicos. Se obtuvo los resultados que permiten concluir que hubo una disminución significativa de las enfermedades ocupacionales presentes en los colaboradores, lo que se tradujo en menos consultas médicas por cuestiones relacionadas con el trabajo y, al mismo tiempo, se eliminaron los días perdidos a lo que indica menos días de descanso médico por factores de riesgos laborales. Estos hallazgos nos permiten concluir que la implementación de programas de salud ocupacional es beneficiosa tanto para los empleados como para las empresas.

2. **Cuaspá Sanabria, Diana Carolina**, “Estrategias de preventivas a la

exposición por humos de soldadura para promover la salud de los soldadores en Colombia” (Colombia) 2021. Tiene como objetivo plantear estrategias preventivas a la exposición por humos y gases de soldadura que promuevan la salud de los trabajadores. La metodología: es cuantitativa y cualitativa o de revisión de literatura científica, basada en herramientas publicadas en bases de datos académicas como base de datos de salud pública y otros , con el fin de identificar alternativas preventivas a la exposición por humos metálicos, teniendo como resultados el 13% de controles administrativos, lo que indica una mejora en la reducción de riesgos laborales que causan enfermedades ocupacionales esto considera la implementación de cambios de técnicas operativas, de materiales y educación de los colaboradores en temas sanitarios referentes a soldadura, Concluyendo que es necesario contar con un programa de salud ocupacional, operativo para eventos originados por exposición a humos metálicos, con la formación de los cuidados propios de los colaboradores en esta actividad y uso de herramientas para elección de elementos de protección respiratoria personal, que permitirán obtener de manera oportuna información sobre los efectos de salud reportados como enfermedades ocupacionales que a largo plazo se reduce y se garantiza una mejora de la salud de los soldadores.

(10)

3. **Villalva Yambay Mario**, “Determinación de las emisiones de CO2 equivalente de los tipos de soldadura utilizados en la fabricación de carrocerías metálicas del bus tipo de la Universidad Técnica de Ambato” · (Ecuador) 2017. Este estudio proporcionará datos aproximados del CO2 equivalente de varios tipos de soldadura lo que permitirá una reducción en el porcentaje de CO2. La definición de soldadura; es un proceso que une permanentemente dos componentes mediante presión, calor o una combinación de ambos, con o sin la adición de otro metal. La soldadura SMAW, es un proceso que inicia con un arco eléctrico que fluye entre un electrodo recubierto y una base de metal. El calor de un arco eléctrico se concentra para lograr la unificación. Los contaminantes más frecuentes en los procesos de soldadura por arco eléctrico son partículas con un diámetro inferior a 10 um, que se denominan humos metálicos. Este es el único proceso que causa muchas partículas en grandes cantidades, la composición química de los humos de soldadura es variable según el tipo de proceso, el material a utilizar y electrodo. Debido a que el dióxido de carbono es uno de los

principales GEI, se demuestra que las emisiones favorecen al calentamiento global en el proceso de soldadura SMAW. El resultado del CO para la salud humana: Tenemos como consecuencias los riesgos que presentan en el sistema respiratorio siendo (bronquitis crónica, enfermedad pulmonar intersticial, asma, cáncer de pulmón). También en el riñón; así mismo el cromo puede producir daño en la función renal acumulándose en las células epiteliales de los túbulos renales, los colaboradores que realizan actividades de soldadura están expuestos a metales pesados como (cadmio y níquel) y que llegan a sufrir de daño renal. <sup>(11)</sup>

4. **Erazo Nogales, Alex**, “Exposición al humo de soldadura y salud respiratoria de los trabajadores de producción de la empresa Inducero en la provincia de Cotopaxi” (quito - Ecuador) 2021. Los humos de soldadura son sustancias nocivas que se componen de una variedad de componentes: Como materiales básicos y complementarios, gases inertes, revestimientos, contaminación y aire ambiente. Ciertos procesos físicos y / o químicos son necesarios antes de la formación de sustancias peligrosas. Incluyendo así la: evaporación, condensación, oxidación, descomposición, pirolisis y combustión. El tipo y la cantidad de sustancias dañinas en los humos de soldadura están determinados por el proceso de soldadura y los materiales utilizados. Se dividen según su función en tres clases: Como son las sustancias nocivas respiratorias y pulmonares, sustancias tóxicas y sustancias cancerígenas. Los efectos negativos de la soldadura en la salud son causados por peligros químicos y físicos. Las partículas metálicas, humos y gases (monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y ozono) son peligros químicos frecuentes. La energía eléctrica, el calor, el ruido, la vibración y radiación son ejemplos de peligros físicos. Durante las actividades de soldadura, estos colaboradores desarrollaran una variedad de enfermedades, como son la silicosis, asma, neumoconiosis por exposición a humos de soldadura, siendo las enfermedades respiratorias obstructivas las que tienen el mayor impacto y se convierten en la categoría más frecuente de enfermedades respiratorias ocupacionales en la industria. También pueden ocasionar enfermedades como bronquitis crónica y bronquitis asmática muy prevalente en los colaboradores por exposición a humos metálicos. Como resultado, el objetivo del estudio será establecer si existe una relación entre la exposición a humos de soldadura y la presencia de patologías respiratorias. se

realizará con un estudio transversal, no experimental, correlacional en el que se establecerá el vínculo que hay entre la población que se encuentra expuesta a los humos metálicos y la presencia de las enfermedades respiratorias agudas o crónicas en los colaboradores. El alcance de la metodología incluye un componente descriptivo, cada vez que se examinan variables demográficas, ocupacionales, y de salud, para encontrar correlaciones que permitan determinar las relaciones entre la exposición a humos metálicos y enfermedades del sistema respiratorio en los colaboradores. La investigación descriptiva: que permite clasificar fenómenos, elementos y estructuras que se consideran de manera ordenada y sistemática. Cada variable involucrada en el presente estudio será descrita con esta investigación. La Investigación Explicativa: Esta investigación proporcionará una explicación de las fuentes que producen humo de soldadura y los cambios en la salud respiratoria. Se investigará las causas de la producción de humo de soldadura y si hay cambios en la salud respiratoria. Como método estadístico se utilizará la prueba chi-cuadrado, también conocida como Ji cuadrado ( $X^2$ ), es una de las pruebas pertenecientes a la estadística descriptiva aplicada utilizada para el estudio de dos variables. <sup>(12)</sup>

5. **González Atencio, Ariadna** “Peligros y Riesgos Asociados a las Labores de Soldadura Piscina Olímpica David” (Panamá) 2019. El Plan de Capacitación se refiere a una estrategia que se realiza para llevar a cabo técnicas, adquirir conocimientos y desarrollar temas específicos de manera sistemática. La singularidad del servicio es brindar conocimientos y acciones correctivas para reducir la probabilidad de accidentes de trabajo y de enfermedades ocupacionales producto de las labores. Tenemos las siguientes fases:

Fase I: Diagnóstico de necesidades de capacitación; se entenderá en base a la identificación de peligros por medio de la metodología de los peligros más significativos de William Fine.

Fase II: Planificación; está orientado a establecer metas, objetivos medibles y con plazos determinados; así como determinar el tipo de capacitación, su método y los niveles a los que se entrega.

Fase III: Organización; Representa la zona donde la capacitación fue realizada, la frecuencia y la metodología por utilizar, y tiempo de ejecución.

Fase IV: Ejecución; En cada uno de estos procesos se desarrollaron los temas de interés. Los riesgos identificados en la evaluación anterior a la formulación del plan de capacitación, mediante el desarrollo de los temas más importantes, mediante charlas, talleres metodologías prácticas y comprensibles para dar solución a los riesgos anteriormente identificados.

Fase V: Evaluación; permite medir el porcentaje de cumplimiento del plan de capacitación; También de un pre-test para comprobar los conocimientos obtenidos durante el desarrollo de los temas, evaluar las destrezas y habilidades del colaborador. <sup>(13)</sup>

6. **Hernández Morales, Torres Ardila, Daniel**, Relación entre la exposición al humo de soldadura y alteraciones del sistema respiratorio de los trabajadores del proceso de soldadura del acero inoxidable en la empresa Asemaq” (Bogotá - Colombia)2018. Con el objetivo de identificar factores como el tiempo, el comportamiento, elementos físicos del entorno y de la persona, el análisis entre los elementos de proyecto se realizaría utilizando instrumentos y procedimientos estadísticos debidamente estructurados. Debido a la emisión de humos metálicos, que contiene una variedad de composiciones y concentraciones de metales pesados y livianos, la soldadura presenta un alto riesgo para la salud de los colaboradores. También hay otras causas de riesgo que influyen la duración de la exposición y las condiciones higiénicas de los entornos de trabajo, los cuales pueden afectar en si estos sean agudos o crónicos. Algunos de estos síntomas van desde dolor localizado, fatiga y fiebre hasta esterilidad y, en casos graves pueden aumentar el riesgo de padecer de cáncer. La metodología utilizada es cualitativa por medio de entrevista, y basada en la observación sistemática tras un análisis previo de los factores que requieren mayor atención. El cromo y el níquel, tiene afecciones directo sobre las vías respiratorias. El cromo causa enfermedades como rinitis, perforación del tabique nasal, cáncer de senos paranasales y del pulmón. Y por otro lado el I Níquel provoca sinusitis, anosmia y cáncer broncopulmonar. Como resultado se tiene el lograr establecer planes de acción para una mejora de las condiciones de salud respiratoria de los colaboradores, y lograr generar mejores resultados. <sup>(14)</sup>

**Quezada Effio, Díaz Wilberto, López Elvis**, “La implementación de un programa de seguridad y salud en el trabajo para reducir los riesgos laborales

en la empresa metalmecánica INGEMEC PERU SAC” (Trujillo-Perú)2017. En el presente estudio tuvo como objetivo general determinar la influencia de la implementación de un programa de seguridad y salud en el trabajo en la reducción de riesgos laborales en la empresa metalmecánica Ingemec Perú S.A.C. que se encuentra ubicada en la carretera Panamericana Norte km. 554 del distrito de Moche, región La Libertad. La muestra de estudio a la que está dirigida la investigación fueron los 20 trabajadores entre hombres y mujeres de las diferentes áreas de trabajo de la empresa metalmecánica Ingemec Perú S.A.C. Con la información Obtenida, se procedió a hacer un análisis cuantitativo de los resultados donde se evidencio la necesidad de mejorar la organización de los puestos de trabajo, orientar y formar al trabajador en diversos temas en cuanto a seguridad y salud en el trabajo mediante charlas de capacitación, establecer normas y políticas de seguridad que ayuden a prevenir accidentes dentro de la organización y contribuyan a la mejora de las condiciones de seguridad por puesto de trabajo. Bajo este contexto, el enfoque que se ha dado en la presente tesis es el de implementar un programa de Seguridad y Salud en el trabajo basado en conceptos, principios, leyes, normas y metodologías del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud ocupacional según la Ley 29783. Estos resultados permiten llegar a la conclusión que la implementación de un programa de seguridad y salud en el trabajo reduce los riesgos laborales que generan enfermedades ocupacionales en las diversas áreas de trabajo de la compañía INGEMEC PERU SAC , lo que se traduce en una reducción del uno por ciento después de la implementación del programa, demostrando así que la implementación de un programa tiene un impacto significativo en la reducción de los riesgos laborales que son causas de enfermedades ocupacionales en la empresa metalmecánica.

7. **Mestas Mendoza**, “Relación entre el nivel de concentración de agentes químicos y el grado de exposición a humos metálicos en las empresas Bautista Estructuras S.A.C. y Coberturas Metálicas Bihulis E.I.R.L.” (Arequipa - Perú) 2021. El estudio busca establecer una relación entre la concentración de agentes químicos y el grado de exposición a humos metálicos. Se efectuó un monitoreo

de agentes químicos utilizando la metodología NIOSH 7703, concretamente los parámetros de humos metálicos establecido en el D.S. 015-2005-SA: Valores Límites Permisibles(VLP) para agentes químicos en el lugar de trabajo. Las consecuencias influyen pérdida de la vista, problemas respiratorios y enfermedades como neumonía, bronquitis, asma, neumoconiosis, silicosis, entre otras. El humo metálico puede durar de 4 a 12 horas después de la exposición, causando síntomas como fiebre, escalofríos, entre otros. Los gases de soldadura son detectados inmediatamente por la nariz y la garganta irritada. La sobreexposición a humos de soldadura puede ocasionar cáncer pulmonar. La frecuencia cardíaca se altera dependiendo de la cantidad de exposición ocupacional. Esto explica que las partículas metálicas inhaladas durante la jornada laboral tienen una influencia orgánica que provoca arritmias. El sistema gástrico también puede ser afectado por factores de riesgo químicos. Concluyendo, que existe una relación entre la concentración de agentes químicos y el grado de exposición que da como resultado la formación de humo metálico, durante las 8 horas de trabajo.<sup>(15)</sup>.

8. **Delgado Montufar**, “Aplicación de un programa de prueba de ajuste cualitativo con sacarina para determinar el ajuste de respiradores de media cara de los trabajadores del taller metalmecánica de la empresa GEREMPRO SAC” (Lima - Perú) 2017. La investigación se divide en varias etapas, comenzando con la recopilación de información, el desarrollo del programa, los procedimientos, los formatos, el procesamiento de datos adquiridos de los colaboradores de la empresa y el análisis de los resultados el cual ayudo a determinar el ajuste y el tamaño apropiado de los respiradores. Utilizando como guía, la norma 29 CFR 1910. 134 – OSHA Aplicación A – Procedimiento de Pruebas de Ajustes. La absorción de tóxicos ingresa del nivel de tejidos al nivel sistémico del organismo a través de varios puntos de entrada. Los cuales se dividen en 3 grupos: Enteral, parenteral e inhalatoria. Debido a que muchos de ellos difieren en diseño, tamaño, aplicación y capacidad de protección, el respirador tiene que ser normado y certificado. Aunque el equipo de protección respiratoria sea entregado al colaborador, el empleador es responsable de él y debe asegurarse de que cumpla su función; es decir, el respirador debe proteger completamente

el sistema respiratorio del colaborador cuando se expone a humos, gases y vapores. La prueba de ajuste verifica la eficiencia con la que el respirador se ajusta a la cara del colaborador, mostrando un alto nivel de protección. El método de investigación es aplicado y de nivel descriptiva. La prueba de ajuste cualitativa permite determinar la altura apropiada de respirador contribuyendo así a la salud del colaborador. <sup>(16)</sup>

9. **Delgado Yaranga**, “Diseño de un sistema de extracción y tratamiento de gases de un ambiente de forja y soldadura” (Perú) 2016. En el área laboral de soldadura al realizar lecturas de concentración de gases se encontraron concentraciones de monóxido de carbono (CO) mayores a 520 ppm. En base a los resultados hallados, se determinó que el área laboral de soldadura tiene la necesidad de un sistema de extracción y tratamiento de los gases. Los contaminantes más frecuentes en los procesos de soldadura por arco eléctrico son las partículas menores a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro, que en general se denominan humos. Según la Agencia de Protección Ambiental, el proceso de soldadura por arco eléctrico es el único que produce este tipo de partículas en grandes cantidades y su composición química del humo de soldadura varía según el tipo de electrodo, la pieza y el proceso. Varios metales, incluidos manganeso (Mn), níquel (Ni), cromo (Cr), cobalto (Co) y plomo (Pb), fueron descubiertos en la composición de las emisiones por la Ley de Aire Limpio de 1990. Se debe diseñar un sistema de extracción adecuado que incluya ductos conectados a la campana extractora, ventiladores y equipo de tratamiento de gases. El procedimiento de diseño debe garantizar que todos los contaminantes del sistema se eliminen de manera adecuada, debe haber suficiente flujo de aire y un nivel de presión de aire, asegurando la extracción eficiente de gases y humos producidos dentro del área laboral de soldadura. <sup>(17)</sup>

10. **Pérez Llerena, Katia, Ruelas Polanco, María**, “Evaluación y diseño de un sistema de prevención contra riesgo de incendio en el taller de soldadura eléctrica del Instituto Pedro P. Díaz” (Arequipa-Perú) 2020. En este proyecto de investigación se utiliza la metodología aplicada; de tipo cualitativo, y los niveles son descriptivos y explicativos. El estudio se realizó en un taller de soldadura eléctrica, en el que utilizaron dos tipos de soldadura: oxiacetilénica y automática.

Se identificaron un alto nivel de riesgo en la soldadura oxiacetilénica debido a la posibilidad de fuga de gases, derrame de líquidos inflamables, y la posibilidad de incendio causado por el uso de la máquina de soldar por la unión de piezas metálicas, también se encontraron un alto nivel de riesgo en la soldadura automatizada, incluyendo exposición a radiaciones ionizantes, contacto eléctrico indirecto y posibilidad de incendio por unión de piezas metálicas. También se realizó la evaluación del método intrínseco, teniendo resultados cuantitativos, tomando en cuenta la cantidad de calor almacenado, lo que nos dirá a qué distancia debe estar el taller de soldadura de los otros talleres, así mismo se tiene en cuenta el peso de los materiales empleados, el poder calórico, el grado de peligrosidad especificado por la norma, el tamaño del taller y el riesgo de activación. <sup>(18)</sup>

11. **Ortega Bonilla**, “Programa de protección respiratoria para el personal expuesto a sílice cristalina en el área de planta y taller de mantenimiento del Quebrador Ochomogo Ltda” (Perú) 2019. La problemática local del estudio es la afectación de los trabajadores de la empresa han presentado molestias respiratorias como tos, dificultad al respirar e irritación en las vías respiratorias, y al existir una permanente exposición a dicho componente, razón a ello fue necesario evaluar el nivel de exposición ocupacional a sílice de los trabajadores; además, es importante determinar posibles factores relacionados a esta exposición que podrían aumentar la misma, a fin de proponer un programa de protección respiratoria acorde a las condiciones que se presentaron en los lugares de trabajo evaluados. El tipo de investigación empleado es descriptiva, debido a que buscó medir, evaluar y recolectar los datos de la exposición ocupacional a polvo de sílice cristalina, así como determinar las técnicas y condiciones de trabajo. También aplico el tipo de investigación explicativa, ya que se establecieron las causas de la exposición a dicho agente químico y sus consecuencias. Así mismo, fue de tipo aplicada porque correspondió a la solución de un problema, mediante una propuesta de mejora en las condiciones de trabajo. Aproximadamente el 33% de los valores obtenidos de la evaluación a polvo de sílice cristalina en los trabajadores sobrepasaron el límite de exposición corregido por jornada que es de 0,0137 mg/m<sup>3</sup>. Al ser la muestra de trabajadores la que se evaluó, no representativa, no es objetivo concluir que el total de la población estaba sobreexpuesta o no a sílice cristalina respirable, pero de igual manera se debe prestar atención a los resultados. Las evaluaciones realizadas mostraron que el área más afectada era el puesto en la planta secundaria con un valor de 0.1040 mg/m<sup>3</sup> debido a que está cerca del triturador. Al obtener un valor atípico, cuatro valores no detectables y uno no cuantificable, el valor promedio logarítmico de exposición se vio influenciado por la dispersión de los datos, lo que causa que el promedio conseguido no sea un dato de confianza. <sup>(19)</sup>

## **2.2. Bases teóricas**

## Generalidades

Para el presente estudio a los humos de soldadura se denominará PUC (partículas ultrafinas causadas), son aquellas que se producen intencionalmente de forma natural en procesos o ambientes laborales (altas temperaturas, combustión, humos, motores, soldadura, etc.). Estas partículas se caracterizan por una diversa composición química que determina su toxicidad. Para determinarla se deben caracterizar las dimensiones, la forma y la composición química, ya sea hierro (Fe), manganeso (Mn), cromo (Cr), níquel (Ni) y silicio (Si).<sup>(20)</sup>

Los humos de soldadura contienen partículas esféricas, irregulares y aglomerados; entre estos se encuentran polvos en fracciones inhalables y respirables.<sup>(20)</sup> Estos se caracterizan por formas diferenciadas en forma porosa con bordes afilados o curvas irregulares, semejantes a cristales y a formas esféricas llamadas esférulas con una superficie lisa u ondulatoria.<sup>(21)</sup>

La soldadura es uno de los procesos productivos donde más se generan PUC por la formación de una alta concentración de humos metálicos. Entre estos encontramos dióxido de carbono, argón, monóxido de carbono, ozono, cloruro de hidrógeno, óxido de hierro, óxido de zinc y cromo. Estos humos se originan mediante un fuerte calentamiento y fricción de los metales a altas temperaturas. Al ser inhalados producen afectaciones para salud, las cuales pueden variar dependiendo de condiciones laborales y del trabajo, la clase de soldadura, los materiales a soldar, los tiempos de exposición y el flujo de aire en el área de trabajo.<sup>(21)</sup>

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasificó el humo de soldadura como posiblemente carcinogénico para humanos (Grupo 2B). La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) aún no ha establecido un límite de exposición permisible específicamente para humos de soldadura. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) de Estados Unidos considera que el humo de soldadura es un posible carcinógeno ocupacional y recomienda una reducción en la exposición al humo de soldadura al nivel más bajo posible. Además, la Conferencia Americana de Higienistas

Industriales Gubernamentales (ACGIH) ha retirado actualmente el valor límite de umbral para polvo total de 5mg. En Alemania, el Ministerio Federal de Trabajo y Afiliaciones Sociales ha establecido un límite de exposición ocupacional (OEL) de 3 mg inhalable (10 mg<sup>3</sup>) y respirable (3 mg<sup>3</sup>) de material particulado generados por la soldadura.

## **Historia**

Desde el siglo IV AC el griego Hipócrates de Cos menciona enfermedades que presentan solo los trabajadores mineros de entonces, llamados “trabajadores de las canteras”. Luego en la era cristiana Plinio el Viejo, describió las enfermedades pulmonares entre los mineros y los envenenamientos por azufre y zinc; posteriormente en el siglo II Galeno describe las enfermedades ocupacionales entre los trabajadores del mediterráneo. Así mismo en el tratado “De la Res Metálica” (De la Cosa Metálica) del autor Agrícola, cuya obra fue publicada póstumamente en 1556, menciona las enfermedades que afectan a los mineros como la Neumoconiosis <sup>(3)</sup>.

En el mismo siglo XVI Paracelso escribe la primera monografía “Vonder Birgsucht Und Anderen Bergrank Heiten”, que relaciona la acción de las sustancias usadas en el trabajo y la enfermedad en el trabajador, describe la toxicidad del mercurio, mencionando los principales síntomas.

En el año 1700 Bernardino Ramazzini (Italia), a quien se le conoce como el Padre de la Medicina del Trabajo publica el libro “De Morbis Artificum Diatriba”, en el que señala la relación entre riesgo y enfermedad, basado en la observación y en respuesta a una pregunta simple que recomienda no olvidar: ¿Cuál es tu ocupación? <sup>(3)</sup>.

El Perú tiene una tradición milenaria en la que el trabajo es considerado como un deber social. Durante la Conquista por los españoles, el sistema productivo se modificó. Desde la Colonia hasta la etapa Republicana se cimienta la coexistencia del modo de producción variado que influye en el paso del Perú al proceso productivo industrial <sup>(3)</sup>. En aspectos de globalización, los cambios en el mundo del trabajo han sido tan vertiginosos y rápidos como en el campo de la informática y de las comunicaciones, afectando a la salud de los trabajadores.

## **Proceso de soldadura por arco eléctrico (SMAW)**

Con la aparición de nuevos tipos de procedimientos de soldadura y nuevos consumibles, el número de soldadores expuestos a los humos de soldadura crece constantemente, a pesar de la mecanización y la automatización de los procesos. Día a día se incrementa el uso de soldadura en el mundo, se estima que, en la actualidad, entre el 1 y el 2% de los trabajadores de distintos ámbitos profesionales (lo que supone más de 3 millones de personas) están sometidos a humos de soldadura. <sup>(20)</sup>.

Del mismo modo, aumentan los diferentes tipos de procedimientos de soldadura y nuevos campos de aplicación. Debido a esto, crece la preocupación por los efectos adversos para la salud y medio ambiente y se empiezan a realizar estudios epidemiológicos para aplicar nuevas medidas de protección. Diariamente, los soldadores están expuestos a un complejo aerosol de gases (monóxido de carbono y el ozono) y a humos metálicos peligrosos compuestos por aglomerados de partículas de tipo cadena con un tamaño primario en el rango de tamaño del nanómetro. <sup>(21)</sup>

La soldadura requiere del empleo de altas temperaturas. Durante este proceso los materiales soldados se derriten, los vapores metálicos producidos se oxidan y, después de un proceso de condensación, se produce la formación de partículas sólidas.

Transcurridos 40 segundos de haberse empezado a soldar, las PUC empiezan a aumentar exponencialmente de 7% a 60%, simultáneamente su diámetro disminuye de 60 nm a 18 nm y, a medida que van reduciendo su diámetro, se hace más fácil su ingreso a las vías respiratorias. <sup>(20)</sup>

A partir de las propiedades intrínsecas de las PUC, y factores tales como la composición del humo, la concentración de varios metales, la solubilidad de cada componente, la distribución del tamaño de partícula, entre otros, se hace una

aproximación de los efectos sobre la salud causados por los humos de soldadura (20).

Muchos de estos factores dependen de las propiedades específicas del sitio que van desde la temperatura, la humedad y el intercambio de aire, hasta el método de soldadura, los consumibles de soldadura, el voltaje y la velocidad del cable (20).

Las concentraciones de partículas en el aire varían debido a que dichos parámetros de soldadura afectan la generación de humos hasta cierto punto.

Los métodos industriales más comunes son soldadura de arco metálico blindado (SMAW), soldadura de arco de metal de gas (GMAW) y arco de núcleo de flujo (22). En la tabla 2.1 se expone el tipo de soldadura por arco eléctrico y algunas características del proceso de producción de humos de soldadura y generación de contaminantes presentes en dichos humos.

Tabla 2.1

Tipo de soldadura por arco eléctrico y características del proceso de generación y contaminantes de humos y gases metálicos, Manual de soldadura, ESAB, 2015

Tipo de Soldadura	Características
Arco eléctrico	Los principales agentes de riesgo higiénico encontrados son el hierro, manganeso y sílice. La principal morfología de las nanopartículas es de carácter esférica de tamaño < 100 nm y presentan aglomerados irregulares. Podrían encontrarse algunas estructuras cristalinas con morfología regular (hexagonales) y de tamaño inferior a 20 nm. El aluminio encontrado en las muestras escala micro y submicrométrica no se encuentra a escala nano. Posiblemente es un elemento residual en el ambiente producto de otros procesos de soldadura.

Fuente: Manual de soldadura, ESAB, 2015.

### **Contaminantes Químicos: Humos y Gases de soldadura con arco eléctrico**

La alta energía del arco eléctrico ocasiona un gran aumento de la temperatura en los materiales que se emplean en las técnicas de soldeo, lo que provoca una emisión de vapores metálicos y de fundentes, que contaminan el ambiente del soldador<sup>(22)</sup>.

El arco también puede producir gases tóxicos, como el ozono. Los humos de soldadura son una mezcla compleja de partículas y gases generados por el fuerte calentamiento de las sustancias presentes en el entorno del punto de soldadura:

- Las propias piezas que soldar.
- Los recubrimientos superficiales de dichas piezas.
- Los materiales de aporte.
- El aire en la zona de soldadura y su posible contaminación.

El acero inoxidable no suele llevar ningún recubrimiento superficial, y el material de aporte es muy parecido, en su composición, al material de base de las piezas<sup>(22)</sup>.

Por otra parte, los gases utilizados en las técnicas de soldadura del inoxidable no son tóxicos ni reactivos, con lo que el problema de generación de contaminantes en el aire se suele reducir a los óxidos de nitrógeno y al ozono, problema compartido con los tipos de soldadura habituales del acero al carbono<sup>(23)</sup>.

Sin embargo, procedentes del metal base de las piezas, son característicos del acero inoxidable los óxidos de hierro, manganeso, cromo, níquel, y en ocasiones molibdeno. Los diferentes procesos de soldadura tienen distintas tasas de generación de humos y gases, pero la contaminación del ambiente que respira el soldador puede causarle problemas respiratorios y otras enfermedades, si la concentración de agentes químicos resultase elevada o el tiempo de exposición fuese excesivo<sup>(5)</sup>. (Véase tabla 2.2).

Tabla 2.2

Contaminantes procedentes del aire y sus posibles impurezas, Asociación de especialistas en prevención laboral y salud, 2022

Operaciones	Contaminantes característicos	Reacciones que los originan
Todas, pero especialmente: Soldadura, corte y calentamiento con llama.	Óxidos de nitrógeno	Oxidación del nitrógeno de aire
Soldaduras al arco eléctrico: Electrodo, TIG, MIG, plasma, etc. Especialmente trabajando con piezas de aluminio.	Ozono	Acción de las radiaciones ultravioleta sobre el oxígeno del aire
Todas (Cuando el aire está contaminado con disolventes clorados):	Fosgeno	Descomposición de los disolventes clorados: Tricloroetileno, percloroetileno, etc., procedentes, por ejemplo, de instalaciones de desengrase próximas, secado de piezas, etc.

Fuente: Asociación de especialistas en prevención laboral y salud, 2022

## Enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos

### Efectos sobre la salud

Los riesgos derivados de la exposición a los humos de soldadura están relacionados con la nocividad de los agentes químicos que se desprenden o se forman en los procesos de soldeo, y que pueden provocar daños diversos en la salud de los trabajadores <sup>(5)</sup>.

Las exposiciones continuadas a concentraciones moderadas de contaminantes causan intoxicaciones crónicas que pueden dar lugar al desarrollo de enfermedades profesionales. En determinadas condiciones pueden suceder intoxicaciones agudas, por exposiciones a concentraciones muy elevadas de contaminantes, que den lugar a accidentes de trabajo.

En ambos casos la gravedad puede variar desde leves trastornos hasta patologías graves, incluso con desenlace fatal.

Otros efectos menos ligados a la severidad de las exposiciones son los derivados de la presencia de agentes sensibilizantes, cancerígenos y teratógenos en los humos de la soldadura <sup>(24)</sup>.

### **A. Toxicocinética**

El humo se produce al condensarse los vapores, con la formación de partículas sólidas. Esas partículas son muy pequeñas y presentan tendencia a aglomerarse. Diversos estudios apuntan a que las partículas tienen, en su mayoría, diámetros de 1  $\mu\text{m}$  o menores, lo que supone que el humo en este rango de dimensiones sea muy respirable <sup>(25)</sup>.

El tamaño de la partícula de polvo determina el tipo de lesión. La mayoría de las partículas más gruesas, entre 50  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$ , no pueden penetrar en las vías respiratorias, quedando retenidas en las fosas nasales y la garganta, y son eliminadas más tarde por el organismo, mediante la deglución, secreción nasal o la expectoración de las mismas <sup>(25)</sup>. El resto de partículas más finas (< 50  $\mu\text{m}$ ) pueden penetrar hasta los pulmones y las inferiores a 5  $\mu\text{m}$  lo hacen hasta los alvéolos pulmonares.

En general, las partículas de un tamaño suficientemente pequeño flotan en el aire formando una suspensión de la que caen lentamente. Las de mayor tamaño sedimentan y el resto se mueven con el movimiento del gas que las soporta <sup>(26)</sup>. En el depósito y retención pulmonar de estas partículas, intervienen factores tanto anatómicos y fisiológicos como de índole puramente física, como el tamaño de las partículas. Así las de diámetro superior a 30  $\mu\text{m}$  carecen de importancia fisiológica, ya que rara vez penetran en las vías respiratorias.

Tanto la composición química como la concentración total son de gran importancia para valorar el riesgo higiénico ocasionado por los humos de la soldadura. Se supone que la mayor parte de los metales están en forma de óxidos, pues las partículas metálicas se combinan rápidamente con el oxígeno en las proximidades del arco <sup>(26)</sup>. El humo está formado por una mezcla compleja de contaminantes, y como tal ha de ser considerado cuando se evalúa su toxicidad.

### **B. Toxicidad**

Los principales efectos perjudiciales derivados de la inhalación de humos de soldadura pueden clasificarse, de manera general, de la siguiente forma:

**a) Efectos agudos:**

Se entienden como tales aquellos que sobrevienen por exposiciones a altas concentraciones de contaminantes, muy por encima de los VLA, durante periodos cortos de tiempo (una jornada laboral) y que provocan daños relacionados con el concepto de “accidente de trabajo” <sup>(26)</sup>.

Así algunos metales como el cadmio, cobre, berilio, cromo y níquel, tienen efecto irritante sobre los tejidos y pueden originar inflamaciones pulmonares (neumonitis) y acumulaciones de líquidos (edemas) de distinta gravedad según el metal y la severidad de ciertos gases y vapores, como los ácidos clorhídrico y fluorhídrico, la acroleína, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el fosgeno, provocan irritación de las mucosas de las vías respiratorias y del tejido pulmonar, y dependiendo de su concentración y del tiempo de exposición, pueden ocasionar desde leves irritaciones hasta edemas. <sup>(24)</sup>

Para algunas sustancias, como el cadmio, cobre, berilio, cromo y níquel, su inmediata acción irritante sobre los ojos, la nariz y la garganta puede servir de alerta al trabajador, por el contrario, en el caso del dióxido de nitrógeno, el fosgeno y los metales citados al principio, su inhalación puede pasar desapercibida y no manifestarse síntomas de intoxicación hasta pasadas 24 horas desde la exposición.

El monóxido de carbono y el dióxido de nitrógeno modifican la composición de los glóbulos rojos de la sangre, con lo que su función oxigenadora de los tejidos queda temporalmente disminuida <sup>(26)</sup>. Ello provoca jaquecas, aturdimiento y malestar crecientes conforme aumenta la dosis inhalada, pero en condiciones muy desfavorables podría llegarse a la inconsciencia o incluso a la asfixia química. Los humos metálicos pueden provocar la conocida como “fiebre de los metales” caracterizada por síntomas similares a los de la gripe, que se presentan durante la noche posterior a la exposición y que, normalmente, remiten sin dejar secuelas. <sup>(24)</sup>

## **b) Efectos crónicos:**

Se consideran efectos crónicos aquellos que se presentan como consecuencia de largos periodos de exposición a concentraciones moderadas de contaminantes, a menudo por encima de los VLA (24). Son los más característicos de la inhalación de todo tipo de humos de soldadura y se manifiestan tras largos años de trabajo, incluso finalizada la vida laboral, debido a su progresiva acumulación en el organismo o al proceso de deterioro de los órganos afectados <sup>(26)</sup>.

Estos daños, de naturaleza y gravedad variables, se corresponden con el concepto de “enfermedad” profesional”. Las finas partículas que forman los humos pueden penetrar hasta la zona más profunda de los pulmones y a lo largo del tiempo llegar a causar daños de muy distinta relevancia, desde:

- neumoconiosis benignas con leves sobrecargas pulmonares, como ocurre con el hierro,
- hasta graves fibrosis como las causadas por el berilio.
- La exposición continuada a gases y vapores irritantes puede conducir a patologías bronco pulmonares crónicas, como en el caso de los fluoruros.

Ciertos metales, como el berilio, cadmio, cobre, manganeso y plomo, y gases como el monóxido de carbono y el monóxido de nitrógeno, se disuelven en la sangre pulmonar y se distribuyen por todo el organismo pudiendo llegar a originar deterioros progresivos en diferentes órganos.

## **c) Efectos sensibilizantes:**

Se dice que una sustancia es sensibilizante cuando después de exposiciones, más o menos prolongadas o intensas a ella, se origina una hipersensibilidad de manera que posteriores exposiciones mínimas desencadenan reacciones fisiológicas adversas muy superiores a las que cabría esperar <sup>(26)</sup>. Los humos de soldadura pueden contener alguno de estos agentes sensibilizantes capaces de actuar fundamentalmente sobre el sistema respiratorio, siendo el asma su manifestación más común.

## **d) Efectos cancerígenos:**

Dependiendo de los procesos, o por formar parte de los materiales que se están soldando, en los humos de soldadura pueden estar presentes sustancias potencialmente cancerígenas <sup>(4)</sup>. Salvo en el caso del cromo, los estudios actuales no permiten definir con suficiente certeza el carácter cancerígeno de los humos de soldadura en general. Sin embargo, estudios epidemiológicos indican que los cánceres broncopulmonares tienen una mayor incidencia, en una relación 14 a 10, entre los soldadores que entre la población general.

#### **e) Efectos teratógenos:**

Se consideran sustancias teratógenas aquellas que pueden perjudicar el desarrollo del feto durante el embarazo <sup>(26)</sup>. En los humos de soldadura presentan esta propiedad el plomo, el monóxido de carbono y, posiblemente, el cadmio y el pentóxido de vanadio.

#### **Enfermedades originadas por exposición a PUC (Partículas ultrafinas causadas)**

Los humos de soldadura están compuestos por partículas microscópicas de diferentes metales que se condensan y pueden estar suspendidas por mucho tiempo en el aire. Su pequeño tamaño hace que puedan ingresar fácilmente al sistema respiratorio, incluso puede alcanzar el torrente sanguíneo que afecta a los órganos internos y es posible que puedan penetrar en el cerebro. <sup>(27)</sup>.

El efecto a la salud depende de los componentes de las partículas presentes en el humo y la cantidad que es absorbida por el trabajador. Algunos de estos efectos se presentan de manera inmediata y pueden ocurrir en corto plazo, con efectos agudos. Igualmente, un trabajador puede verse expuesto a enfermedades crónicas las cuales pueden ser de larga duración y, por lo general, de progresión lenta.

La toxicidad de las PUC depende tanto de su composición química como de la capacidad de penetrar y acumularse en los pulmones <sup>(20)</sup>. Su ingreso y la deposición en las regiones del sistema respiratorio están determinadas principalmente por el tamaño de las partículas <sup>(27)</sup>.

Las PUC son extremadamente pequeñas en comparación con las estructuras celulares y tienen un área de superficie alta por unidad de masa. Las PUC forman agregados y se alojan con más facilidad en los pulmones, generando fenómenos de estrés oxidativo y cambios en los niveles de calcio en los macrófagos y células epiteliales (promoción de mecanismos inflamatorios). Mediante la aspiración, llegan a las porciones más profundas del sistema respiratorio, alcanzando el torrente sanguíneo, distribuyéndose por todo el organismo y originando deterioros progresivos en diferentes órganos como estómago, riñones, corazón, hígado, huesos y sistema nervioso <sup>(28)</sup>.

Un panel científico reportó un aumento en severidad, frecuencia y duración de las afecciones del tracto respiratorio superior e inferior entre los soldadores. <sup>(20)</sup> Entre estas afecciones se destaca la inflamación pulmonar que comienza con la nasofaringe y el oro faringe que conlleva a formación de un edema pulmonar. Este se manifiesta como la acumulación anormal de líquido en los pulmones lo cual origina dificultad respiratoria y una serie de síntomas como hemorragias nasales, tos y la hiperreactividad bronquial; además de una acción irritante inmediata sobre ojos, nariz y garganta.

Uno de los trastornos agudos más comunes que sufren los soldadores es la fiebre del soldador o fiebre de los metales que se caracteriza por fuertes temblores y síntomas similares a los de la gripe que se presentan durante la noche posterior a la exposición. De la neumoconiosis benigna la más común se origina por exposición a la soldadura más conocida como siderosis (neumoconiosis de los soldadores) producida por la inhalación y depósito pulmonar de polvo o humos metálicos y óxido de hierro.

Esta enfermedad se desarrolla en la trasfusión del hierro y en los procesos de soldado que liberan finas partículas de óxido ferroso el cual es rápidamente oxidado y se transforma en óxido férrico <sup>(20)</sup>. En algunos casos se presentan enfermedades graves como es la fibrosis pulmonar causada por el berilio. Esta afección hace que el tejido profundo de sus pulmones se vaya cicatrizando de modo que se vuelve grueso y duro, provocando dificultad para recuperar el aliento y causando que la sangre no reciba suficiente oxígeno. En la mayoría de

los procesos de soldadura se emite radiaciones y humos que, al ser inhalados, pueden llegar al sistema respiratorio por medio de los alveolos, ocasionando que los soldadores estén más propensos a sufrir cáncer de pulmón.

Según los expertos de IARC, la exposición a los humos de soldadura también podría estar implicada en la aparición de cáncer de riñón <sup>(29)</sup>. Igualmente, existe una preocupación creciente por la exposición ocupacional a humos de soldadura que puede estar asociada con el desarrollo de trastornos neurológicos, psicológicos y psiquiátricos que tienen la enfermedad de Parkinson <sup>(30)</sup>. Las sustancias químicas, que genera el humo de soldadura, son factores capaces de promover el desarrollo de lesiones premalignas <sup>(26)</sup>.

Asimismo, en las investigaciones realizadas para describir las lesiones celulares, producidas por exposición a la soldadura muestran cómo se pueden ver los daños a nivel celular debido a que se retardan durante la división mitótica y aparecen en el citoplasma de las células hijas como pequeños núcleos adicionales cercanos al núcleo principal. Esto provoca rupturas de doble cadena de ADN o inductoras de pérdidas de cromosomas enteros <sup>(28)</sup>.

Durante la última década se han realizado estudios exploratorios de higiene industrial en ambientes de trabajo donde se producen o utilizan nanopartículas y PUC, entre estas, las producidas en los humos de soldadura. Entre estos estudios se destacan los siguientes casos:

- Primero, en una fábrica en Chía Colombia se presenta un cuadro clínico de un paciente de 34 años con tos seca de cuatro meses de evolución, con expectoración hialina esporádica, disnea leve, sibilancias ocasionales y sudoración nocturna. Como antecedente, identifica que se desempeña como soldador con óxido de estaño durante aproximadamente ocho años y los antecedentes de afecciones respiratorias eran negativos. Sus signos vitales normales y no se encontraron hallazgos semiológicos patológicos al examen del sistema pulmonar y físico en general <sup>(31)</sup>.
- Segundo, en una fábrica de aluminio se toma una muestra pulmonar a 21 trabajadores.

Además, se realiza un cuestionario en el trabajo a fondo, para tener conocimiento de factores de exposición. En soldadores, se observa una sobrecarga significativa de hierro (Fe), manganeso (Mn), cromo (Cr) esencialmente y, en menor medida, para el titanio (Ti), en comparación con los pacientes de control.

Estas PUC presentan una forma esférica y un diámetro central alrededor de 20 - 25 nm.

La naturaleza química del complejo PUC, óxido de metal en los pulmones de los soldadores son, principalmente Fe, Cr y / o Mn (y el aluminio (Al), silicio (Si), y níquel (Ni) en menor medida). Así, se investiga la consecuencia de un efecto autocrino de secretoma macrófagos en la capacidad de migración de estas células <sup>(32)</sup>.

- Tercero, se realiza un estudio en la construcción del nuevo puente de la bahía de (San Francisco) donde se realizan trabajos de soldadura por dos años con mínima protección y mala ventilación.

A 43 trabajadores se les realizan exámenes neurológicos, neuropsicológicos, neurofisiológicos y exámenes pulmonares. Se seleccionan los casos clínicos sobre la base de la prioridad de criterios relativos a la historia y a las características neurológicas y neuropsicológicas.

Entre los 43 de los casos, 11 casos presentan los siguientes síntomas: alteraciones del sueño, cambios de humor, bradicinesia, dolores de cabeza, disfunción sexual, pérdida de olfato, rigidez muscular, temblores, alucinaciones, trastornos del habla, inestabilidad postural, voz monótona y faciales enmascaramientos <sup>(30)</sup>.

En la siguiente tabla evidencia las enfermedades originadas por la soldadura, objeto de estudio en el US National Library of Medicine en el National Institutes of Health (NIH) <sup>(33)</sup>. (Véase Tabla 2.3).

Tabla 2.3

Enfermedades originadas por la soldadura.

Proceso actividad en la que origina	Sistema afectado	Enfermedad detectada
Soldadura	Enfermedad del sistema respiratorio	Infecciones del tracto respiratorio
		Neumonía
		Infección pulmonar
		Irritación respiratoria, asma, bronquitis y sinusitis
	Sistema nervioso	Parkinson
		Ansiedad o insomnio
		Cambios neuroconductuales
		Daño en el DNA
	Sistema inmunológico	Fiebre de los humos metálicos
	Sistema reproductor	Alteraciones en el aparato reproductor

Fuente: US National Library of Medicine en el National Institutes of Health (NIH), 2006

La cantidad de humos que inhala el soldador depende básicamente de:

1. La producción total de humos durante el trabajo.
2. La posición del soldador con respecto al punto de soldadura.
3. La ventilación.
4. La pantalla de soldadura.
5. La protección individual de las vías respiratorias

**1. Influencia de la posición del soldador**

En la postura que adopta el soldador durante su trabajo hay dos aspectos de gran repercusión en la cantidad de humos inhalados:

- Su posición con respecto a la vertical del punto de soldadura.
- La distancia al punto de soldadura

### **Influencia de la posición con respecto a la vertical del punto de soldadura;**

Cuando el soldador adopta una postura tal que su cara queda justo en la vertical del punto de operación, los humos inciden directamente sobre él y la cantidad de ellos que inhala es muy superior a cuando mantiene su cara apartada de la corriente ascendente de humos. <sup>(23)</sup>.

Por ejemplo, cuando se unen dos chapas a nivel del suelo, con la cara sobre el punto de soldadura, la cantidad de contaminantes inhalada puede llegar a ser diez veces mayor que cuando se realiza una soldadura similar con las chapas en posición vertical y la cara frente al cordón de soldadura.

### **Influencia de la distancia de la cara del soldador al punto de soldadura;**

Cuanto más próxima esté la cara del operario del punto de soldadura, mayor será la cantidad de contaminantes inhalada, por dos motivos:

- i. Los humos se generan en el punto de soldadura y su concentración disminuye a medida que se alejan de él, diluyéndose en el ambiente.
- ii. Algunos gases que se forman en el punto de soldadura, tales como el CO (monóxido de carbono) por descomposición del CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico) del gas de aporte, y el O<sub>3</sub> (ozono) por oxidación del oxígeno del aire, vuelven a reconvertirse en CO<sub>2</sub> y oxígeno a poca distancia del punto de formación, disminuyendo y desapareciendo, respectivamente, su peligrosidad <sup>(23)</sup>.

A este respecto hay que señalar que, en muchas ocasiones, el operario se acerca en exceso al punto de soldadura para mejorar la visión por razones tan simples y evitables como la utilización de oculares filtrantes con mayor grado de protección que la necesaria, cristales sucios o picados, o la falta de una revisión reciente de la graduación adecuada de sus lentes correctoras.

## **2. Influencia de la ventilación**

La ventilación en los trabajos de soldadura es decisiva para limitar la inhalación de humos por el soldador.

Los humos afectan al soldador primeramente de forma directa e intensa por su proximidad al foco de generación, y posteriormente de manera más indirecta y moderada como consecuencia del aumento progresivo de la contaminación del ambiente general <sup>(23)</sup>.

La intensidad de la inhalación directa del soldador dependerá de la calidad de la ventilación localizada instalada en su puesto de trabajo, mientras que la inhalación indirecta, debida tanto a sus operaciones como a las de otros posibles compañeros, será tanto menor cuanto más eficaz sea la ventilación general del local de trabajo <sup>(34)</sup>.

### **3. Influencia de la pantalla de soldadura**

La pantalla de soldadura representa un auténtico escudo protector del soldador contra la inhalación de humos, ya que intercepta el paso de éstos hacia sus vías respiratorias. Su eficacia depende decisivamente del grado de ajuste que presente con la cara, cuello y pecho del usuario. En general las pantallas “abatibles” prestan una protección mayor que las “de mano” y mayor aún si están equipadas con dispositivos de aporte de aire, lo que proporciona una pequeña sobrepresión en el interior de la pantalla que dificulta la entrada del aire contaminado <sup>(23)</sup>. (Véase gráfico 2.3).

### **4. Influencia de la protección individual de las vías respiratorias**

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias pueden contribuir a reducir la inhalación de los humos de soldadura, con un grado de eficacia dependiente de los contaminantes presentes, de su concentración y de las características del equipo de protección. Las partículas de los humos de soldadura pueden ser retenidas mediante equipos filtrantes marcados con los códigos correspondientes a los tipos P1, P2 y P3 (orden creciente de eficacia de retención), y el color rosado.

- Los vapores ácidos de cloruros y fluoruros pueden ser retenidos así mismo con equipos filtrantes, en este caso con los códigos E1, E2 y E3, y el color amarillo para la marca 3M (EPP adquiridos de la marca 3M).
- Para el resto de los gases más habituales en los humos de soldadura puede decirse que no hay equipos filtrantes que resulten operativos, bien porque no proporcionan una eficacia suficiente para las exposiciones continuadas propias de los trabajos de soldadura, como ocurre con:
  - los gases nitrosos,
  - ozono,
  - fosgeno, etc.

Porque no hay posibilidad técnica de fabricar filtros apropiados, como es el caso del monóxido de carbono y el anhídrido carbónico <sup>(23)</sup>.

- Las anteriormente referidas pantallas de soldadura equipadas con un dispositivo de suministro de aire filtrado presentan la doble ventaja de que el elemento filtrante está en la espalda del soldador, con lo cual el aire a filtrar contiene una concentración de contaminantes sensiblemente inferior debido a su alejamiento del punto de soldadura, y, por otra parte, no provocan resistencia al paso del aire a las vías respiratorias <sup>(35)</sup>.

Estas pantallas también pueden estar alimentadas con una línea de aire de Pantalla con aporte de aire filtrado. calidad respirable suministrado por un equipo de compresión, o botellas de aire comprimido.

- Los equipos aislantes con aporte de aire respirable, es decir los autónomos con botellas portátiles, o los semiautónomos con manguera desde compresores o botellas fijas, resultan totalmente eficaces contra los humos de soldadura, tanto contra las partículas como contra los gases, pero en la práctica su uso queda restringido a condiciones muy especiales de trabajo:
  - muy cortos periodos de exposición,
  - espacios confinados, y,
  - ambientes deficientes de oxígeno, etc.

### **Control de los riesgos por inhalación de humos de soldadura**

Para lograr un control eficaz de los riesgos por inhalación de humos de soldadura es necesario aplicar actividades preventivas tanto por el empresario como por el soldador.

Las medidas preventivas consistirán en:

1. Actuaciones sobre el foco contaminante:
  - Eliminación o sustitución de contaminantes.
  - Aplicación de procesos de soldadura con menor contaminación.
2. Actuaciones sobre la propagación de los contaminantes:
  - Ventilación localizada.
  - Ventilación general.
3. Actuaciones sobre el propio soldador:
  - Equipos de protección individual.
  - Buenas prácticas del soldador:
  - Colaboración en la prevención.
  - Información y formación preventivas.

Los riesgos por inhalación de humos de soldadura pueden considerarse razonablemente controlados cuando las concentraciones de contaminantes a las que se encuentra expuesto el soldador son manifiestamente inferiores a los límites de exposición profesional a agentes químicos vigentes actualizados.<sup>(34)</sup> Aun así, siempre se perseguirá conseguir la eliminación de las exposiciones, y si ello no es posible, su reducción a los niveles mínimos que permitan los recursos disponibles y los conocimientos técnicos existentes en cada momento. Las medidas preventivas que corresponderá aplicar en cada caso particular para alcanzar estos objetivos dependerán de los resultados de la Evaluación de Riesgos realizada en cada puesto de trabajo concreto y la sensibilización a los trabajadores del área de soldadura.

## **1. Actuaciones sobre el foco contaminante**

### **1.1 Eliminación o sustitución de contaminantes.**

Siempre que sea posible, se eliminarán los contaminantes o se sustituirán por otros menos peligrosos. Como posibles riesgos se cita:

- La exposición al fosgeno por descomposición de disolventes clorados puede evitarse eliminando la presencia de éstos en el punto de soldadura.
- Desengrasando las piezas con detergentes y no con disolventes clorados.
- No introduciendo las piezas en la zona de soldadura hasta su secado total.
- Evitando la contaminación ambiental de la zona de soldadura con vapores de disolventes clorados procedentes de las operaciones de desengrase.
- Los humos producidos por la descomposición de aceites y fluidos de corte, de los que en ocasiones llegan impregnadas las piezas a la soldadura, pueden evitarse limpiándolas previamente <sup>(33)</sup>.
- La presencia de metales de elevada peligrosidad en los humos de soldadura, tales como cadmio, plomo, berilio, torio, etc. puede eliminarse o reducirse con una correcta selección de los electrodos, fundentes, materiales de aporte, etc. <sup>(20)</sup>.

### **1.2.- Aplicación de procesos de soldadura de menor contaminación.**

Siempre que sea posible se seleccionarán los procesos menos contaminantes, a continuación, se cita:

- En los trabajos de calderería de corte de chapa, los humos que se producen en el oxicorte convencional pueden reducirse efectuando el corte con láser, y eliminarse con el corte con chorro de agua a alta presión.
- Soldadura robotizada; la soldadura al arco mediante electrodos revestidos (MMA), para una misma carga de trabajo, produce mayor cantidad de humos que la semiautomática con hilo continuo (MIG o MAG). La soldadura de acero inoxidable con electrodo no consumible de tungsteno (TIG), genera una cantidad de humos sensiblemente inferior a la realizada con electrodo consumible revestido <sup>(22)</sup>. La soldadura robotizada y el oxicorte en mesas automatizadas con control numérico permiten que el soldador no esté directamente expuesto a los humos de soldadura.

## **2. Actuaciones sobre la propagación de los contaminantes**

### **Ventilación;**

Mediante la ventilación deben conseguirse dos objetivos:

- El primero y fundamental es evitar al máximo que los humos recién generados se dirijan a las vías respiratorias del soldador. Para ello normalmente será necesario aplicar la Ventilación localizada <sup>(21)</sup>.
- El segundo es evitar que en el ambiente general del local lleguen a alcanzarse concentraciones significativas de contaminantes. Esto se conseguirá mediante la Ventilación General.

## **2.1. Ventilación localizada**

La ventilación localizada consiste en crear corrientes de aire que actúen directamente sobre el foco de contaminación, generalmente aspirando los humos de soldadura, lo que se conoce como “*extracción localizada*”, o más raramente en casos especiales, expulsándolos hacia una zona sin exposición lo que se denomina “*ventilación por dilución o por soplado*”<sup>(36)</sup>.

La extracción localizada es el método básico para solucionar los problemas de contaminación por humos de soldadura, existiendo diferentes sistemas de aplicación, cuya selección depende de las características de las condiciones de trabajo: proceso de soldadura; dimensiones, geometría y ubicación de las piezas; frecuencia de las operaciones; etc., pudiendo señalarse como más habituales los siguientes:

### **2.1.1 Mesas de soldadura con aspiración.**

Cuando el soldador realiza su trabajo sobre una mesa fija, operando repetitivamente sobre piezas que por sus dimensiones y pesos pueden manejarse manualmente, la ventilación más adecuada suele consistir en instalar en el fondo de la mesa, frente al operario, una campana de aspiración de ranuras de tiro horizontal.

La eficacia de captación depende en gran manera de la distancia de las ranuras de aspiración a los puntos de soldadura <sup>(20)</sup>.

Cuando se trata de soldar piezas pequeñas, varillaje, mallados y similares, puede convenir utilizar mesas con la superficie de apoyo enrejillada, aplicando aspiración con tiro descendente a través de esta.

### **2.1.2 Cabinas de soldadura con aspiración**

Cuando las características de las piezas y del trabajo a realizar no se prestan al uso de las mesas anteriores, pueden resultar efectivas las cabinas dotadas de aspiración en su fondo.

Lo fundamental es que, mediante soportes giratorios o polipastos, puedan girarse las piezas de forma que el operario nunca sude de espaldas al fondo aspirante, evitando así la exposición directa a la corriente de humos aspirados (23).

### **2.1.3 Bancadas de oxicorte con sistema de aspiración**

La aspiración se realiza a través de la rejilla de apoyo de la bancada, siendo más eficaz cuando actúa de forma selectiva sobre la zona en la que trabajan los mecheros en cada momento, lo que se logra mediante un sistema de apertura y cierre automático de las válvulas que dan paso a las diferentes zonas de la mesa bajo la parrilla (36).

En determinados métodos de corte, como el corte al plasma con las piezas sumergidas en agua, los humos pueden captarse mediante bocas de aspiración acopladas a las antorchas de corte.

### **2.1.4 Campanas móviles de aspiración**

Las campanas de extracción móviles permiten situar su boca de aspiración de forma que actúe convenientemente sobre el punto de soldadura, bien mediante fijaciones magnéticas o bien gracias a brazos articulados acoplados al conducto traqueal con él están conectadas al ventilador, consiguiendo así una captación eficaz de los humos (37).

Las campanas de aspiración acopladas a ventiladores móviles pueden resultar eficaces cuando se opera en grandes estructuras en astilleros, calderería pesada, etc. especialmente en el interior de piezas huecas, cisternas cubas y espacios confinados en general, donde normalmente es necesario introducir aire limpio mediante ventiladores soplantes complementarios para asegurar una renovación adecuada de su ambiente interior.

### **2.1.5 Boquillas de aspiración portadas por el soldador**

Cuando las características de las piezas a soldar no permiten conseguir una captación satisfactoria de los contaminantes con los sistemas anteriores,

puede recurrirse a la utilización de boquillas de aspiración portadas directamente por el soldador, acopladas a las boquillas de soldadura semiautomática, o a las pantallas de mano en la soldadura manual con electrodos.

## **2.2. Ventilación general**

Como ya se ha dicho, la contaminación generada por las operaciones de soldadura debe controlarse mediante la ventilación localizada, impidiendo que los humos afecten directamente al soldador.

No obstante, siempre es de esperar que parte de estos humos se difundan al ambiente contaminándolo progresivamente en mayor o menor grado según las condiciones de trabajo y afectando a todo el personal presente en el local de trabajo <sup>(15)</sup>.

Para mantener estos efectos en niveles aceptables es necesario recurrir a la ventilación general de los locales procurándoles una renovación del ambiente total acorde con el grado de contaminación que se pueda llegar a alcanzar (36).

En determinadas ocasiones bastará con un buen sistema de ventilación natural, pero dado que su eficacia está condicionada a factores no controlables, fundamentalmente los climatológicos como dirección del viento, temperatura exterior, etc. en general será necesario disponer de un sistema de ventilación mecánica adecuado.

La ventilación mecánica se basa en conseguir una renovación del ambiente total del local mediante corrientes de aire estratégicas creadas mediante ventiladores que extraigan el aire interior, introduzcan el aire exterior, o produzcan una combinación de ambos efectos.

Estos ventiladores pueden estar instalados de forma aislada en techos y paredes, o estar integrados en sistemas de conducciones de distribución <sup>(23)</sup>.

Conviene señalar que una buena parte de la contaminación general de los locales podría evitarse con un adecuado diseño inicial de los puestos de trabajo, contemplando aspectos tales como:

- Selección de un local de dimensiones adecuadas.
- Distribución favorable de los puestos de soldadura.

- Aislamiento de la sección de soldadura del resto de puestos de trabajo.

### **3. Controles propios del soldador. Equipo de Protección Personal (EPP)**

Si los riesgos no han resultado satisfactoriamente controlados a pesar de haber agotado las posibilidades de actuación sobre el foco de contaminación y sobre la propagación de los contaminantes.

Queda como última medida preventiva establecer una barrera final ligada directamente al propio soldador constituida por los equipos individuales de protección de las vías respiratorias <sup>(35)</sup>.

En la utilización de estos equipos deben tenerse en cuenta los siguientes principios básicos:

- Son un último recurso cuando el resto de las medidas técnicas han resultado inviables o no han resuelto suficientemente el problema.
- Se usarán con carácter complementario de ellas y no sustitutivo.
- La selección del tipo de protección a utilizar debe ir precedida de un estudio riguroso de los contaminantes presentes y de las condiciones de trabajo.
- Su uso normalmente está reservado a condiciones de trabajo especiales, por ejemplo:
  - imposibilidad técnica de adoptar medidas de protección colectiva,
  - operaciones de emergencias imprevistas,
  - avería o periodo de instalación de dispositivos de ventilación,
  - trabajos de mantenimiento esporádicos, etc.
- Tiempo de trabajo con ellos será el mínimo posible.  
En todo caso se deben establecer los periodos de uso continuado, que se recomienda que en ningún supuesto supere las dos horas, y de pausas, en función de la sobrecarga que representen para el sistema respiratorio y en su caso, del sobreesfuerzo físico que pueda suponer su utilización <sup>(36)</sup>.
- Es imprescindible seguir estrictamente las instrucciones de uso que acompañan a los equipos.

## **Programa de protección respiratoria**

Los aspectos generales que contempla el programa de protección respiratoria se especifican a continuación:

- Controles Ingenieriles
- Controles Administrativos
  - Evaluaciones de exposición ocupacional.
  - Selección de los respiradores.
  - Uso, almacenamiento y limpieza de los respiradores.
  - Pruebas de ajuste del respirador
  - Buenas prácticas de trabajo
  - Plan de capacitación
  - Vigilancia médica.
- Evaluación del programa
- Presupuesto del programa

El programa de protección respiratoria indica en su contenido los siguiente:

### **1. Selección del Respirador**

#### **a) Monitoreo del Área de Trabajo**

La evaluación de la exposición se realizará para garantizar la selección adecuada del respirador. Para determinar el nivel de exposición, se usarán muestras de aire del lugar de trabajo representativo del período de trabajo, evaluación de exposición basada en procesos análogos o juicio profesional <sup>(37)</sup>.

El equipo de muestreo personal se puede usar de acuerdo con las normas de higiene industrial aceptadas para muestrear cada área de trabajo.

Los resultados de estas muestras determinarán las áreas donde se requiere protección respiratoria.

## **Selección del Respirador**

Los respiradores son seleccionados y aprobados para su uso por la Gerencia y el área de SSOMA. La selección se basa en las propiedades físicas y químicas de los contaminantes del aire y el nivel de concentración que pueda encontrar expuesto el trabajador. Se pondrá un respirador a disposición de cada trabajador que requiera protección respiratoria. Los respiradores / cartuchos y filtros de repuesto estarán disponibles según sea necesario. Cuando se usan respiradores de cartucho químico, el administrador del programa debe establecer un cronograma de cambio de cartucho basado en información objetiva o datos.

## **2. Uso de los Respiradores**

Todos los respiradores de medio rostro o rostro completo no deben usarse con barba u otro vello facial o cualquier otra condición que impida el contacto directo entre la cara y el borde del respirador o que interfiera con la función de la válvula. Los trabajadores deberán salir del área contaminada:

- En caso de mal funcionamiento del respirador
- Al detectar fugas de contaminantes dentro del respirador
- Si se nota una mayor resistencia respiratoria del respirador
- Si se detecta una gran incomodidad al usar el respirador
- En caso de enfermedad del usuario del respirador, incluyendo: sensación de mareo, náuseas, debilidad, dificultad para respirar, tos, estornudos, vómitos, fiebre y escalofríos.
- En caso de tener que lavarse la cara para evitar la irritación de la piel
- Si tiene que cambiar los elementos del filtro / cartucho o reemplazar los respiradores siempre que detecten las propiedades de advertencia del contaminante o la resistencia a la respiración incrementada o de acuerdo con el cronograma de cambio del cartucho.

## **3. Entrenamiento y ajuste del respirador**

### **a. Entrenamiento:**

Los trabajadores que requieren respiradores y que se les ha entregado dicho elemento de protección personal, serán instruidos por su Supervisor, Comité

SSO o área SSOMA, en relación con sus responsabilidades en el Programa de Protección Respiratoria <sup>(38)</sup>. También recibirán instrucciones sobre la correcta colocación, el uso, las limitaciones y el cuidado de su respirador, las cuales serán tanto teóricas como prácticas. Se recomienda un reentrenamiento al menos cada 12 meses, después del entrenamiento inicial.

#### **b. Pruebas de Ajuste**

Los trabajadores deberán efectuar pruebas de ajuste de su respirador antes de usar el respirador en un área contaminada, con tal de verificar si el sello facial está ajustado adecuadamente. La prueba de ajuste cualitativa será el método preferido de prueba de ajuste, sin embargo, también pueden ser pruebas cuantitativas con equipo Portacount <sup>(38)</sup>.

La prueba de ajuste se realizará inicialmente tras la asignación del trabajador a un área donde se requieren respiradores de medio rostro o rostro completo. La prueba de ajuste se repetirá al menos cada 12 meses. Se probarán todos los respiradores medio rostro o rostro completo <sup>(38)</sup>.

No se realizarán pruebas de ajuste en trabajadores con vello facial que sobresale entre el sello del respirador y la cara o interfiere con la función de la válvula. Tal vello facial incluye rastrojo, barba y patillas largas.

Nota: Si se determina que una persona no puede obtener un ajuste adecuado con cualquier respirador de medio rostro o rostro completo, en su lugar se puede requerir un respirador con suministro de aire o equipo de presión positiva con purificador de aire.

### **4. Inspección, mantenimiento y almacenamiento de respiradores**

Los respiradores deben mantenerse adecuadamente para conservar su efectividad original. El programa de mantenimiento consistirá en una inspección periódica, reparación, limpieza y almacenamiento adecuado.

#### **a. Inspección:**

El usuario de un respirador lo inspeccionará diariamente cada vez que esté en uso. Periódicamente detectará los respiradores para verificar su ajuste, uso y condición. El uso de respiradores defectuosos no está permitido. Si se encuentra un respirador defectuoso durante la inspección, debe ser devuelto a la persona.

**b. Reparación:**

Durante la limpieza y el mantenimiento, los respiradores que no pasen la inspección serán retirados del servicio y serán descartados o reparados. La reparación del respirador debe realizarse con piezas diseñadas para el respirador de acuerdo con las instrucciones del fabricante antes de su reutilización. No se hará ningún intento para reemplazar componentes o hacer ajustes, modificaciones o reparaciones más allá de las recomendaciones del fabricante.

**c. Limpieza:**

El trabajador limpiará diariamente después del uso de un turno (o después de cada uso si no se usan a diario) el respirador reutilizable, excepto los desechables, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La empresa dispondrá de instalaciones y suministros para la limpieza de estos respiradores.

**d. Almacenamiento:**

Los respiradores que no se desechen después de un turno de uso se almacenarán en un lugar donde estén protegidos de la luz solar, el polvo, el calor, el frío, la humedad y los productos químicos dañinos <sup>(38)</sup>. Deben almacenarse de manera que se evite la deformación de la pieza facial y de la válvula de exhalación. Siempre que sea posible, los respiradores que no se desechen después del uso de un turno se marcarán y almacenarán de tal manera que se aseguren de que sólo los use el trabajador asignado.

**e. Sistemas de Aire Comprimido**

Se deberán tomar precauciones especiales para garantizar una respiración con aire de calidad adecuada cuando se use un respirador de línea de aire o un SCBA (equipo autónomo). Este aire deberá cumplir con las especificaciones de Aire Grado D establecidas por la Asociación de Gas Comprimido como se establece en la Especificación de Productos para Aire (ANSI / CGA G-7.1), 1989. Los cilindros de aire de respiración comprados deben tener un certificado de análisis del proveedor que indique el aire cumple con los requisitos de Grado D.

El aire suministrado por un compresor de aire se probará periódicamente para garantizar que se cumplan los requisitos de aire respirable de grado D.

**f. Respiradores Sólo para Escape (Opcional):**

Donde solo se proporcionen respiradores de escape debido a la posibilidad de una emergencia, el personal asignado al área recibirá capacitación sobre su uso. Los respiradores de escape sólo deben estar certificados para escapar de la atmósfera en la que serán utilizados. El personal no asignado a un área de trabajo, incluidos los visitantes, deberán ser informados acerca de su uso.

**g. Respiradores para Emergencias (Opcional):**

Se puede requerir un aparato de respiración autónomo (SCBA) para su uso en emergencias. Este equipo será utilizado sólo por personal capacitado cuando sea necesario ingresar en atmósferas peligrosas.

**5. Requerimientos Especiales:**

Todos los potenciales usuarios de aparato de respiración autónomo (SCBA) estarán completamente entrenados en el uso de este equipo. También deben ser médicamente calificados para usar el dispositivo. Cuando se usa el equipo, se probará en una atmósfera no contaminada antes de ingresar al área peligrosa.

Un trabajador no usará este aparato en una atmósfera peligrosa de forma individual. Al menos un trabajador adicional adecuadamente equipado con un aparato de respiración similar debe estar en contacto con el primer trabajador y debe estar disponible para prestar asistencia si es necesario <sup>(39)</sup>.

Este equipo será inspeccionado mensualmente por personal capacitado del departamento o grupo. La información de inspección y mantenimiento será registrada periódicamente. (Especificar el método, por ejemplo, en la etiqueta de inspección y / o el libro de registro).

**6. Evaluación del Programa:**

El lugar de trabajo será revisado y evaluado al menos cada 12 meses Para garantizar que el programa escrito de protección respiratoria se esté implementando correctamente y para consultar a los trabajadores a fin de

garantizar que estén usando los respiradores adecuadamente <sup>(39)</sup>. Se hará un informe escrito de cada evaluación, resumiendo los hallazgos. Para cada deficiencia identificada, se tomará nota de la acción correctiva tomada. Se adjuntarán copias de los informes resumidos a este programa.

### **2.3. Marco Conceptual**

#### **Generalidades**

El marco conceptual de la presente investigación aplicada es la descripción de las variables que componen esta tesis que se encuentran relacionadas al problema general.

El plan inicial del desarrollo de esta investigación se basa en la recolección, diseminación de información bibliográfica.

El presente estudio tratará de comprobar la existencia de factores para las consideraciones de un programa de protección respiratorio que podrían influir la decisión la implementación de procedimientos e instructivos aplicados a la realidad de la problemática.

#### **Enfoque de la Salud Ocupacional**

La Salud Ocupacional a nivel mundial es considerada como un pilar fundamental en el desarrollo de un país, siendo la salud ocupacional una estrategia de lucha contra la pobreza sus acciones están dirigidas a la promoción y protección de la salud de los trabajadores y la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales causadas por las condiciones de trabajo y riesgos ocupacionales en las diversas actividades económicas <sup>(3)</sup>.

En América Latina y el Perú aún no se conoce bien la magnitud que alcanzan las enfermedades ocupacionales.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) estima, que, en países en vías de desarrollo, el costo anual de los accidentes y enfermedades ocupacionales está entre el 2% al 11% del Producto Bruto Interno (PBI), es posible disminuir estos costos con acciones preventivas <sup>(6)</sup>.

Con frecuencia los trabajadores están expuestos a factores de riesgos físicos, químicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos presentes en las

actividades laborales. Dichos factores pueden conducir a una ruptura del estado de salud, y pueden causar accidentes, enfermedades profesionales y otras relacionadas con el ambiente laboral. Si bien ya se ha reconocido la trascendencia del estudio de estos factores y, considerando que una vez bien definidos se pueden eliminar o controlar, aún se necesita incrementar el interés y la responsabilidad social (Empleadores - Estado - Trabajadores) y la sociedad civil en sus diferentes manifestaciones organizativas, para desplegar más esfuerzos en este sentido.

El presente estudio se desarrolla en una empresa de ingeniería y construcción en el área de soldadura. Este proceso es la unión de piezas metálicas y es uno de los procesos industriales utilizados con mayor frecuencia, desarrollándose una gran variedad de tipos de soldadura, siendo así mismo numerosos los metales y aleaciones que pueden unirse por medio de estos procesos <sup>(40)</sup>. Existen dos grandes grupos en los que se pueden agrupar todos los tipos de soldadura metálica, estos son:

- Soldadura con aportación de metal, entre las que se pueden destacar las soldaduras blandas y duras, con soplete y con arco.
- Soldadura sin aportación de metal, entre las que se encuentran, soldadura eléctrica por puntos, soldadura por inducción, por frotamiento, rayo láser, etc.

Como consecuencia de estas operaciones, el soldador está frecuentemente expuesto a humos y gases de soldadura.

El origen de estos contaminantes se encuentra en el material soldado (metal base o su posible recubrimiento), el material aportado (metal de aporte, escorificantes, fundentes, desoxidantes, gas de protección), y en el aire que constituye el entorno de la zona de soldadura, origen en parte de los gases nitrosos, ozono y monóxido de carbono, todos estos aspectos deben ser tenidos en cuenta antes, durante y después del proceso de evaluación de este contaminante en el lugar de trabajo <sup>(40)</sup>. Además de estos aspectos se deben tener en cuenta entre otros:

- Tipo de soldadura empleada
- La ventilación y dimensiones del área

- Condiciones higiénicas del puesto de trabajo de soldadura (si es al aire libre o dentro de un taller o planta)
- El tiempo de duración de las tareas realizadas.
- Posición que adopta el trabajador con respecto al sitio donde aplica la soldadura.
- Número de trabajadores directa e indirectamente expuestos a los humos metálicos de soldadura <sup>(40)</sup>.

### **Enfermedades Ocupacionales**

Según estimaciones de la Organización Internacional de Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año se producen alrededor de 1.2 millones de enfermedades profesionales en todo el mundo <sup>(6)</sup>.

En el Perú, desde hace mucho tiempo, existe un grupo de enfermedades asociadas al trabajo ocupacionales o patologías que, si bien aún no son reconocidas como enfermedades profesionales ocupacionales, tienen relación directa con actividades laborales <sup>(3)</sup>.

La silicosis representa un problema socioeconómico para el país, debido a que es una enfermedad invalidante. Los esfuerzos desplegados por las instituciones desde la aparición de la salud ocupacional en el Perú no ha sido posible controlar el riesgo en la fuente, debido a que falta la inversión en este campo para su control.

### **Vigilancia de las condiciones de higiene para prevenir enfermedades profesionales**

En el ambiente de trabajo suele haber gran variedad de riesgos sanitarios de índole químico, físico, biológico, ergonómico y psicosocial. La identificación y evaluación de los riesgos profesionales pertenece a la disciplina de la higiene del trabajo, ésta por sí sola no basta para proteger a los trabajadores contra las enfermedades profesionales, sino que es indispensable la intervención médica, en forma de reconocimientos médicos de ingreso y periódicos, para descubrirlas y tratarlas a tiempo.

En todas las ocupaciones, los reconocimientos médicos tienen por objeto asegurarse de que el trabajador es apto para el empleo y de que tal aptitud perdura a lo largo de su vida laboral. Todo menoscabo de su estado de salud deberá detectarse como es debido. Los reconocimientos médicos de los trabajadores revelan a menudo la existencia de riesgos para la salud en los lugares de trabajo, por lo que es preciso evaluar y controlar su ambiente <sup>(3)</sup>. Esos reconocimientos son además de gran trascendencia epidemiológica para dicha evaluación.

Seguimiento mediante oportunos reconocimientos médicos iniciales y periódicos de los trabajadores y las pruebas especiales destinadas a detectar a tiempo las alteraciones

### **Factores de riesgos ocupacionales**

La Higiene Ocupacional; es la ciencia que tiene por objeto el reconocimiento, la evaluación y el control de los agentes ambientales generados en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades ocupacionales <sup>(33)</sup>. Estudia, evalúa y controla los factores ambientales existentes en el lugar de trabajo, cuyo objetivo es prevenir las enfermedades profesionales, que afectan la salud y bienestar del trabajador.

**A. Factores de riesgos químicos.** - Sustancias orgánicas, inorgánicas, naturales o sintéticas que pueden presentarse en diversos estados físicos en el ambiente de trabajo, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud las personas que entran en contacto con ellas <sup>(20)</sup>. Se clasifican en: gaseosos y particulados.

- Gaseosos; Son aquellas sustancias constituidos por moléculas ampliamente dispersas a la temperatura y presión ordinaria (25°C y 1 atmósfera) ocupando todo el espacio que lo contiene. Ejemplos: Gases: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Cloro (Cl<sub>2</sub>). Vapores: productos volátiles de Benzol, Mercurio, derivados del petróleo, alcohol metílico, otros disolventes orgánicos <sup>(23)</sup>.

- Particulados. - Constituidos por partículas sólidas o líquidas, que se clasifican en: polvos, humos, neblinas y nieblas.
  - ✓ Polvo. - Partículas sólidas producidas por ruptura mecánica, ya sea por trituración, pulverización o impacto, en operaciones como molienda, perforación, esmerilado, lijado etc. El tamaño de partículas de polvo, es generalmente menor de 100 micras, siendo las más importantes aquellas menores a 10 micras <sup>(20)</sup>.  
 Los polvos pueden clasificarse en dos grupos: orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos se subdividen en: naturales y sintéticos, entre los orgánicos naturales se encuentran los provenientes de la madera, algodón, bagazo, y entre los orgánicos sintéticos, cabe mencionar los plásticos y numerosos productos y sustancias orgánicas. Los polvos inorgánicos pueden agruparse en silíceos y no silíceos; los silíceos incluyen sílice libre y numerosos silicatos, y entre los no silíceos se encuentran los compuestos metálicos.
  - ✓ Humos. - Partículas en suspensión, formadas por condensación de vapores de sustancias sólidas a la temperatura y presión ordinaria. El proceso más común de formación de humos metálicos es el calentamiento de metales a altas temperaturas o fundición de metales. Ejemplos: Óxidos de Plomo, Mercurio, Zinc, Fierro, Manganeso, Cobre y Estaño.  
 Los humos de combustión orgánica se generan por combustión de sustancias orgánicas. El tamaño de las partículas de los humos metálicos varía entre 0.001 y 1 micra, con un valor promedio de 0.1 micras <sup>(34)</sup>.
  - ✓ Neblinas.-. Partículas líquidas que se originan en los procesos donde se evaporan grandes cantidades de líquidos. El tamaño de sus partículas es mayor de 10 $\mu$  <sup>(20)</sup>. Ejemplos: de ácido crómico, de ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, lixiviación de cobre (agitación de ácido).
  - ✓ Nieblas o Rocío - Partículas líquidas suspendidas en el aire, que se generan por la condensación y atomización mecánica de un líquido.

Ejemplo: Partículas generadas al pintar con pistola, (pulverizador, soplete)

### **Vías de entrada en el organismo**

Los agentes químicos pueden ingresar al organismo a través de las siguientes vías:

- Vía respiratoria: Es la vía de ingreso más importante de para la mayoría de los contaminantes químicos, en el campo de la Higiene Industrial. Sistema formado por nariz, boca, laringe, bronquios, bronquiolos y alvéolos pulmonares. La cantidad de contaminante absorbida es función de la concentración en el ambiente, tiempo de exposición y de la ventilación pulmonar<sup>(3)</sup>.
- Vía dérmica: Es la segunda vía de importancia en Higiene Industrial, comprende a toda la superficie que envuelve el cuerpo humano
- Vía digestiva: De poca importancia en Higiene Industrial, salvo en operarios con hábitos de comer y beber en el puesto de trabajo. Sistema formado por boca, esófago, estómago e intestinos.
- Vía parenteral: Penetración directa del contaminante en el organismo, a través de una discontinuidad de la piel (herida, punción)

### **Gestión de la prevención de riesgos ocupacionales**

Actualmente se reconoce que la prevención de riesgos ocupacionales es la base para una gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo. Las empresas deben planificar la acción preventiva a partir de la identificación de riesgos ocupacionales, evaluar los riesgos a la hora de elegir los equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos y el acondicionamiento de los lugares de trabajo, y controlarlos cuando superen los límites permisibles<sup>(3)</sup>. El proceso para la prevención de riesgos ocupacionales se le denomina Gestión del Riesgo Ocupacional y se desarrolla en tres etapas:

- Reconocimiento
- Evaluación
- Control

#### **1era Etapa: RECONOCIMIENTO**

En esta etapa se identifican los factores de riesgo en el lugar de trabajo de reconocida o potencial nocividad para la seguridad y salud de los trabajadores y la población expuesta. No olvide que los trabajadores son las personas más calificadas para ayudarlo a identificar las situaciones de riesgo pues se enfrentan con ellos directamente día a día. Comprenden:

- El reconocimiento sanitario de las condiciones de trabajo y factores de riesgo del ambiente laboral proporciona información cualitativa general sobre la existencia de los factores de riesgo para la salud de los trabajadores y sobre efectos y daños, por ejemplo, accidentes, enfermedades, ausencias, etc. Sirve de guía para determinar cuáles son las situaciones que requieren estudios detallados posteriores, vigilancia especial y control.
- El análisis ocupacional que también hace parte del reconocimiento preliminar permite conocer las actividades que se realizan y los factores de riesgo peculiar y relativo a cada trabajo, lo mismo que el número de personas empleadas en cada ocupación <sup>(3)</sup>. Algunos datos que se incluyen comprenden: la manera como se realiza el trabajo, el número de operarios, los factores de riesgo a que se encuentra expuesto un grupo de trabajadores, el tiempo de exposición a los factores de riesgo.

## **2da Etapa: EVALUACIÓN**

La evaluación de los riesgos ocupacionales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos ocupacionales que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para adoptar las medidas preventivas. Este proceso puede servir para un triple propósito:

- Determinar la capacidad de ocasionar daño a la salud o malestar de los trabajadores por parte de los agentes ambientales.
- Efectuando, paralelamente, estudios de investigación tanto de las concentraciones ambientales como estudios médicos especiales y correlacionando los resultados de estas investigaciones, se puede determinar la cantidad permisible de un contaminante que pueden tolerar, con una razonable seguridad los trabajadores expuestos.

- El control de los agentes ambientales mediante la aplicación de procedimientos o métodos adecuados para eliminarlos o reducirlos a niveles de exposición no perjudiciales para el trabajador<sup>(3)</sup>.

En el ambiente de trabajo se encuentran diversos agentes de riesgos ocupacionales tales como: químicos, físicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales.

### **Evaluación de agentes químicos**

La capacidad del contaminante de ocasionar daño se puede averiguar por comparación con su límite permisible correspondiente, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- La naturaleza y propiedades del factor de riesgo
- La concentración del factor de riesgo en el ambiente laboral
- El tiempo de exposición del trabajador
- La susceptibilidad individual

#### **A. La naturaleza y propiedades del factor de riesgo**

La acción de un contaminante sobre el organismo depende de su naturaleza (química, física, y biológica). No es lo mismo estar expuesto a un ambiente de trabajo contaminado con nitrógeno que uno contaminado con vapores nitrosos<sup>(3)</sup>.

El nitrógeno es un gas que actúa como asfixiante ya que su acción consiste en desplazar el oxígeno del aire necesario para mantener el ciclo respiratorio. Los vapores nitrosos son irritantes, al llegar a los pulmones se combinan o disuelven con el agua del organismo, produciendo ácidos que destruyen los tejidos pulmonares<sup>(29)</sup>.

Es aconsejable saber si el contaminante se encuentra puro o combinado y determinar completamente la presencia de todos los factores de riesgo; es frecuente que la sustancia más abundante no sea el responsable mayor de una afección, sino que pueda ser aquella que se encuentra en porcentajes pequeños.

Las propiedades físicas y químicas deben analizarse detalladamente:

- El tamaño de las partículas juega un papel importante en las enfermedades pulmonares ocupacionales. Las partículas más nocivas tienen un diámetro

inferior a tres micras. Las partículas no permanecen en el aire por tiempos relativamente grandes que permita o facilite ser inhalados, o cuando esto sucede, no son capaces de recorrer el tracto respiratorio.

- Los sólidos son menos volátiles que los líquidos
- Los gases se extienden en la atmósfera con gran facilidad.
- Mientras más baja es la temperatura de ebullición de una sustancia líquida, mayor es su volatilidad.
- La solubilidad de los gases en el ambiente acuoso del tracto respiratorio determina la profundidad a que puede penetrar. El amoníaco como es altamente soluble llega muy poco a los alvéolos, pero produce graves efectos en las vías respiratorias altas.
- Las reacciones que ocurren en presencia de temperatura, humedad y otras sustancias

#### **B. Concentración ambiental del factor de riesgo**

Se refiere a la cantidad del factor de riesgo en el ambiente laboral. A medida que aumenta la concentración, mayor será el riesgo de alteraciones en la salud de los trabajadores.

No hay que olvidar que la cantidad de aire respirado está en relación con el oxígeno necesario y por lo tanto con el esfuerzo físico que requiere el trabajo. A una mayor cantidad de aire respirado corresponde una mayor cantidad de sustancias tóxicas introducidas al organismo <sup>(23)</sup>.

La concentración atmosférica promedio del contaminante, se puede obtener mediante determinaciones directas en el medio ambiente de trabajo o mediante la recolección de muestras y su análisis posterior, efectuándose un estudio estadístico de estos resultados en coordinación con las condiciones de operación.

#### **C. Tiempo de exposición del trabajador**

A mayor tiempo de exposición aumenta el riesgo de enfermar. Ejemplo, una concentración en el aire de 0,03% de dióxido de carbono no es nociva mientras que una concentración superior al 10% puede causar la muerte en corto tiempo por asfixia <sup>(21)</sup>.

Las concentraciones relativamente bajas por un tiempo corto de exposición, días o varias semanas, no llegan a causar una afección, pero si a producir grandes efectos si el tiempo se prolonga durante años. La dosis del contaminante que ingresa al organismo estará determinada principalmente por la concentración del factor de riesgo en el ambiente y el tiempo de exposición.

Igualmente influye la velocidad de respiración. El tiempo de exposición del trabajador a diferentes concentraciones depende de las etapas y de las condiciones de operación, factor importante que interviene en la determinación del número de muestras en la evaluación del agente ambiental <sup>(3)</sup>.

#### **D. Susceptibilidad individual**

Mayor posibilidad de enfermar tendrá aquel trabajador con defensas más bajas o estructura orgánica más susceptible. Entre estos factores se puede mencionar la raza, sexo, edad, estado nutricional, estado de salud del trabajador (enfermedades, insuficiencias funcionales, hipertensión, anemia), falta de reposo, hábitos del individuo (cigarrillo y alcohol), otras condiciones socioeconómicas <sup>(40)</sup>.

#### **Valor Limite Permisible**

Es la concentración de los distintos contaminantes en el ambiente de trabajo y representa las condiciones bajo las cuales se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día a día sin sufrir efectos adversos en la salud <sup>(3)</sup>.

Existen 3 categorías o clases de valores límites permisibles:

##### **A. Valor límite permisible ponderado en el tiempo (TLV-TWA)**

Es la concentración promedio para un día normal de trabajo de 8 horas o una semana de 40 horas y a la cual puede estar expuesto el trabajador sin sufrir efectos adversos en su salud <sup>(3)</sup>.

##### **B. Valor límite permisible para breve tiempos de exposición (TLV-STEL)**

Es la concentración máxima a la cual pueden estar expuestos en forma continua los trabajadores durante un período no mayor de 15 minutos sin sufrir irritación, alteraciones crónicas e irreversibles en los tejidos, narcosis que reduzca la capacidad de trabajo o aumente la posibilidad de accidentes. Solo se

permiten 4 exposiciones diarias a esta concentración máxima y además los intervalos entre las exposiciones no pueden ser inferiores a 60 minutos <sup>(3)</sup>.

### **C. Valor límite techo (TLV- Ceiling)**

Es la concentración que no debe ser superada en ningún instante de la jornada diaria de trabajo (3).

## **3era Etapa: CONTROL**

Para controlar los distintos factores de riesgo en los ambientes laborales es necesario tener conocimiento básico sobre los conceptos de prevención y control que son aplicables en todo lugar de trabajo <sup>(24)</sup>. El control del ambiente es lo primero, siendo la medida de protección más importante y primaria de protección, en comparación con el control de las personas y otras medidas que, siendo también necesarias, son secundarias.

Los métodos para controlar los factores de riesgo pueden dividirse en tres grandes grupos que difieren en su objetivo básico:

### **A. Control Primario:**

En la fuente donde se produce Su objetivo es eliminar por completo la generación del contaminante. Incluye los siguientes métodos:

- i. El diseño del edificio, planta, equipo y maquinaria y sistemas de trabajo
- ii. Sustitución
- iii. Mantenimiento

### **B. Control Secundario: En el ambiente**

Ocurrida la generación del contaminante su objetivo es retirarlo o suprimirlo en el origen donde se produce. Limita el contacto con el factor de riesgo, reduciendo la magnitud de personas expuestas y el tiempo de exposición. Incluye los métodos de:

- i. Segregación o aislamiento
- ii. Humectación Principalmente para el control de partículas gruesas.
- iii. Ventilación Este método usa corrientes de aire para retirar o diluir el contaminante del ambiente de trabajo.
- iv. Orden y limpieza

### **C. Control terciario: Protección del trabajador**

Las acciones más relevantes que se deben realizar son:

**i. Limitar el tiempo de exposición**

Se utiliza cuando otros métodos no han podido disminuir o controlar el factor de riesgo hasta niveles seguros <sup>(5)</sup>. Se logra mediante rotación de personal, no obstante, este procedimiento no es aceptable en el caso de sustancias que causan cáncer, en cuyo caso es preferible reducir el número de trabajadores expuestos y protegerlos con otras medidas de control. La rotación de personal ha sido utilizada para reducir la exposición a ruido y temperaturas extremas (calor o frío).

**ii. Controles en prácticas de trabajo y operaciones**

Se refiere a cambios en la forma como el trabajo presente debe efectuarse para reducir la exposición ocupacional. Algunos ejemplos incluyen:

- Seguimiento de procedimientos estrictos de cierres o etiquetado.
- Seguimiento de reglas estrictas de almacenamiento para prevenir la exposición por derrame de materiales o que se han dejado en el área de trabajo.
- Seguimiento de reglas y procedimientos para ingresar a espacios confinados o encerrados.
- Disminuir el contacto innecesario de sustancias con la piel.
- Manipulación correcta de materiales.

**iii. Capacitación**

Esta medida es muy importante porque ayuda a que las otras medidas de control sean eficientes. Por medio de la capacitación, el trabajador debe conocer cuáles son las alteraciones en la salud que se producen por los factores de riesgo existentes en los lugares de trabajo, las maneras seguras de trabajar y los métodos para controlar los riesgos y prevenir las enfermedades y los accidentes de trabajo.

**iv. Exámenes médicos**

Es una medida que debe aplicarse siempre. La empresa debe practicar a los trabajadores exámenes médicos de admisión, periódicos y de retiro. Sirven para conocer el estado de salud del trabajador al ingresar a trabajar y cuando se retira, lo mismo que si está siendo afectado por los factores de riesgo del ambiente laboral.

Es una forma de averiguar la eficiencia de los métodos de control, de detectar operarios susceptibles a la acción de las condiciones de trabajo y la necesidad de aplicar medidas de prevención.

Facilita además la ubicación del trabajador según tipo de labor. Los exámenes médicos deben seleccionarse según el factor de riesgo a que se encuentre sometido el operario.

#### **v. Equipos de protección personal**

Son elementos complementarios y no sustitutos de las medidas de control primarias y secundarias.

La empresa prefiere controlar los riesgos usando equipo de protección personal porque es la respuesta más barata a los problemas de salud y de seguridad, pero no siempre la más satisfactoria <sup>(41)</sup>.

El equipo de protección personal debe emplearse principalmente en las siguientes circunstancias:

- Cuando el trabajador se expone directamente a factores de riesgo que no son controlables por otros métodos de control.
- Cuando el trabajador se expone a riesgos que son controlados parcialmente por otros métodos de control.
- En caso de emergencia, o sea cuando la rutina de trabajo sufre una alteración por cualquier anomalía y se hace necesario el uso de protección complementaria y temporal por los trabajadores.
- Provisionalmente, en períodos de instalación y reparaciones, para impedir el contacto del trabajador con el producto, material o condición nociva.

Para la utilización de equipo de protección personal es necesario tener en cuenta:

- La identificación del factor de riesgo: verificar la existencia de elementos de operación, de productos, de condiciones del ambiente, que sean o que puedan ser nocivas para el trabajador.

Es importante especificar el estado del riesgo: partículas, gases, vapores, líquidos.

- La evaluación del factor de riesgo existente: determinar la concentración o intensidad del riesgo, las posibles consecuencias para el trabajador, el tiempo y la frecuencia de la exposición y el número de trabajadores sometidos a los mismos factores de riesgo.
- La selección del equipo de protección apropiado: teniendo presente el problema que se pretende solucionar, la necesidad de uso en el trabajo y la parte del cuerpo que requiere protección, con la asistencia técnica de los fabricantes y de los técnicos de salud ocupacional.

Dependiendo de los factores de riesgo específicos y según la ocupación se han desarrollado elementos de protección de diversos modelos y materiales <sup>(42)</sup>.

- El mantenimiento y conservación de los elementos de protección.
- La capacitación de los usuarios

#### 2.4. Definición de términos básicos

- **Actos inseguros o subestándar:** Se refiere a la violación por parte del trabajador, de un procedimiento o reglamento aceptado como seguro: Ejemplo: Falta de información y capacitación de los trabajadores, uso inadecuado de los elementos de protección personal, juegos en el trabajo, falta de experiencia.
- **Cartuchos:** son elementos que protegen contra los riesgos de partículas contra el gas y los vapores.

- **Condiciones inseguras o subestándar:** Cualquier condición del ambiente que puede contribuir a un accidente. Ejemplo: Falta de orden y limpieza, construcción e instalaciones inadecuadas, máquinas sin guarda, riesgos eléctricos, riesgo de incendio, químicos, mecánicos, biológicos.
- **Enfermedades ocupacionales por procesos de soldadura:** Son aquellas enfermedades registradas en las atenciones médicas que generan descansos médicos por exposición a gases y humos metálicos ligados en actividades de soldadura por arco eléctrico.
- **Filtro:** Elemento de membrana con un tamaño de poro determinado por el que se hace pasar el aire para retener el contaminante.
- **Humo Metálico:** Suspensión en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en un proceso de condensación del estado gaseoso, partiendo de la sublimación o la volatilización de un metal.
- **Programa de protección respiratoria:** Es un estándar en la cual refuerza los controles para reducir la exposición a gases y humos generados por la soldadura por arco eléctrico. Llamados peligros respiratorios.
- **Respirador doble vía:** Son los purificadores de aire a presión positiva que ofrecen protección contra ciertos riesgos respiratorios gracias a su protección integrada para la cabeza, los ojos y el rostro, que puede ayudar a proporcionar un entorno más cómodo para el trabajador.
- **Peligro:** Situación con potencial de daño en términos de lesión o enfermedad.
- **Riesgo:** Probabilidad de que ocurra un evento peligroso específico.
- **Soldadura Eléctrica:** es la unión de metales por calentamiento mediante un arco eléctrico con o sin aporte de gases y fundentes para cubrir la soldadura.

- **Seguridad ocupacional:** representa una parte de la Salud Ocupacional, que comprende un conjunto de actividades de orden técnico, legal, humano y económico, para la protección del trabajador, la propiedad física de la empresa mediante la prevención y el control de las acciones del hombre, de las máquinas y del medio ambiente de trabajo, con la finalidad de prevenir y corregir las condiciones y actos inseguros que pueden causar accidentes.
- **STEL: Short Time Exposure Limit:** Límite de Exposición de Corta Duración, que refleja la máxima concentración a que puede exponerse el trabajador, de forma continua durante periodos de quince (15) minutos, siempre que no existan más de cuatro de tales periodos al día y que los intervalos entre los mismos sean de al menos, sesenta minutos y además cuidando que el TLV para la jornada diaria no se sobrepase.
- **TWA:** Concentración media calculada, para un día usual de ocho horas de trabajo es el cual se cree que todos los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día a día sin sufrir efectos adversos.
- **Valor Límite Permisible (TLV-Threshold Limit Value):** Concentración de una sustancia en el aire por debajo de la cual, la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos para la salud.

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis General e Hipótesis Específicas**

##### **Hipótesis General**

Si se implementa el programa de protección respiratoria, se disminuirá el número de enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Periodo 2021.

##### **Hipótesis Específicas**

Después de la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Periodo 2021; disminuirá el número de días de descansos médicos.

Después de la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Periodo 2021; disminuirá el número de atenciones médicas.

#### **3.2. Definición conceptual de variables.**

##### **Programa de protección respiratoria**

Los peligros respiratorios en los diversos sitios de trabajo de la industria en general pueden ser de distintos tipos. Cuando existen peligros respiratorios, se debe usar métodos para reducir su exposición. Esto incluye: controles de ingeniería, controles de las prácticas laborales, y controles administrativos (como minimizar el tiempo de exposición). Cuando fallan estos métodos, se deberá proporcionar un respirador apropiado para proteger la salud. La protección respiratoria debe elegirse según el peligro al que usted estará expuesto en el trabajo. Si se usa respiradores, se debe contar con un programa de protección respiratoria. <sup>(43)</sup>

## Enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos

Son enfermedades provocadas por la exposición a gases y humos de soldadura. <sup>(5)</sup> La gravedad de las enfermedades puede variar desde leves trastornos hasta graves y otros efectos como los cancerígenos y teratógeno. <sup>(24)</sup>

### 3.2.1 Operacionalización de variables.

Tabla 3.1

Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<b>Programa de protección respiratoria</b>	<p>So métodos diseñados diseñadas para ayudar a reducir la exposición ocupacional de los trabajadores a los contaminantes aéreos como gases y Humos de soldadura. . <sup>(43)</sup></p>	<p>Es un estándar en la cual refuerza los controles para reducir la exposición a gases y humos generados por la soldadura mediante los procedimientos de selección de equipos de protección individual y las buenas prácticas en actividades de soldadura.</p>	<p>Selección de equipo de protección respiratoria individual</p> <hr/> <p>Buenas practicas en actividades de soldadura</p>		<p>Razón <sup>(44)</sup> ):</p>



- **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **4.1. Tipo y diseño de investigación.**

##### **Tipo de investigación**

##### **Tipo de investigación:** descriptiva

**SALKIND (1998)**, Afirma “se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio” (p. 11). De acuerdo con este autor, una de las funciones principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de ese objeto <sup>(46)</sup>.

El alcance de la tesis tiene un componente descriptivo para el desarrollo a profundidad de las condiciones de salud y condiciones de ambientes con peligros respiratorios en la cual se determinan la relación de las variables.

##### **Tipo de investigación:** correlacional

**SALKIND (1998)**. Anuncia que la investigación correlacional tiene como propósito mostrar o examinar la relación entre variables o resultados de variables. En relación con la mención del autor se examina las variables y sus resultados en la cual estarán relacionados al problema. <sup>(46)</sup>

##### **Tipo de investigación:** aplicada

El estudio en curso es *aplicado* puesto que se explicará los problemas propuestos por medio del procedimiento de relación entre la teoría y la praxis, y esta su vez también es una investigación tecnológica porque los problemas propuestos serán aplicados en la práctica. La investigación aplicada, explica:

“Se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y la consecuencia práctica que de ella se deriven. La investigación aplicada busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar, le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal”.<sup>(47)</sup>

**SÁNCHEZ, Carlessi (2015)**, menciona:

“...la investigación tecnológica responde a problemas técnicos, está orientada a demostrar la validez de ciertas técnicas bajo las cuales se aplican principios científicos que demuestran su eficacia en la modificación o transformación de un hecho o fenómeno”<sup>(47)</sup>.

#### **4.1.2 Diseño de investigación**

**ROSEL BONO**, et al, (1995), explica: Los diseños cuasiexperimentales tienen el mismo propósito que los estudios experimentales: probar la existencia de una relación causal entre dos o más variables. Cuando la asignación aleatoria es imposible, los cuasiexperimentos (semejantes a los experimentos), permiten estimar los impactos del tratamiento o programa, dependiendo de si llega a establecer una base de comparación apropiada.<sup>(44)</sup>

De acuerdo con el tipo de estrategia y los objetivos a alcanzar de este estudio, el diseño cuasiexperimental que se aplica es transversal porque se realizara la comparación de grupos. Ya que se utilizará las variables independientes de la teoría con las variables dependientes de la praxis, aplicando el análisis de datos obtenidos de la empresa Abengoa, para la muestra del periodo 2020 (antes) y el periodo 2021 (después).

## 4.2. Método de investigación.

El presente estudio es de nivel descriptivo, correlacional y explicativo, según los autores Hernández Sampieri et al, 2016, define:

**Descriptiva**, los estudios descriptivos se buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren pág. 60 <sup>(49)</sup>. Puesto que se describe y analiza ampliamente la hipótesis proyectada en la tesis.

**Correlacional**, este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular pág. 63 <sup>(49)</sup>.

Ya que se identificará la coherencia que existe entre la implementación de un programa de protección respiratoria; para disminuir las enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A. desarrollado en la Unidad Minera de Toquepala”.

**Explicativa**, Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales pág. 66 <sup>(49)</sup>.

Ya que a través del producto de la información histórica y actual se logrará demostrar la hipótesis proyectada, si se logra disminuir el número de enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A. desarrollado en la Unidad Minera de Toquepala. El método de muestreo empleado será probabilístico.

### 4.3. Población y muestra.

#### 4.3.1 Población

De acuerdo con **Fráncica (1988)**, población es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación.

Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (p. 36) <sup>(50)</sup>.

**TAMAYO & TAMAYO (1997)**. “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación pág. 114 <sup>(51)</sup>

La población para este estudio aplica a todos los trabajadores del área de soldadura la empresa Abengoa S.A., con un total de 420.

#### 4.3.2 Muestra

Es la prueba que sirve para comprobar el problema proporcionando la información para la comprobación de los errores en el interior del proceso.

**TAMAYO & TAMAYO (1997)**. Afirma que la muestra “... es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico “pág. 38 <sup>(51)</sup>

**HERNÁNDEZ Sampieri (2016)**. Menciona: “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. pág. 170 <sup>(49)</sup>

La muestra para este estudio son los 420 colaboradores del área de soldadura de la empresa Abengoa S.A., situado en el Distrito Ilabaya, Departamento de Tacna, país Perú.

#### **4.4. Lugar de estudio.**

La presente investigación se realizó en la Unidad Minera de Toquepala, Distrito de Ilabaya, Provincia Jorge Basadre y Departamento de Tacna, Perú. El muestreo aplicado fue de la siguiente forma:

- Antes de la implementación corresponde al periodo 2020; y,
- Después de la implementación corresponde al periodo 2021.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.**

##### **4.5.1 Técnicas de recolección de información**

Menciona el escritor Sánchez Carlessi, et al, 2015, las técnicas “son los medios por los cuales se procede a recoger información requerida de una realidad o fenómeno en función a los objetivos de la investigación. Las técnicas varían y se seleccionan considerando el método de investigación que se emplee”<sup>(44)</sup>.

La recolección de información en el trabajo de campo de esta investigación se encuentra relacionada en función al método y al tipo de investigación aplicada a esta tesis. la investigación cuantitativa utiliza generalmente los siguientes instrumentos y técnicas para la recolección de información: Análisis de contenido, observación de campo, fichas de cotejo, y pruebas estadísticas.

##### **4.5.2 Instrumentos para la recolección de la información**

Los autores definen, según **SÁNCHEZ Carlessi (2015)**, los instrumentos: “las herramientas específicas que se emplean en el proceso de recogida de datos; Los instrumentos se seleccionan a partir de las técnicas previamente elegidas”.<sup>(47)</sup>.

Los instrumentos de comprobación según **HERNANDO (2014)**, son los medios que emplea el analista para apuntar la información recogida.

En toda investigación cuantitativa aplicamos un instrumento para medir las variables contenidas en las hipótesis.<sup>(48)</sup>

El preparativo de esta tesis sitúa la sucesiva data: (Véase Tabla 4.1).

Tabla 4.1  
Técnica e instrumentos de recolección de datos.

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Observación sistemática	Fichas de cotejo
Análisis de contenido	Resumen y fotografías
Revisión de tesis	Fichas de cotejo
Data histórica	Formatos de atención de salud

Fuente: Elaboración propia, 2021

#### 4.6. Análisis y procesamiento de datos.

El procesamiento de datos realizado se ejecuta con el programa estadístico SPSS 10 con el apoyo del computador.

Pasos para el procesamiento de datos del estudio:

1. Información de la población o muestra (empresa Abengoa)
2. Identificación de variables obtenidos del trabajo de campo.
3. Empleo de herramientas estadísticas (SPSS 10).
2. Procesamiento de la información de la data histórica del área SSOMA.
3. Análisis de los resultados.

La técnica de procesamiento y análisis de investigación que se va a emplear en esta tesis es:

- Investigación aplicada;
- nivel de investigación descriptiva, correlativa y explicativa;
- enfoque cuantitativo, y
- metodología de investigación cuasi- experimental.

Las variables se especifican a continuación con sus pertinentes indicadores (Véase Tabla 4.1).

Tabla 4.1  
Matriz de análisis de datos

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Estadísticos descriptivos</b>	<b>Análisis inferencial</b>

Número de días de descanso médico.	Nº de días de descanso medico / año.	Escala de proporción	Prueba de Shapiro Wilk	Wilcoxon
Número de atenciones médicas	Nº de atenciones médicas /año	Escala de proporción		

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos

5.1 Análisis descriptivos de variable dependiente y dimensiones antes y después de la aplicación del programa de protección respiratoria.

Meses	Período 2020 antes			Período 2021 después		
	Total de Días de Descanso o médico	Total de Número de Atenciones médicas	Total de Número de Enfermedades Ocupacionales	Total de Días de Descanso o médico	Total de Número de Atenciones médicas	Total de Número de Enfermedades Ocupacionales
Enero	50	37	10	28	23	9
Febrero	42	31	10	25	19	10
Marzo	24	18	9	19	13	8
Abril	13	10	7	14	9	7
Mayo	9	8	6	8	6	6
Junio	15	13	8	10	8	5
Julio	34	24	9	15	8	6
Agosto	44	33	10	10	6	5
Setiembre	48	35	10	9	5	4
Octubre	43	32	10	11	6	5
Noviembre	51	38	10	11	7	6
Diciembre	40	28	10	6	5	5

Fuente: Elaboración propia en función a la data de la Empresa Abengoa S.A., 2020 al 2021

En esta tabla podemos observar que antes de la aplicación del programa (2020) se tiene registrados a 109 trabajadores que presentaron enfermedades ocupacionales, a comparación del año 2021 (después del programa) de 76 trabajadores; es decir luego de la aplicación del programa de protección respiratoria hubo un descenso en 33 trabajadores con enfermedades ocupacionales que en valor porcentual es un 30%.

En referencia a los descansos médicos se tiene registrados que antes de la aplicación del programa (2020) fueron 413 días de descanso médico, que en promedio hace 34.4 días/mes, a comparación del año 2021 (después del programa) este desciende a 166, que en promedio hace 13.8 días / mes; es decir

luego de la aplicación del programa de protección respiratoria hubo un descenso de 298 días de descanso médico que en valor porcentual es 60%.

Por último el número de atenciones medica registradas antes de la aplicación del programa (2020) fueron 307 atenciones médicas, que en promedio hace 25.6 atenciones médicas/mes, a comparación del año 2021 (después del programa) este desciende a 115 números de atenciones médicas, que en promedio hace 9,6 días / mes; es decir luego de la aplicación del programa de protección respiratoria hubo un descenso de 192 atenciones médicas que en valor porcentual es 62%.

## 5.2. Resultados inferenciales

5.1 Efecto de un programa de protección respiratoria; en la incidencia de las enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.

### Rangos

	N	Rango promedio	Suma de rangos
atencion_medica_x_enfermedad_21 - Rangos negativos	149 <sup>a</sup>	75,00	11175,00
atencion_medica_x_enfermedad_21 - Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
atencion_medica_x_enfermedad_20 Empates	0 <sup>c</sup>		
Total	149		

a.  $atencion\_medica\_x\_enfermedad\_21 < atencion\_medica\_x\_enfermedad\_20$

b.  $atencion\_medica\_x\_enfermedad\_21 > atencion\_medica\_x\_enfermedad\_20$

b.  $atencion\_medica\_x\_enfermedad\_21 = atencion\_medica\_x\_enfermedad\_20$

### Estadísticos de contraste<sup>a</sup>

	atencion_medica_x_enfermedad_21 - atencion_medica_x_enfermedad_20
Z	-10,621 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Ha: Si existen diferencias entre número de enfermedades ocupacionales después de la aplicación del programa de protección respiratoria.

Ho: No existen diferencias entre número de enfermedades ocupacionales después de la aplicación del programa de protección respiratoria.

Como el p-valor es  $0.000 < 0.05$  nivel de significancia, entonces se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna.

Por lo tanto:

La implementación del programa de protección respiratoria, disminuye el número de enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Periodo 2021.

V.5 Efecto en la disminución de días de descanso médico antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.

### Rangos

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Rangos descanso medico 2021 negativos	166 <sup>a</sup>	83,50	13861,00
- descanso medico 2020 Rangos positivos	0 <sup>b</sup>	,00	,00
Empates	0 <sup>c</sup>		
Total	166		

a. descanso medico 2021 < descanso medico 2020

b. descanso medico 2021 > descanso medico 2020

c. descanso medico 2021 = descanso medico 2020

### Estadísticos de contraste<sup>a</sup>

	descanso medico 2021 - descanso medico 2020
Z	-11,192 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Ha: Si existen diferencias entre número de días de descanso médico después de la aplicación del programa de protección respiratoria

Ho: No existen diferencias entre número de días de descanso médico después de la aplicación del programa de protección respiratoria.

Como el p-valor es  $0.000 < 0.05$  nivel de significancia, entonces se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna.

Por lo tanto:

La implementación del programa de protección respiratoria, disminuirá el número de días de descanso medico por la exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Periodo 2021.

**5.5** Efecto en la disminución de las atenciones médicas por exposición a humos y gases metálicos antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.

### Rangos

	N	Rango promedio	Suma de rangos
atención medica 2021 - Rangos negativos	125 <sup>a</sup>	94,88	11860,00
atención medica 2020 Rangos positivos	33 <sup>b</sup>	21,24	701,00
Empates	8 <sup>c</sup>		
Total	166		

a. atención medica 2021 < atención medica 2020

b. atención medica 2021 > atención medica 2020

c. atención medica 2021 = atención medica 2020

### Estadísticos de contraste<sup>a</sup>

	atención medica 2021 - atención medica 2020
Z	-9,720 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Ha: Si existen diferencias entre número de atenciones médicas después de la aplicación del programa de protección respiratoria.

Ho: No existen diferencias entre número de atenciones médicas después de la aplicación del programa de protección respiratoria.

Como el p-valor es  $0.000 < 0.05$  nivel de significancia, entonces se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna.

Por lo tanto:

La implementación del programa de protección respiratoria, disminuirá el número de atenciones médicas por la exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Periodo 2021.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

Ha: Si se implementa el programa de protección respiratoria, se disminuirá el número de enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Periodo 2021.

Ho: Si no se implementa el programa de protección respiratoria, no disminuirá el número de enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Periodo 2021.

Como el p-valor es  $0.000 < 0.05$  nivel de significancia, entonces se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna.

Ha: Después de la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Periodo 2021; se disminuirá el número de días de descansos médicos.

Ho: Después de la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Periodo 2021; no se disminuirá el número de días de descansos médicos.

Como el p-valor es  $0.000 < 0.05$  nivel de significancia, entonces se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna.

Ha: Después de la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Periodo 2021; se disminuirá el número de atenciones médicas.

Ho: Después de la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Periodo 2021; no se disminuirá el número de atenciones médicas.

Como el p-valor es  $0.000 < 0.05$  nivel de significancia, entonces se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la alterna.

## **6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares.**

En la investigación se halló que la implementación de un programa de protección respiratorio disminuye el número de enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos en el área de soldadura de la empresa Abengoa S.A., este resultado es similar a hallados por (Quezada Effio, Díaz Wilberto, López Elvis, 2017), en su estudio la implementación de un programa de seguridad y salud en el trabajo reduce los riesgos laborales que generan enfermedades ocupacionales en las diversas áreas de trabajo de la compañía INGEMEC PERU SAC, lo que se traduce en una reducción del uno por ciento después de la implementación del programa, demostrando así que la implementación de un programa tiene un impacto significativo en la reducción de los riesgos laborales que son causas de enfermedades ocupacionales en la empresa metalmeccánica. Así mismo con la implementación del programa de protección respiratoria: los procedimientos de selección adecuada de equipo de protección respiratoria individual y las buenas prácticas para el desarrollo de actividades de soldadura, generaron un efecto en la reducción de los riesgos laborales que causan enfermedades ocupacionales en los trabajadores, resultado que concuerda con el estudio realizado por (Cuaspa Sanabria, Diana Carolina, 2021), en el sentido que es necesario contar con un programa de salud ocupacional, operativo para eventos originados por exposición a humos metálicos, con la formación de los cuidados propios de los colaboradores en esta actividad y uso de herramientas para elección de elementos de protección respiratoria personal, que permitirán obtener de manera oportuna información sobre los efectos de salud reportados como enfermedades ocupacionales que a largo plazo se reduce y se garantiza una mejora de la salud de los soldadores.

Además, se encontró que con la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa de ABENGOA S. A.; Toquepala Periodo 2021 se disminuyó las enfermedades ocupacionales en 35 % resultado que se asemeja a la investigación de (Ortega-Bonilla Alejandra, 2019), donde evidenciaron una disminución del 33% de enfermedades ocupacionales en los trabajadores evaluados, ya que contaron con procedimientos de trabajo y controles para

disminuir las patologías. Por lo tanto, el fin del proyecto es proponer un programa de protección respiratoria al personal expuesto, el cual es un instrumento que permite la disminución de los niveles de los riesgos, en este caso al incluir controles administrativos e ingenieriles, como procedimientos de limpieza, mantenimiento, capacitación, equipo de protección respiratoria, procedimiento para el seguimiento del programa. Así como activación de un sistema de humectación en el área de trituración, y colocación de una cortina industrial en la entrada al taller.

También se obtuvo que con la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Periodo 2021; se disminuyó el número de descanso médico y las atenciones médicas, este resultado se asemeja al estudio realizado por (De la O Jaime, Ojeda SL, Barrio G., 2018), que hubo una disminución significativa de las enfermedades ocupacionales presentes en los colaboradores, lo que se tradujo en menos consultas médicas por cuestiones relacionadas con el trabajo y, al mismo tiempo, se eliminaron los días perdidos a lo que indica menos días de descanso médico por factores de riesgos laborales. Estos hallazgos nos permiten concluir que la implementación de programas de salud ocupacional es beneficiosa tanto para los empleados como para las empresas.

La Ley Nº 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y sus modificatorias (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo - MTPE., 2011), en mencionada Ley se establecen mandados en materia de seguridad y salud en el trabajo, desde el principio de prevención, en el cual identifica al empleador como el elemento que responde, en el centro de trabajo, la disposición de los recursos y situaciones que resguarden la vida, la salud y la satisfacción de los recursos humanos dentro del límite de interés del ámbito laboral <sup>(1)</sup>.

#### **6.4 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes**

En el presente estudio se tuvo en cuenta la confidencialidad de todos los empleados que participaron en esta investigación, del mismo modo el consentimiento informado que toma en conocimiento los colaboradores; así mismo mediante una solicitud de autorización para la facilidad en la toma de datos y la participación voluntaria de los colaboradores. Así mismo respetando

las autorías de las referencias bibliográficas que fueron tomadas en la investigación. Teniendo en cuenta estos principios bioéticos:

El Principio de beneficencia la información que se obtuvo de los colaboradores del estudio, fue utilizada únicamente para el propósito de la investigación, y no fue expuesta o divulgada para ningún otro fin, respetando siempre la privacidad del paciente.

Principio de No maleficencia. La recolección de información a través del uso de instrumentos se realizó con respeto a los demás y al medio ambiente, teniendo en cuenta su cultura.

El principio de autonomía para llevar a cabo el estudio se solicitó un consentimiento informado de los colaboradores, respetando los valores y opiniones personales.

Principios de justicia, se mantuvo en anonimato al aplicar el instrumento de estudio de forma equitativa sin discriminación alguno de los trabajadores.

## CONCLUSIONES

- a. La implementación de un programa de protección respiratoria, disminuyó el número de enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos con un valor de  $p= 0.00$ .
- b. La implementación del programa de protección respiratoria, disminuyó el número de días de descanso médico por la exposición a humos y gases metálicos con un valor de  $p= 0.00$ .
- c. La implementación del programa de protección respiratoria, disminuyó el número de atenciones médicas por la exposición a humos y gases metálicos con un valor de  $p= 0.00$ . La implementación del programa de protección respiratoria, el número de enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos ha descendido en un 65%.
- d. La implementación del programa de protección respiratoria, de días de descanso médico por la exposición a humos y gases metálicos ha descendido en un 28%.
- e. La implementación del programa de protección respiratoria, el número de atenciones médicas por la exposición a humos y gases metálicos ha descendido en un 38 %.

## RECOMENDACIONES

- a. A los responsables de la empresa, particularmente a los gerentes, residentes y jefes de seguridad y salud ocupacional, es importante continuar con el programa de protección respiratoria anualmente ya que su efecto disminuye los factores de riesgos que generan enfermedades ocupacionales ocasionando descansos médicos y atenciones médicas.
- b. Los supervisores del área de seguridad y salud ocupacional de la empresa, debe realizar la supervisión constante sobre la aplicación del programa de protección respiratorios teniendo los procedimientos de selección adecuada de equipos de protección respiratorios individual y las buenas prácticas en las actividades de soldadura en los trabajadores.
- c. Brindar capacitaciones a los trabajadores sobre el correcto uso, mantenimiento y vida útil de su equipo de protección respiratoria individual y las buenas prácticas de trabajo de soldadura, efectuando sensibilización a los trabajadores involucrados en el área, y reducir los riesgos que generan las enfermedades ocupacionales que conllevan a atenciones médicas y descansos médicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Bibliografía

1. Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo - MTPE. [Online].; 2011 [cited 2022 marzo 28. Available from: <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0052/ley-seguridad-salud-en-el-trabajo.pdf>.
2. Reglamento de la Ley 29783 LdS. Diario el Peruano. [Online].; 2012 [cited 2022 marzo 26. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/presidencia/normas-legales/462577-005-2012-tr>.
3. Ministerio de Salud. Manual de Salud Ocupacional. 20052647th ed. Perú Oee, editor. Lima: Dirección General de Salud Ambiental; 2005.
4. Rojas Labiano JM, Aspiroz Unsain A. El soldador y los humos de soldadura. [Online].; 2020 [cited 2022 marzo 20. Available from: [www.osalan.net](http://www.osalan.net).
5. laboral Adeepys. AEPSAL. [Online].; 2022 [cited 2022 marzo. Available from: [www.aepsal.com](http://www.aepsal.com).
6. Organizacion Internacinal del Trabajo (OIT). OIT. [Online].; 2022 [cited 2022 marzo 20. Available from: <https://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm>.
7. Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer. International Agency for Research on Cancer; IARC. [Online].; 2022 [cited 2022 marzo. Available from: <https://www.iarc.who.int/>.
8. Vilasau D. R, Albornoz V. C, Beriestain H. F, Alcaíno L. J. Instituto de Salud Publica. [Online].; 2021. Available from: [ww.ispch.cl](http://ww.ispch.cl).
9. MINEM.  
[http://www.minem.gob.pe/\\_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=10187](http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=10187). [Online].; 2021 [cited 2022 marzo 16 [Oficina de Estadística].
10. Cuaspa Zanabria DC. Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana. [Online].; 2021 [cited 2022 febrero 01. Available from: <http://hdl.handle.net/10554/57778>.

11. Villalba Yambay MA. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. [Online].; 2017 [cited 2022 febrero 01. Available from: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26806>.
12. Erazo Nogales AR. Repositorio de la Universidad Internacional SEK Ecuador. [Online].; 2021 [cited 2022 febrero 01. Available from: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4380>.
13. González Atencio AY. Repositorio Universidad Especializada de las Americas. [Online].; 2019 [cited 2022 febrero 01. Available from: <http://repositorio2.udelas.ac.pa/handle/123456789/327>.
14. Hernández Morales C, Torres Ardila DE. Repositorio institucional UNIMINUTO. [Online].; 2018 [cited 2022 febrero 01. Available from: <https://hdl.handle.net/10656/8163>.
15. Mestas Mendoza SA, Cruz Perea MF. Repositorio Institucional de la UTP. [Online].; 2021 [cited 2022 febrero 01. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4286>.
16. Delgado Montufar NJ, Ticona Ylachoque MD, Valencia Galdos JR. Repositorio Institucional de la UTP. [Online].; 2017 [cited 2022 febrero 01. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/716>.
17. Delgado Yaranga MA. Repositorio PUCP. [Online].; 2016 [cited 2022 febrero 01. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7162>.
18. Perez Llerena KF, Ruelas Polanco MC. Repositorio Institucional de la UTP. [Online].; 2020 [cited 2022 marzo 20. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3542>.
19. Bonilla AO. Programa de protección respiratoria para el personal expuesto a sílice cristalina en el área de planta y taller de mantenimiento del Quebrador Ochomogo Ltda. Tesis. Cartago: Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental; 2019.
20. García Molano CA, González Merchán JM, Gil Arciniegas LF. Efectos a la salud por exposición a partículas ultrafinas generadas en los procesos de soldadura. Tecnico. Bogota: Fundación Universitaria San Mateo, Ingeniería en Salud y Seguridad para el Trabajo (SST); 2019.
21. Á VÁea. "Riesgos para la salud y recomendaciones en el manejo de nanopartículas en entornos laborales. Revista Medicina y Seguridad del Trabajo. 2015 junio; 61(239): 143 - 161.

22. ESAB. Manual de soldadura Bogota D.C.: West Arco; 2015.
23. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. El soldador y los humos de soldadura. OSALAN. 2009 mayo.
24. Instituto Asturiano de Prevencion de Riesgos Laborales. Estudio de la exposición a los humos generados en la soldadura de acero inoxidable. Área de Higiene Industrial del IAPRL. ; AS 01570-2016.
25. Dra. Pilar Paz Roman. [www.stps.gob.mx](http://www.stps.gob.mx). [Online]. [cited 2022 marzo 19. Available from: [https://www.stps.gob.mx/DGIFT\\_STPS/PDF/Toxico%20dinamia%20y%20toxico%20cinUtica.pdf](https://www.stps.gob.mx/DGIFT_STPS/PDF/Toxico%20dinamia%20y%20toxico%20cinUtica.pdf).
26. Silbergeld EK. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. [Online].; 2019 [cited 2022 marzo 25. Available from: <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+33.+Toxicolog%C3%ADa>.
27. X. Blamey EMyFD. “Estudio exploratorio II: identificación de nanopartículas en procesos industriales de soldadura y de minería. Revista Ciencia y Trabajo. 2016 agosto; 18(55): 25-36.
28. D. Imam RUyHF. Effect of online rapid cooling on microstructure and mechanical properties of friction stir welded medium carbon steel. Journal of Materials Processing Technology. 2015 noviembre; 230: 62-71.
29. ACGIH. Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 7th Ed. 2001.
30. P.C. Zeidler-Erdely AEyJMA. Immunotoxicology of arc welding fume: worker and experimental animal studies. J Immunotoxicol. 2012 diciembre; 9(4): 411-425.
31. R.M. Bowler RM ea. Sequelae of fume exposure in confined space welding: a neurological and neuropsychological case series. J. Neurotoxicology. 2007 marzo; 28(2): 298-311.
32. R. Khelifi ea. Cytogenetic Abnormality in Exfoliated Cells of Buccal Mucosa in Head and Neck Cancer Patients in the Tunisian Population: Impact of Different Exposure Sources. Biomed Res Int. 2013.

33. A. Domínguez Odio ea. Lesiones genéticas y citológicas inducidas por la exposición a químicos en centros de trabajo. Revista Salud de los Trabajadores. 2006 junio; 14(1): 51-59.
34. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Límites de exposición profesional para agentes químicos. INSHT. 2009.
35. 3M. 3M Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental. Speedglas Protección para Soldadura. 2020 setiembre.
36. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. NTP. [Online].; 2018 [cited 2022 marzo 22. Available from: <https://www.insst.es/documents/94886/195574/NTP+7+Soldadura.+Preven+ci%C3%B3n+de+Riesgos+Higi%C3%A9nicos.pdf/80b4a6de-b255-4526-9424-cafcc8b9bf88>.
37. Instituto de Salud Pública de Chile. Guía para la selección y control de equipos de protección respiratoria. Departamento de Salud Ocupacional. 2008;(2): 5 - 6.
38. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Reglamento Técnico para Evaluación de Humos Metálicos de Soldadura. Reglamento Técnico. Bogotá: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Salud Ocupacional; 2002.
39. Clark County School District. Programa de Protección Respiratoria 29 CFR 1910.134. [Online]. [cited 2022 marzo 15. Available from: <https://ccsd.net/resources/risk-and-insurance-services/respiratory-protection-program-10082020-sp.pdf>.
40. Universidad de California. Manual de Protección Respiratoria. [Online].; 2008 [cited 2022 marzo 20. Available from: <https://safety.ucanr.edu/files/3175.pdf>.
41. Occupational Safety and Health Administration. [Online].; 2022 [cited 2022 marzo 25 [Norma de Protección Respiratoria correspondiente de la OSHA]. Available from: <https://www.osha.gov/video/respiratory-protection/general-industry/transcript-sp>.
42. Bernal Torres CA. Metodología de la investigación. Tercera edición ed. Fernández Palma O, editor. Bogotá D.C.: Pearson Educación de Colombia Ltda; 2010.
43. Sánchez Carlessi H, Reyes Meza. Metodología y diseños en la investigación científica Lima: Busines Support Aneth S.R.R.; 2015.

44. Roser Bono Cabré. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. [Online].; 2012 [cited 2022 marzo 26. Available from: <http://hdl.handle.net/2445/30783>.
45. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la Investigación. 6th ed. Mxico: Mc Graw Hill Education; 2016.
46. Hernández-Sampieri DR, Mendoza Torres DCP. Metodologia de la investigacion. Primera ed. Rocha M, editor. Ciudad de Mexico: McGraw-Hill Interamericana, SA de CV; 2018.
47. Tamayo y Tamayo M. El Proceso de la Investigación científica México D.F.: Editorial Limusa S.A.; 1997.
48. Hernando MdC. Tesis. Alcala de Henares; 2014 [cited 2018 06 10 [Tesis Doctoral]. Available from: <http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/25744/Tesis%20Carmen%20Hernando%20Vivar.pdf?sequence=1>.
49. ABENGOA. Sistema de Gestion de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA). Data Historica. Tacna: ABENGOA; 2020.
50. Huamani Qquehue JO, Paucara Alvarez ME. Repositorio Institucional de la UTP. [Online].; 2019 [cited 2022 febrero 01. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2299>.
51. X BBEMyFD. Estudio exploratorio II: Identificación de nanopartículas en procesos industriales de soldadura y de minería. Revista Ciencia & Trabajo. 2016 febrero; 18(55): 28-36.
52. De la Garza J. , Morales B. , González B.. Análisis estadístico multivariable Mexico: McGraw-Hill; 2013.
53. LHH. Las buenas prácticas laborales en las empresas. LHH DBM. 2018 julio.
54. Ortega-Bonilla, Alejandra , Hernández Gómez, María Gabriela. Repositorio Centroamericano SIIDCA - CSUCA. [Online].; 2019 [cited 2022 marzo 12. Available from: <https://hdl.handle.net/2238/10688>.

**ANEXOS:**

**ANEXO N° 01:**

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>General</b> ¿Cuál es el efecto de un programa de protección respiratoria; en la incidencia de las enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A. Toquepala – Periodo 2021?</p> <p><b>Específicos</b> ¿Cuál es el efecto en la disminución de días de descanso médico antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021?</p>	<p><b>General</b> Identificar el efecto de un programa de protección respiratoria; en la incidencia de las enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.</p> <p><b>Específicos</b> Evaluar el efecto en la disminución de días de descanso médico antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.</p>	<p><b>General</b> Si se implementa el programa de protección respiratoria, se disminuirá el número de enfermedades ocupacionales por la exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Periodo 2021.</p> <p><b>Específicos</b> Después de la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Período 2021; disminuirá el número de días de descansos médicos.</p>	<p><b>V. Independiente:</b>  Programa de protección respiratoria</p>	<p>Selección de equipo de protección respiratoria individual</p> <p>Buenas prácticas en actividades de soldadura</p>		<p><b>Tipo:</b> Cuantitativo, aplicativo-explicativo</p> <p><b>Diseño:</b> Cuasi-experimental.</p> <p><b>Dónde:</b> En la empresa Abengoa S.A. en la Unidad Minera de Toquepala - Tacna</p> <p><b>Población:</b></p> <p><b>Muestra:</b> Conformada por un total de 420 trabajadores del área de soldadura de la empresa</p>

<p>¿Cuál es el efecto en la disminución de atenciones médicas por exposición a humos y gases metálicos antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021?</p>	<p>Evaluar el efecto en la disminución de las atenciones médicas por exposición a humos y gases metálicos antes y después de la implementación del programa de protección respiratoria en los trabajadores de la empresa Abengoa S.A., Toquepala, Período 2021.</p>	<p>Después de la implementación del programa de protección respiratoria en la empresa Abengoa S.A.; Toquepala, Período 2021; disminuirá el número de atenciones médicas.</p>	<p><b>V. dependiente:</b></p> <p>Enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos</p>	<p>Descansos médicos</p> <p>Atenciones Médicas</p> <p>Enfermedades ocupacionales</p>	<p>Nº de días de descanso medico / año</p> <p>Nº de atenciones médicas / año</p> <p>Nº de Enfermedades ocupacionales / año</p>	<p>Abengoa S.A.,Toquepala.</p> <p><b>Técnica:</b> Observación de campo, análisis de contenido y data histórica de la empresa.</p> <p><b>Instrumento:</b> Formato de atención de salud. donde se registra la variable dependiente</p> <p>Fichas de cotejo.</p>
--	---	--	--	--	--	---

## ANEXO N° 02

### Consentimiento informado



#### I. PRESENTACIÓN:

Buen día Sr. somos estudiantes de la maestría en salud ocupacional y medio ambiente de la Universidad Nacional del Callao, actualmente estamos realizando una investigación titulada: “Implementación de un programa de protección respiratoria; para disminuir las enfermedades ocupacionales por exposición a humos y gases metálicos en la empresa Abengoa s.a., Toquepala, periodo 2021”, que servirá para optar el grado de maestro en salud ocupacional y medio ambiente, con ese fin solicito su participación voluntaria en el estudio. Su participación será completamente anónima, en ningún momento se afectará su bienestar físico ni psicológico.

#### **¿Desea participar en el estudio?**

Si ( ) No ( )

Al aceptar su participación en el estudio, se procederá a la firma del presente documento. Muchas gracias.

.....  
FIRMA

## ANEXO N° 03

### Base de datos de la implementación del programa de protección respiratoria

Meses	Período 2020 antes			Período 2021 después		
	Total de Días de Descanso o médico	Total de Número de Atenciones médicas	Total de Número de Enfermedades Ocupacionales	Total de Días de Descanso o médico	Total de Número de Atenciones médicas	Total de Número de Enfermedades Ocupacionales
Enero	50	37	10	28	23	9
Febrero	42	31	10	25	19	10
Marzo	24	18	9	19	13	8
Abril	13	10	7	14	9	7
Mayo	9	8	6	8	6	6
Junio	15	13	8	10	8	5
Julio	34	24	9	15	8	6
Agosto	44	33	10	10	6	5
Setiembre	48	35	10	9	5	4
Octubre	43	32	10	11	6	5
Noviembre	51	38	10	11	7	6
Diciembre	40	28	10	6	5	5

Fuente: Elaboración propia en función a la data de la Empresa Abengoa S.A., 2020 al 2021

ANEXO N° 03:

Formato de atención de salud

<b>ABENGOA</b>							<b>Formato de atención de salud</b> <b>Registro de atención medica</b>	Código: SO-001 Versión:01 Fecha:15/11/2018
Item	Fecha	Apellidos y Nombres	Edad	DNI	Puesto	Diagnostico	Descanso medico/Días	
Total de Atenciones Medicas						Total Días de descanso medico		

## ANEXO N° 04:

### Programa de Protección Respiratoria: Estructura del Procedimiento Ejecutivo

Procedimiento Ejecutivo: “Selección del equipo de protección individual para actividades de soldadura por arco eléctrico” y “Buenas prácticas para el desarrollo de actividades de soldadura”

1. Objetivo
2. Alcance
3. Documentos de referencia
4. Responsabilidades
6. Procedimiento
  - 6.1 Medidas Generales de Prevención
  - 6.2 Actividades Previas.
  - 6.3 Ejecución de la Actividad.
7. Restricciones y medidas preventivas
8. Anexos

## ANEXO N° 05:

### 5.1. Resultados descriptivos

Análisis descriptivos de variable dependiente y dimensiones antes y después de la aplicación del programa de protección respiratoria.

- **Variable dependiente: Número de enfermedades ocupacionales**

Tabla 5.1 Número de enfermedades ocupacionales registradas antes y después de la implementación del Programa de Protección Respiratoria, en la empresa Abengoa. S.A., Toquepala, período 2020 al 2021.

Enfermedad	2020	%	2021	%
Cefalea	52	15.90	15	13.04
Dolor de garganta	31	9.48	10	8.70
Gastroenteritis	35	10.70	22	19.13
Rinofaringitis aguda	47	14.37	10	8.70
Conjuntivitis	28	8.56	16	13.91
Rinitis	50	15.29	23	20.00
Síndrome febril	13	3.98	2	1.74
Síndrome vertiginoso	10	3.06	3	2.61
Bronquitis	20	6.12	4	3.48
Tos	21	6.42	10	8.70
TOTAL	307	100.00	115	100.00

Fuente: Elaboración propia en función a la data de la Empresa Abengoa S.A., 2020 al 2021

En esta tabla podemos observar que con respecto a Cefalea del año 2020, antes de la aplicación del programa de protección respiratoria, se tiene 52 registros con este síntoma, a comparación del año 2021 (después del programa), este ha descendido a 15 registros; así mismo con respecto a Síndrome febril se observa que se tiene 13 registros en el año 2020 (antes del programa), a diferencia del año 2021 que desciende a solo 2 registros, esto después de la aplicación del programa de protección. De manera general se observa que antes de la aplicación del programa (2020) se tiene registrados a 307 signos y síntomas, a comparación del año 2021 (después del programa) este desciende a 115, es decir ha descendido en un 65% las manifestaciones de estas enfermedades, signos y síntomas.

- **Dimensión: Número de días de descanso medico**

Tabla 5.2 Número de días de descanso médico registrado antes y después de la implementación del Programa de Protección Respiratoria en la empresa Abengoa S.A., Toquepala período 2020.

Meses	2020	%	2021	%
Enero	50	12.11	28	16.87
Febrero	42	10.17	25	15.06
Marzo	24	5.81	19	11.45
Abril	13	3.15	14	8.43
Mayo	9	2.18	8	4.82
Junio	15	3.63	10	6.02
Julio	34	8.23	15	9.04
Agosto	44	10.65	10	6.02
Setiembre	48	11.62	9	5.42
Octubre	43	10.41	11	6.63
Noviembre	51	12.35	11	6.63
Diciembre	40	9.69	6	3.61
TOTAL	413	100	166	100

Fuente: Elaboración propia en función a la data de la Empresa Abengoa S.A., 2020 al 2021

En esta tabla podemos observar que el mes con más días de descanso medico fue noviembre del 2020, antes de la aplicación del programa de protección respiratoria, se tiene 51 días de descanso médico, a comparación del año 2021 (después del programa), este ha descendido a 11 días de descanso medico; así mismo con respecto al mes con menos días de descanso medico fue MAYO donde se tiene 9 días de descanso medico en el año 2020 (antes del programa), no hay mucha diferencia del año 2021 que presenta 8 días de descanso médico. De manera general se observa que antes de la aplicación del programa (2020) se tiene registrados 413 días de descanso médico, que en promedio hace 34,4 días/mes, a comparación del año 2021 (después del programa) este desciende a 116, que en promedio hace 9,6 días / mes, es decir ha descendido en un 28% los días de descanso médico.

- **Dimensión: Número de atenciones medicas**

Tabla 5.3 Número de atenciones médicas registradas antes de la implementación del Programa de Protección Respiratoria, en la empresa Abengoa S.A., Toquepala, período 2020.

Meses	2020	%	2021	%
Enero	37	8.96	23	20.00
Febrero	31	7.51	19	16.52
Marzo	18	4.36	13	11.30
Abril	10	2.42	9	7.83
Mayo	8	1.94	6	5.22
Junio	13	3.15	8	6.96
Julio	24	5.81	8	6.96
Agosto	33	7.99	6	5.22
Setiembre	35	8.47	5	4.35
Octubre	32	7.75	6	5.22
Noviembre	38	9.20	7	6.09
Diciembre	28	6.78	5	4.35
TOTAL	307	74.33	115	100

Fuente: Elaboración propia en función a la data de la Empresa Abengoa S.A., 2020 al 2021

En esta tabla podemos observar que el mes con más número de atenciones médicas fue noviembre del 2020, antes de la aplicación del programa de protección respiratoria, se tiene 38 número de atenciones médicas, a comparación del año 2021 (después del programa), este ha descendido a 7 número de atenciones médicas; así mismo con respecto al mes con menos número de atenciones médicas fue MAYO donde se tiene 8 número de atenciones médicas en el año 2020 (antes del programa), no hay mucha diferencia del año 2021 que presenta 6 número de atenciones médicas. De manera general se observa que antes de la aplicación del programa (2020) se tiene registrados 307 números de atenciones médicas, que en promedio hace 25.6 atenciones médicas/mes, a comparación del año 2021 (después del programa) este desciende a 115 números de atenciones médicas, que en promedio hace 9,6 días / mes, es decir ha descendido en un 38% los números de atenciones médicas.

## ANEXO N° 06:

### 6.2. Análisis de normalidad

#### 6.2.1 Análisis de normalidad de la variable dependiente y dimensiones, del sistema antes de la aplicación del programa de protección respiratoria

Al realizar la prueba de la normalidad de las dimensiones: descanso médico y atenciones médicas, antes de la aplicación del programa de protección respiratoria para disminuir las enfermedades ocupacionales, se encontró los siguientes resultados, ver tabla 6.1.

Al analizar la dimensión de descanso médico y tomando en cuenta que la muestra es de 12 datos, se tiene que analizar el nivel de significancia con el estadístico de Shapiro-Wilk,, así lo indica Castor Guisande, al observar el nivel de significancia número de días de descanso médico, podemos afirmar que la dimensión es normal (sig= 0.068), según la teoría propuesta por Samuel Shapiro y Martin Wilk, menciona que la dimensión es normal, cuando el nivel de significancia es mayor a 0.05. por lo tanto, podemos afirmar contundentemente que este indicador de número de días de descanso medico es paramétrico.

**Tabla 6.1**  
**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes Descanso Medico_2020	,226	12	,090	,871	12	,068

a. Corrección de significación de Lilliefors

Con respecto a la segunda dimensión denominado número de atenciones médicas y considerando que la muestra es de 12 datos, se debe analizar el nivel de significancia con el estadístico de Shapiro-Wilk,, así lo indica Castor Guisande, al observar el nivel de significancia de número de atenciones médicas, podemos concluir que la dimensión es normal (sig= 0.136), según la teoría propuesta por Samuel Shapiro y Martin Wilk, indica que la dimensión es normal, cuando el nivel de significancia es mayor a 0.05. En consecuencia, podemos afirmar contundentemente que esta dimensión de atenciones médicas es paramétrica.

**Tabla 6.2**  
**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes_Atención Médica_2020	,193	12	,200*	,895	12	,136

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Con respecto a la variable dependiente denominado enfermedades ocupacionales, considerando que la muestra es de 12 datos, se debe analizar el nivel de significancia con el estadístico de Shapiro-Wilk,, así lo indica Castor Guisande, al observar el nivel de significancia de número de enfermedades ocupacionales, podemos concluir que la variable dependiente es no normal (sig= 0.002), según la teoría propuesta por Samuel Shapiro y Martin Wilk, indica que la variable dependiente es no normal, cuando el nivel de significancia es menor o igual a 0.05. Concluyendo, podemos afirmar contundentemente que esta variable dependiente número de enfermedades ocupacionales es no paramétrico.

**Tabla 6.3**  
**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SISTEMA ACTUAL DEL TOTAL DE NÚMERO DE ENFERMEDADES CUPACIONALES 2020	,330	12	,001	,730	12	,002

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### 6.2.2 Análisis de normalidad de la variable dependiente y dimensiones, del sistema después de la aplicación del programa de protección respiratoria.

Al realizar la prueba de la normalidad de las dimensiones: descanso médico y atenciones médicas, después de la aplicación del programa de protección respiratoria para disminuir las enfermedades ocupacionales, se encontró los siguientes resultados.

Al analizar la dimensión descansos médicos y tomando en cuenta que la muestra es de 12 datos, se tiene que analizar el nivel de significancia con el estadístico de Shapiro-Wilk,, así lo indica Castor Guisande, al observar el nivel de significancia de número de días de descanso médico, podemos afirmar que la dimensión es no normal (sig= 0.003), según la teoría propuesta por Samuel Shapiro y Martin Wilk, menciona que la dimensión en no normal, cuando el nivel de significancia es menor o igual a 0.05. por lo tanto, podemos afirmar contundentemente que esta dimensión descanso medico es no paramétrico.

**Tabla 6.4**  
**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Despues_Descanso Medico_2021	,290	12	,006	,761	12	,003

a. Corrección de significación de Lilliefors

Con respecto a la segunda dimensión denominado atenciones médicas y tomando en cuenta que la muestra es de 12 datos, se debe analizar el nivel de significancia con el estadístico de Shapiro-Wilk,, así lo indica Castor Guisande, al observar el nivel de significancia de número de atenciones médicas, podemos afirmar que la dimensión es normal (sig= 0.063), según la teoría propuesta por Samuel Shapiro y Martin Wilk, menciona que la dimensión es normal ,cuando el nivel de significancia es mayor a 0.05. por lo tanto, podemos afirmar contundentemente que esta dimensión de atenciones médicas es paramétrica.

**Tabla 6.5**  
**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Despues_Atención Médica_2021	,244	12	,048	,869	12	,063

a. Corrección de significación de Lilliefors

Con respecto a la variable dependiente denominado número de enfermedades ocupacionales, considerando que la muestra es de 12 datos, se debe analizar el nivel de significancia con el estadístico de Shapiro-Wilk,, así lo indica Castor Guisande, al observar el nivel de significancia del número de enfermedades ocupacionales, podemos concluir que la variable dependiente es normal (sig= 0.137), según la teoría propuesta por Samuel Shapiro y Martin Wilk, indica que la variable dependiente es normal, cuando el nivel de significancia es mayor a 0.05. Concluyendo, podemos afirmar contundentemente que esta variable dependiente número de enfermedades ocupacionales es paramétrico.

**Tabla 6.6**  
**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SISTEMA MEJORADO DEL TOTAL DE NÚMERO DE ENFERMEDADES CUPACIONALES2021	,239	12	,057	,895	12	,137

a. Corrección de significación de Lilliefors