



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y
ORDENAMIENTO TERRITORIAL
ESCUELA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE

Estudio de riesgos y propuesta de medidas preventivas para trabajos en fosas en talleres de soldadura en el rubro automotriz

PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y
MEDIO AMBIENTE

AUTOR:
RAMÍREZ ESTRADA, ROBERTO CARLOS

PROFESOR GUÍA:
TELLO MEZA, JOEL

SANTIAGO – CHILE
2023

Nota: 6.4



DEDICATORIA

Este proyecto y todo lo que significa esta etapa culmine, se lo dedico a todos los integrantes de mi familia que me apoyaron de una u otra forma en especial;

A mi madre Magali Estrada López, por su apoyo incondicional en todos los sentidos de la vida.

A mi padre Juan Ramírez Valdés, por su apoyo y poner límites cuando la falta de madurez se hizo presente.

A mi hermano Juan Ramírez Estrada, por su apoyo y ser un modelo a seguir hasta el presente.

A mi pareja Magdalena Robles Barrios, por su total entrega, apoyo y dedicación a nuestros proyectos de vida.

A mi hija perruna Minie Minini, por su amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermano, por siempre creer en mí, por su sacrificio para conmigo, brindándome la educación y cariño para lograr quien soy hoy en día.

A mi pareja por su cariño incondicional y por ser una de las principales motivadoras para cerrar este ciclo.

A mi profesor guía, Joel Tello, por su buena disposición a contribuir en el desarrollo de este proyecto.

A la universidad, UTEM, por brindarme la oportunidad de terminar este ciclo, luego de tanto tiempo de ausencia.

A los tres establecimientos que formaron parte de esta investigación, por tener la disponibilidad completa para la realización de este proyecto.

Autorización para la Reproducción de Trabajo de Titulación

1. Identificación del trabajo de titulación

Nombre del alumno: Roberto Carlos Ramírez Estrada.

E-mail: Ramirezestrada87@gmail.com

Título de la tesis

Estudio de riesgos y propuesta de medidas preventivas para trabajos en fosas en talleres de soldadura en rubro automotriz

Escuela: Prevención de Riesgos y Medio Ambiente Carrera: Ingeniería en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente

Título al que opta: Ingeniero en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente

2. Autorización de reproducción

Se autoriza la reproducción total o parcial de este trabajo de titulación, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y su autor.

En consideración a lo anterior, se autoriza su reproducción de forma Inmediata A partir de la siguiente fecha: _____ (mes/año)



Fecha: _____ Firma: _____

Esta autorización se otorga en el marco de la ley N°17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la institución.

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	14
Planteamiento y justificación del problema.....	14
Tabla 1: Causa efecto del problema	15
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo general	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Generalidades	18
2.2 Tipos de espacios confinados.....	18
2.2.1 Clasificación según estructura.....	18
Tabla 2: Clasificación de espacios confinados según su estructura.....	19
2.2.2 Clasificación según atmosfera	19
2.3 Riesgos asociados a trabajos en espacios confinados.....	20
2.3.1 Riesgos generales u operacionales.....	21
2.3.2 Riesgos específicos	23
2.3.2.1 Exposición a ambientes con deficiencia de oxígeno	24
2.3.2.2 Exposición a ambientes con enriquecimiento de oxígeno.	27
2.3.2.3 Exposición a sustancias tóxicas de diferente origen.....	28
2.3.3 Incendio y explosión debido a sustancias químicas inflamables de diferente origen.	37
2.3.3.1 Límites de explosividad	38
2.3.3.2 Temperatura de ignición o autoignición.....	40
2.4 Trabajos de soldadura	40
2.4.1 Soldadura por arco eléctrico	41
2.4.1.1 Clasificación de electrodos	42
2.4.1.2 Cables (Conductores)	48
2.4.2 Soldadura oxiacetilénica.....	49
2.4.2.1 Llama oxiacetilénica.	50
2.4.2.2 Tipos de llama	51
2.4.2.3 Ajuste de llama	52

2.4.2.4	Ventajas y aplicaciones del proceso	53
2.4.3	Riesgos y factores de riesgo	53
2.4.3.1	Exposición ocupacional a humos de soldadura.....	54
2.4.3.2	Contaminantes en humos de soldadura.....	55
2.5	Normativa.....	59
2.5.1	Ley N.º 16.744	59
2.5.2	D.S. 594.....	59
2.5.3	Ley N.º 20.001	59
2.5.4	D.S. 63.....	60
2.2.5	D.S. 40.....	60
2.2.6	NCh. 2928	61
2.2.7	NCh. 1692	61
2.2.8	NCh. 1466	61
2.2.9	NCh. 1467	61
3.	METODOLOGIA.....	62
3.1	Recolección de información.	62
3.2	Estructuración de herramientas de evaluación de riesgos.	63
3.3	Inspección en terreno.	63
3.4	Evaluación y medidas preventivas.....	63
4.	RESULTADOS	64
4.1	Recolección de información	64
4.1.1	Criterios de selección de muestra	64
4.1.2	Establecimientos muestra	65
4.1.3	Criterios de Elección de EPP.....	66
4.1.3.1	Filtros para soldaduras (Protección ocular).....	66
4.1.4	Contaminantes de la atmosfera de trabajo.....	69
4.1.4.1	Humos de soldadura	69
4.1.4.2	Composición Humos de soldadura.....	72
4.1.4.3	Gases emitidos por vehículos.....	82
4.1.4.4	Resumen de posibles contaminantes presentes en la atmosfera de trabajo por trabajos de soldadura.....	84
4.2	Herramientas de evaluación de riesgos.	87
4.2.1	Entrevistas a trabajadores.....	87

4.2.1.1	Análisis de los resultados de la entrevista realizada a los	87
4.2.1.2	Análisis de los resultados de la entrevista realizada a los trabajadores.....	92
4.2.2	Análisis Check list Elementos de Protección Personal (ANEXO 1).	99
4.2.3	Análisis Check list: Equipo sistema soldadura arco manual (ANEXO 2).....	102
4.2.4	Check list: Equipo sistema soldadura Oxiacetilénica (ANEXO 3).	104
4.3	Evaluación y medidas preventivas.....	105
4.3.1	Evaluación de riesgos	105
4.3.2	Medidas preventivas	109
4.3.2.1	Estructura de medidas preventivas	109
5.	CONCLUSIONES	125
6.	RECOMENDACIONES	126
7.	BIBLIOGRAFIA	127
8.	ANEXOS	129
	Anexo 1: Modelo check list EPP trabajos de soldadura aplicado	129
	Anexo 2: Modelo Check list Equipo sistema soldadura arco manual aplicado	132
	Anexo 3: Modelo Check list Equipo sistema soldadura oxiacetilénica	135
	Anexo 4: Modelo check list Tipos de riesgo aplicado	138
	Anexo 5: Modelo de entrevista aplicado.....	142
	Anexo 6: Modelo de encuesta aplicado	145
	Anexo 7: Modelo Permiso de entrada a espacios confinados.....	147

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Causa efecto del problema	15
Tabla 2: Clasificación de espacios confinados según su estructura.....	19
Tabla 3: Consecuencia según clase.....	20
Tabla 4: Riesgos generales u operacionales	21
Tabla 5: Relación entre la concentración de oxígeno y sus efectos en la salud	26
Tabla 6: límites permisibles ponderados y temporales para las	29
Tabla 7: Tipos de aporte y su clasificación AWS	43
Tabla 8: Nomenclatura para electrodos clasificación AWS A5.1	43
Tabla 9: Valores tercer dígito de la nomenclatura para AWS A5.1	44
Tabla 10: Tipo de revestimiento, corriente y polaridad en electrodos.....	46
Tabla 11: Evaluación aproximada de la sección requerida.....	49
Tabla 12: Riesgos y factores de riesgos en el proceso de soldar	53
Tabla 13: Contaminantes procedentes del metal base de las piezas	55
Tabla 14: Contaminantes procedentes del recubrimiento de las piezas.....	56
Tabla 15: Contaminantes procedentes de los materiales de aporte.....	57
Tabla 16: Contaminantes procedentes del aire y sus posibles impurezas	58
Tabla 17: Taller el Condor	65
Tabla 18: Escapes Jorge	66
Tabla 19: Escapes Carlitos.....	66
Tabla 20: Requisitos de transmitancia de los filtros.....	67
Tabla 21: Escalas* de protección para soldadura con gas y soldadura blanca.....	68
Tabla 22: Escala* protección para el oxicorte	68
Tabla 23: Escalas de protección para la soldadura y el corte con arco.....	69
Tabla 24: Producción de polvo metálico por soldaduras “Taller el cóndor”.	70
Tabla 25: Producción de polvo metálico por soldaduras “E.J. Escapes Jorge”.	71
Tabla 26: Producción de polvo metálico por soldaduras “Escapes Carlitos”.....	71
Tabla 27: Materiales utilizados “Taller el cóndor”	72
Tabla 28: Contaminantes generados por metal base “Taller el cóndor”.....	73
Tabla 29: Contaminantes generados por recubrimiento de las piezas.....	73
Tabla 30: Contaminantes generados por el material de aporte “Taller el	74

Tabla 31: Contaminantes generados a partir del aire “Taller el cóndor”	74
Tabla 32: Materiales utilizados “Taller el cóndor”	74
Tabla 33: Contaminantes generados por el material de aporte “Taller el	75
Tabla 34: Materiales utilizados “E.J. Escapes Jorge”	76
Tabla 35: Contaminantes generados por metal base “E.J. Escapes Jorge”	76
Tabla 36: Contaminantes generados por recubrimiento de las piezas.....	77
Tabla 37: Contaminantes generados por el material de aporte “E.J. Escapes	77
Tabla 38: Contaminantes generados a partir del aire “E.J. Escapes Jorge”	78
Tabla 39: Materiales utilizados “E.J. Escapes Jorge”	78
Tabla 40: Contaminantes generados por el material de aporte “E.J.	79
Tabla 41: Materiales utilizados “Escapes Carlitos”	79
Tabla 42: Contaminantes generados por metal base “Escapes Carlitos”.	80
Tabla 43: Contaminantes generados por recubrimiento de las piezas.....	80
Tabla 44: Contaminantes generados por el material de aporte “Escapes.....	81
Tabla 45: Contaminantes generados a partir del aire “Escapes Carlitos”	81
Tabla 46: Materiales utilizados “Escapes Carlitos”	81
Tabla 47: Contaminantes generados por el material de aporte “Escapes.....	82
Tabla 48: Contaminantes emitidos por vehículos y sus efectos.	83
Tabla 49: Contaminantes por metal base a soldar	84
Tabla 50: Contaminantes por recubrimiento de piezas a soldar	84
Tabla 51: Contaminantes por material de aporte	85
Tabla 52: Contaminantes formados a partir del aire	85
Tabla 53: Riesgos para la salud de contaminantes identificados por trabajos.....	85
Tabla 54: Entrevista “Taller el cóndor”	87
Tabla 55: Entrevista “E.J. Escapes Jorge”	89
Tabla 56: Entrevista “Escapes Carlitos”	90
Tabla 57: Número de encuestas realizadas.	92
Tabla 58: Resultados pregunta número 1:.....	92
Tabla 59: Resultados pregunta número 2.....	93
Tabla 60: Resultados pregunta número 3.....	94
Tabla 61: Resultados pregunta número 4.....	95
Tabla 62: Resultados pregunta número 5.....	96
Tabla 63: Resultados pregunta número 6.....	97

Tabla 64: Resultados pregunta número 7.....	98
Tabla 65: Cumplimiento exigencias mínimas de EPP para trabajos en.....	99
Tabla 66: Cumplimiento exigencias mínimas de EPP para trabajos en.....	101
Tabla 67: Riesgos específicos en fosas de trabajo	106
Tabla 68: Riesgos generales en fosa de trabajo.....	107
Tabla 69: Caudal de acetilenos en relación al número de boquilla	115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 2: Triangulo del fuego - Ejemplo Explosión	38
Figura 3: Ejemplo Limites Explosivos Acetona	39
Figura: 4 Grafica de ignición. Temperatura de ignición vs longitud cadena de	40
Figura 5: Esquema sistema arco manual	41
Figura 6: Acción de electrodo.....	42
Figura 7: Posiciones en soldaduras.....	45
Figura 8: Sistema oxiacetilénico	49
Figura 9: Proceso de soldadura oxigas con material de aporte.....	50
Figura 10: Esquema de una llama oxigas.....	51
Figura 11: Tipos de llama.....	52
Figura 12: Recoleta entre comunas de Santiago.	65
Figura 13: Grafico resultados pregunta número 1	92
Figura 14: Grafico resultados pregunta número 2.	93
Figura 15: Grafico resultados pregunta número 3.	94
Figura 16: Grafico resultados pregunta número 4.	95
Figura 17: Grafico resultados pregunta número 5.	96
Figura 18: Grafico resultados pregunta número 6.	97
Figura 19: Grafico resultados pregunta número 7.	98
Figura 20: Ventilación focalizada	112
Figura 21: Extractor móvil auto filtrante para humos de soldadura	112

RESUMEN

El siguiente proyecto tiene como objetivo, el estudio de riesgos de trabajos en fosas (espacio confinado) en talleres de soldadura en el rubro automotriz, específicamente en la reparación y cambio de los sistemas de escape de gases en automóviles. Y en base a los resultados obtenidos, la generación de un sistema de medias preventivas para este tipo de trabajos.

Se estableció un método de investigación basado en listas de chequeo, entrevistas y visitas a terreno, con el fin de identificar tanto los riesgos específicos, como los riesgos generales a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores en este tipo de establecimientos.

Se tomaron como muestra tres establecimientos que desarrollan trabajos de soldadura dentro de fosas y se identificó la composición de los humos de soldadura generados, en base a los elementos presentes en cuatro categorías; material base de las piezas a soldar, recubrimiento de las piezas a soldar, material de aporte y contaminantes generados a partir del aire. Con lo anterior se logró identificar los diferentes contaminantes que podrían estar presente en la atmosfera de trabajo y los efectos que estos podrían generar en la salud del trabajador.

Finalmente, una vez identificados los riesgos y cuantificado los niveles de conocimiento de los trabajadores involucrados en los tres establecimientos estudiados, se presenta un propuesta de medias preventivas el cual tiene como estructura diez puntos clave, como lo son el permiso de entrada a espacios confinados, aseguramiento del espacio confinado, ventilación, elementos de protección persona, planificación de situaciones de emergencia, control de salud, capacitaciones, entre otros.

ABSTRACT

The objective of the following project is to study the risks of working in pits (confined space) in welding shops in the automotive sector, specifically in the repair and change of exhaust gas systems in automobiles. And based on the results obtained, the generation of a system of preventive measures for this type of work.

An investigation method based on checklists, interviews and field visits was established, in order to identify both the specific risks and the general risks to which workers in this type of establishment are exposed.

Three establishments that carry out welding work inside pits were taken as a sample and the composition of the generated welding fumes was identified, based on the elements present in four categories; base material of the pieces to be welded, coating of the pieces to be welded, filler material and contaminants generated from the air. With the above, it was possible to identify the different contaminants that could be present in the work atmosphere and the effects that these could generate on the worker's health.

Finally, once the risks have been identified and the levels of knowledge of the workers involved in the three establishments studied have been quantified, a proposal for preventive measures is presented, which has ten key points as a structure, such as the permit to enter confined spaces, Confined space assurance, ventilation, personal protection elements, emergency situation planning, health control, training, among others.

1. INTRODUCCIÓN

Planteamiento y justificación del problema

Un alto porcentaje de empresas en Chile presenta dentro de sus actividades, labores que implican trabajos en espacios confinados, los cuales están representado por diferentes estructuras o sistemas. Para lo que se refiere en este trabajo definiremos un espacio confinado, como un espacio que por su diseño presenta un numero limitada de aberturas de entradas y salidas que cuenta con una ventilación desfavorable que podría contener o generar altas concentraciones de contaminantes en el aire, no estando destinado para la presencia continua de trabajadores en su interior.

Los trabajos en espacios confinados presentan comúnmente características especiales que obligan desde el punto de vista de la prevención de riesgos, a tomar medidas para controlar los peligros que podrían afectar la salud o la integridad física de quienes realicen actividades en estos espacios. Dentro de estas características, los efectos nocivos que se pueden identificar con mayor regularidad son atmosferas toxicas, explosivas, inflamables, deficiencia de oxígeno, insuficiente iluminación, problemas ergonómicos, más riesgos generales u operacionales que dependerán normalmente de las actividades y procedimientos que se realicen en el interior.

Según datos de la NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, EEUU) alrededor de 200 muertes anuales se producen debido al trabajo en espacios confinados de los cuales un 60 por ciento de los fallecidos corresponden a rescatistas potenciales que intentaban salvar a una víctima que había quedado inconsciente.

Como fue mencionado anteriormente, los trabajo en espacios confinados conllevan una gran variedad de peligros, los cuales implican un alto riesgo para la salud de los trabajadores y nos obliga tomar medidas muy exigentes a la hora de identificarlos. Según la OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional,

EEUU) EL 85% de los accidentes en espacios confinados podría ser evitado si el trabajador estuviese informado sobre los peligros que implica el desempeño en estos ambientes, lo que se suma a que gran parte de estos accidentes ocurren en trabajos no rutinarios y de corta duración, lo cuales no están programados. En consecuencia, los trabajos en espacios confinados representan riesgos que anualmente aportan un número importante de accidentes, los cuales pueden llegar a ser fatales.

Con lo anterior podemos determinar que los riesgos existentes al momento de la ejecución de trabajos en espacios confinados, no están siendo identificados correctamente y/o informados al trabajador de manera clara y oportuna, lo que genera accidentes, enfermedades laborales y por ende consecuencias.

Tabla 1: Causa efecto del problema

CAUSA	No utilización de los E.P.P adecuados para el trabajo a realizar	No realización de mediciones del aire antes y durante la ejecución del trabajo	Falta de personal de apoyo, supervisión y planificación del trabajo
PROBLEMA	NO IDENTIFICAR DE MANERA CORRECTA LOS RIESGOS EXISTENTES EN LOS TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS Y/O NO INFORMAR ESTOS DE MANERA OPORTUNA A LOS TRABAJADORES		
EFECTO	Aumento en la probabilidad de accidentes, enfermedades laborales y por ende sus consecuencias	Inhalación de gases existentes en la atmosfera del espacio confinado o generados por la propia actividad	Aumenta la gravedad en las consecuencias de los accidentes en espacios confinados

Ya que, los trabajos en espacios confinados implican un riesgo tanto para la salud y seguridad del trabajador, se hace de vital importancia identificar los riesgos asociados a los trabajos que se realicen en este tipo de espacios y establecer metodologías apropiadas que se ajusten a la normativa vigente, lo cual puede hacer la diferencia entre un trabajo bien ejecutado o un accidente.

Por esto, el presente proyecto busca identificar riesgos de trabajos en espacios confinados, específicamente trabajos de soldadura en pozos o fosas, enfocados en el rubro automotriz. Realizando la comparación de resultados obtenidos en tres establecimientos, los cuales utilizan al menos uno de estos dos sistemas de soldadura:

- Sistema de soldadura arco manual.
- Sistema de soldadura oxiacetilénica.

Consultando los diferentes documentos técnicos y normativas vigentes referentes al establecimiento de directrices para lograr la identificación de los riesgos específicos y generales u operacionales de manera eficaz, se generarán las medidas preventivas necesarias que para los ingresos a los espacios confinados estudiados sean lo más seguros posible para el personal involucrado.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Identificar los riesgos de trabajos realizados en talleres de soldaduras en fosas en rubro automotriz, y generar sus respectivas medidas preventivas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar y determinar los riesgos en espacios confinados y su repercusión en la salud y seguridad de los trabajadores.
- Realizar una comparativa con los resultados obtenidos en las distintas áreas estudiadas.
- Confeccionar un plan de medidas preventivas para el ingreso seguro a los espacios confinados estudiados.

2. MARCO TEÓRICO

En el presente marco teórico, se dispondrán los fundamentos en cuanto a trabajos en espacios confinados y trabajos en soldadura, para así lograr una mejor comprensión del estudio.

2.1 Generalidades

Los espacios confinados pueden presentar múltiples riesgos para la salud y seguridad de cualquier persona que este expuestos a estos, los riesgos presentes pueden ser consecuencia de uno o más de los siguientes factores:

- Diseño, construcción, localización o atmosfera.
- Los materiales y sustancias que contiene.
- Tipos de procesos / actividades que se desarrollen.

2.2 Tipos de espacios confinados

Los espacios confinados se pueden clasificar principalmente por 2 aspectos, detallándose en los puntos 2.2,1 y 2.2.2 del presente estudio.

2.2.1 Clasificación según estructura

Atendiendo a las características estructurales y de forma general, se pueden distinguir 2 tipos de espacios confinados:

- Espacios confinados abiertos por su parte superior y de una profundidad tal que dificulta la ventilación natural de esta misma
- Espacios confinados cerrados con una pequeña apertura de entrada y salida

Tabla 2: Clasificación de espacios confinados según su estructura

Abierto por su parte superior y con un diseño tal que dificulta su ventilación natural	Cerrados con una pequeña apertura de entrada y salida
<ul style="list-style-type: none"> • Pozos • Cubas de fermentación • Fosas sépticas • Fosas de engrase de vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cisternas de transporte • Alcantarillas o cloacas • Silos y tanques de almacenamiento • Reactores y calderas • Pozos • Hornos • Cámaras de registros • Bodegas de barco • Ductos subterráneos

Fuente: Ministerio de Salud (2016). Instituto de Salud Pública. Guía para los trabajos en espacios confinados.

2.2.2 Clasificación según atmosfera

Los espacios confinados también se pueden clasificar de acuerdo las características de su atmosfera, principalmente según sus niveles de oxígeno y condiciones de inflamabilidad.

- **CLASE A:** Porcentaje de oxígeno menor al 16% e inflamabilidad mayor o igual a un 20% del Limite Explosivo Inferior detectado (LEL)
- **CLASE B:** Porcentaje de oxígeno entre un 16% y 19.4% e inflamabilidad entre un 10 y 19% del LEL.
- **CLASE C:** Porcentaje de oxígeno igual o levemente mayor a 19.5% e inflamabilidad menor a un 10% del LEL.

Según las características de la CLASE A, B Y C, se puede inducir lo siguiente en cuanto a la clasificación:

Tabla 3: Consecuencia según clase

CLASE A	Existe un alto riesgo para la salud y seguridad de quienes estén expuestos a esta atmosfera, con un resultado potencialmente fatal.
CLASE B	Alta probabilidad de ocasionar daños a la salud y enfermedades si las medidas preventivas no son ejecutadas, aunque no es inmediatamente peligroso.
CLASE C	El peligro potencial no requerirá ninguna modificación especial al procedimiento normal de trabajo.

Fuente: Ministerio de Salud (2016). Instituto de Salud Pública. Guía para los trabajos en espacios confinados.

2.3 Riesgos asociados a trabajos en espacios confinados

Los riesgos en este tipo de espacios son múltiples, y debido a sus características estructurales, sustancias presentes, niveles de oxígeno, inflamabilidad, etc. Estos riesgos pueden tomar una connotación especial, por lo que cualquier omisión o error en la identificación, evaluación y medidas preventivas, pueden desencadenar consecuencias graves para quienes estén expuestos a este tipo de espacios, consecuencias incluso fatales.

Aunque los riesgos se asocian principalmente con las condiciones atmosféricas (riesgos específicos) presente en los espacios confinados, también existen otros tipos de riesgos los cuales son agrupados como riesgos de tipo general u operacional.

Según lo establecido en los Artículos 53 y 54 del D.S 594 El empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libres de todo costo y cualquiera sea la función que éstos desempeñen en la empresa, los elementos de protección personal que cumplan con los requisitos, características y tipos que exige el riesgo a cubrir y la capacitación teórica y práctica necesaria para su correcto empleo debiendo, además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte el

trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo. Los elementos de protección personal usados en los lugares de trabajo, sean éstos de procedencia nacional o extranjera, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que rijan a tales artículos según su naturaleza, de conformidad a lo establecido en el decreto N.º 18, de 1982

2.3.1 Riesgos generales u operacionales

Este tipo de riesgos hace alusión a los riesgos que no tienen relación con la atmosfera al interior de un espacio confinado, y que se deben comúnmente a las deficientes condiciones materiales en que se encuentra el espacio confinado como lugar de trabajo. Entre estos riesgos se destacan:

Tabla 4: Riesgos generales u operacionales

riesgos	Descripción / Ejemplo
Atrapamiento	Este se produce cuando una persona o parte de su cuerpo es enganchado o aprisionado por mecanismo de las maquinas, entre objetos, piezas o materiales. Ejemplos, atrapamiento de extremidades en portones o puertas, cajas de herramientas o cajones de mobiliario de oficina.
Cortes	Heridas producidas por acción de un instrumento o partes cortantes, entre ellos se encuentran, tijeras, cuchillos, bordes de latas, cierras, manipulación de artículos de oficina, entre otros.
Golpes por	Corresponde a un golpe ocasionado por un objeto inanimado que se mueve hacia el trabajador, sin embargo, este no tiene ningún control sobre el objeto. Caídas de objetos por desplome o manipulación, por ejemplo, desprendimiento de equipos o herramientas entre otros factores

<p>Golpes con</p>	<p>Corresponde a un golpe ocasionado por un objeto inanimado que se mueve hacia el trabajador y que este se encuentra manipulando, lo cual produce un golpe. Estos pueden ser ocasionados por la mala manipulación de herramientas como martillos, combos, llaves inglesas, entre otros.</p>
<p>Manejo o manipulación de carga</p>	<p>Cualquier labor que requiera principalmente el uso de fuerza humana para levantar, sostener, colocar, empujar, portar, desplazar, descender, transportar o ejecutar cualquier otra acción, que permita poner en movimiento o detener un objeto. (D.S. n°63. Artículo 6, Letra b). El principal efecto es dolor lumbar pero también se pueden ver afectadas comúnmente articulaciones de hombros, rodillas y tobillos.</p> <p>Peso máximo para manejo o manipulación sin ayuda mecánica es de 25 kilos para hombre mayores de edad y 20 kilos para mujeres y menores de edad (D.S n°40 Artículo 2 y 3)</p>
<p>Caídas del mismo nivel</p>	<p>Son todas aquellas caídas que suceden en un lugar de paso, una superficie de trabajo y/o sobre o contra objetos. En donde la diferencia de altura desde donde comenzó la caída y el lugar de detención es igual a cero</p>
<p>Caídas de distinto nivel</p>	<p>Las caídas de distinto nivel ocurren desde alturas (andamios, pasarelas, pozos, alcantarillas, escaleras fijas o mecánicas, etc.). En donde la diferencia de altura desde donde comenzó la caída y el lugar de detención es diferente a cero. Estas caídas a nivel mundial aportan una de las mayores cifras de accidentes graves y/o fatales.</p>
	<p>Se refiera a picaduras de insectos, arañas, roedores, etc., además de la presencia de paracitos, virus,</p>

Riesgos biológicos	bacterias u hongos que pueden originar una enfermedad al trabajador.
Riesgo eléctrico	El contacto de un trabajador con fuentes de energía eléctrica puede causar daños graves como asfixia, quemaduras, fibrilación ventricular, e incluso la muerte. Pueden ser ocasionados por contactos eléctricos a través herramientas o conexiones en mal estado, así como contactos indirectos con partes transmisoras que accidentalmente puedan estar electrificadas.
Riesgos ergonómicos	Malas posturas de trabajo y posible fatiga por exposición a un ambiente físico agresivo con presencia de temperaturas extremas, deficientes condiciones de calidad y cantidad lumínica, ruidos y vibraciones por el accionar de máquinas y/o herramientas (martillos neumáticos, amoladoras rotativas, máquinas de soldar, herramientas de corte eléctricas, entre otras.
Quemaduras	Provocadas por malas maniobras o accidentes durante el desarrollo propio del trabajo, por ejemplo, trabajos con soldaduras, tocar involuntariamente piezas calientes como tubos de escape de automóviles, materiales electrificados, etc.

2.3.2 Riesgos específicos

Son todos aquellos riesgos asociados a las condiciones atmosféricas presentes en un espacio confinado, que, por sus características específicas, pueden desencadenar consecuencias graves o fatales para los trabajadores que allí se desempeñan.

Los límites permisibles de aquellos agentes físicos y químicos capaces de provocar efectos adversos serán regulados por lo estipulado en el D.S 594, TITULO IV.

En el caso en que una medición representativa de las concentraciones de sustancias contaminantes existentes en el ambiente de trabajo o de la exposición a agentes físicos, demuestre que han sido sobrepasados los valores que se establecen como límites permisibles, el empleador deberá iniciar de inmediato las acciones necesarias para controlar el riesgo en su origen.

Si no es factible implementar la o las medidas preventivas en su totalidad, el empleador deberá proteger al trabajador del riesgo residual entregándole la protección personal de acuerdo a lo establecido en el D.S 594, artículo 53. En cualquier caso, el empleador será responsable de evitar que los trabajadores realicen su trabajo en condiciones de riesgo para su salud.

Los principales riesgos específicos se presentan a continuación:

2.3.2.1 Exposición a ambientes con deficiencia de oxígeno

El oxígeno es un elemento esencial para los seres vivos; no solo porque está presente en la mayor parte de los compuestos y moléculas de lo forman, sino porque además interviene en todos sus procesos metabólicos, puesto que es imprescindible para el proceso aeróbico de la respiración celular.

El aire en condiciones normales, contiene entre otras sustancias 21% de oxígeno. Si este se reduce se producen síntomas de asfixia que se van agravando conforme disminuye este porcentaje, específicamente en concentraciones menores a 18% puede ocasionar asfixia y muerte del trabajador. Sin embargo, deberá considerarse que la disponibilidad real de oxígeno dependerá de la presión parcial de esta sustancia.

Estas condiciones se encuentran reguladas a nivel nacional por el D.S 594 sobre condiciones ambientales y sanitarias básicas en los lugares de trabajo del MINSAL, el cual establece que se prohíbe la realización de trabajos, sin la protección personal correspondiente, en ambientes en que la atmosfera contenga menos de 18% de oxígeno.

La presión de todos los gases que respiramos (oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono) es aproximadamente de 760 mm Hg a nivel del mar y el rango normal para

la presión parcial de oxígeno (O₂) a este nivel es de 75 a 100 mm Hg. En altitudes más altas, los aumentos en la presión atmosférica resultan en una caída en la presión de nuestros gases sanguíneos. Esto incluye la presión parcial de oxígeno. Cuanto más bajos sean los niveles, menos podremos mover el oxígeno de nuestros pulmones a nuestra sangre. Esto ayuda a explicar por qué algunas personas tienen problemas para respirar a mayor altitud, o incluso en vuelos comerciales donde la presión en la cabina es equivalente a estar a aproximadamente 4,000 a 10,000 pies sobre el nivel del mar.

La disminución de oxígeno en la atmósfera de un espacio confinado puede verse afectada no solo por la altura geográfica como fue explicado en el párrafo anterior, esta disminución también puede verse afectada principalmente por otros dos factores:

- **Desplazamiento del oxígeno por otros gases**

El desplazamiento del oxígeno por otros gases se refiere específicamente a la disminución del porcentaje de oxígeno debido al aumento de las concentraciones de otros gases.

Los gases que podrían realizar un desplazamiento de oxígeno pueden generarse debido a múltiples factores, entre los cuales se destacan; fermentaciones, oxidaciones, respiración, trabajos en soldadura, entre otros. Entre estos gases podemos encontrar un grupo que por sus características se denominan gases simples ya que, en concentraciones bajas, son no tóxicos, inertes y que no producen olor: Nitrógeno, hidrógeno, acetileno, metano, etano, propano, butano, helio, neón, argón y dióxido de carbono. Este último, es el principal gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático y se encuentra en bajas concentraciones en el aire que normalmente respiramos (en torno a un 0.03% en volumen) y se genera a partir de la combustión de cualquier sustancia que contenga carbono, así como también del proceso respiratorio y algunas reacciones aeróbicas y anaeróbicas como la fermentación.

- **Consumo de oxígeno**

La disminución de los niveles de oxígeno presente en las atmosferas de trabajo en espacios confinados puede ser causada por acción directa del consumo de este. El consumo puede ser ocasionado por diferentes factores entre los cuales podemos encontrar comúnmente; Fermentación de materia orgánica, respiración, oxidaciones, entre otras.

El oxígeno como ya fue mencionado es un gas vital para la existencia de vida y su deficiencia puede tener graves e incluso fatales repercusiones en la salud de quienes se encuentren expuesto a estos tipos de atmosferas.

Tabla 5: Relación entre la concentración de oxígeno y sus efectos en la salud

Concentración de oxígeno (O ₂ %)	Tiempo de exposición	Consecuencias
21	indefinido	Concentración normal de oxígeno en el aire, sin efectos.
20.5	No definido	Concentración mínima para entrar sin equipos con suministro de aire. No hay efectos visibles (a grandes rasgos).
18	No definido	Se considera atmosfera deficiente en oxígeno. Aceleración del ritmo respiratorio y cardiaco, dificultad en el pensamiento, atención y coordinación muscular.
17	No definido	Difícil coordinación muscular y esfuerzo que causa rápida fatiga. Riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor.

12-16	Segundos a minutos	Disnea, vértigo, náuseas, dolores de cabeza, vómitos, perdida del movimiento, alto riesgo de inconciencia.
<6-10	Segundos a minutos	Dificultad para respirar, movimientos compulsivos, perdida de la conciencia, muerte en poco tiempo (6-8 minutos aproximadamente).

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1988). NTP 233 Trabajos En Recintos Confinados

Según el Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, NTP 223: Trabajos en recintos confinados. Las señales de aviso de una concentración baja de oxígeno no se advierten fácilmente y no son de fiar excepto para individuos muy adiestrados. La mayoría de las personas son incapaces de reconocer el peligro hasta que ya están demasiado débiles para escapar por sí mismas.

2.3.2.2 Exposición a ambientes con enriquecimiento de oxígeno.

Cuando en un espacio confinado existe una concentración de oxígeno superior a al 23.5%, se dice que es una atmosfera con exceso (enriquecida) de oxígeno que puede volverse inestable al contribuir al aumento de las velocidades de reacciones. La severidad y posibilidad de fuego y/o explosión se incrementa significativamente si la concentración de oxígeno en el ambiente llega a valores del 28%, porque los tejidos ignífugos dejan de serlo. Es así, que los elementos como ropa, delantales, guantes y otros con una concentración normal de oxígeno (21%) en el aire no son combustible, pueden serlo si hay un aumento del porcentaje de oxígeno en la atmosfera.

El aumento de la concentración de oxígeno en la atmosfera de un espacio confinado puede deberse principalmente a algunas medidas preventivas requeridas en atmosferas con deficiencia de oxígeno, medidas como la incorporación de oxígeno para mejorar la calidad del aire respirable o el empleo de equipos de oxígeno o aire comprimido.

2.3.2.3 Exposición a sustancias toxicas de diferente origen.

La concentración en el aire de ciertos productos puede llegar a ser tóxicos para quienes estén expuestos a estos. Las sustancias toxicas en un recinto confinado pueden ser gases, vapores o polvo fino en suspensión en el aire.

La aparición de una atmosfera toxica puede tener orígenes diversos, ya sea por existir el contaminante dentro del espacio confinado o por la generación de este, durante el desarrollo del trabajo en su interior.

Una atmosfera toxica puede causar en quienes estén expuesto a estos diferentes efectos adversos para la vida, entre estos podemos destacar:

1. Daños al tejido vivo (piel, mucosas, órganos, etc.).
2. Alterar el sistema nervioso central.
3. Provocar enfermedades graves.
4. Muerte.

La cantidad requerida para producir estos efectos varia ampliamente con la naturaleza de la sustancia, concentración, tiempo de exposición y la susceptibilidad del trabajador.

Tabla 6: límites permisibles ponderados y temporales para las concentraciones temporales de sustancias

CAS	Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
		p.p.m	mg/m ³	p.p.m	mg/m ³	
628-63-7	Acetato de n-Amilo	88	459			
626-38-0	Acetato de sec-Amilo	109	569			
123-86-4	Acetato de n-Butilo	131	624	200	950	
105-46-4	Acetato de sec-Butilo	175	831			
540-88-5	Acetato de ter-Butilo	175	831			
111-15-9	Acetato de Cellosolve	4,4	23,6			Piel
141-78-6	Acetato de Etilo	350	1260			
123-92-2	Acetato de Isoamilo	88	459			
110-19-0	Acetato de Isobutilo	131	624			
108-21-4	Acetato de Isopropilo	87	365	200	836	
110-49-6	Acetato de Metilcellosolve	4,4	21,9			Piel
79-20-9	Acetato de Metilo	175	530	250	757	
109-60-4	Acetato de n-Propilo	175	731	250	1040	
67-64-1	Acetona	438	1040	750	1782	A.4
64-19-7	Acido Acético	8,8	21,9	15	37	
7738-94-5	Acido Crómico y Cromatos (expresado como Cr)		0,04			A.1
64-18-6	Acido Fórmico	4,4	8,2	10	19	
7697-37-2	Acido Nítrico	1,8	4,6	4	10	
88-89-1	Acido Pírico		0,09			Piel
7783-06-4	Acido Sulfhídrico (Hidrógeno Sulfurado)	8,8	12,3	15	21	
7664-93-9	Acido Sulfúrico		0,88		3	A.2
8032-32-4	Aguarrás Mineral (Varsol)	263	1199			A.3
8006-64-2	Aguarrás Vegetal (Trementina)	88	490			
64-17-5	Alcohol Etilico (Etanol)	875	1645			A.4
78-83-1	Alcohol Isobutílico	44	133			
67-63-0	Alcohol Isopropílico	350	858	500	1230	A.4
67-56-1	Alcohol Metílico (Metanol)	175	229	250	328	Piel (1)
	Algodón crudo		0,18			
	Alquitrán de Hulla, Humos de (expresados como solubles en benceno)		0,18			A.1
65996-93-2	Aluminio, Polvo Metálico		8,75			A.4
7429-90-5	Aluminio, Polvo Metálico (Fracción Respirable)		4,5			A.4 (4)
7429-90-5	Aluminio, Humos de soldadura (expresado como Al)		4,4			

Fuente: Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo N°594, Artículo 66

CAS	Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
		p.p.m	mg/m ³	p.p.m	mg/m ³	
	Aluminio, Polvo pirotécnico (expresado como Al)		4,4			
	Aluminio, Sales Solubles y Compuestos Alquílicos (expresado como Al)		1,75			
7664-41-7	Amoniaco	22	15	35	24	
124-38-9	Anhídrido Carbónico	4375	7875	30000	54000	
85-44-9	Anhídrido Ftálico	0,9	5,4			A.4
05-09-46	Anhídrido Sulfuroso	1,7	4,4	5	13	A.4
62-53-3	Anilina y Homólogos	1,7	6,7			Piel - A.3
7440-36-0	Antimonio		0,44			
7440-38-2	Arsénico y comp. Sol. (expresado como As)		0,01			A.1
7784-42-1	Arsina (Hidrógeno Arseniado)	0,04	0,18			
1332-21-4	Asbesto - Todas las Formas			0,1 fibras/cc		A.1 (2)
8052-42-4	Asfalto (Derivado Petróleo), Humos		4			A.4
1912-24-9	Atrazina		4,4			
7440-39-3	Bario – Comp. Solubles (expresado como Ba)		0,44			A.4
7727-43-7	Baritina - Sulfato de Bario		8,8			(3)
71-43-2	Benceno	1,0	2,7	5	15	Piel - A.1
	Bencina Blanca	263	779	500	1480	A.3
17804-35-2	Benomyl		0,9			A.3
542-88-1	Bis – Cloro – Metil Eter	9	0,004			A.1
7726-95-6	Bromo	0,09	0,58	0,2	1,3	
74-83-9	Bromuro de Metilo	1,0	3,5			Piel - A.4
78-93-3	2-Butanona (Metil Etil Cetona)	175	516	300	885	
111-76-2	Butil Cellosolve (2-Butoxietanol)	18	85			Piel - A.3
111-76-2	2-Butoxietanol (Butil Cellosolve)	18	85			Piel - A.3
7440-43-9	Cadmio (expresado como cadmio)		0,01			A.2 (3)
1305-78-8	Cal Viva (Óxido de Calcio)		1,75			
1332-58-7	Caolín		13			
1332-58-7	Caolín (Fracción Respirable)		4,5			(4)
133-06-2	Captan		4,4			A.3
63-25-2	Carbaryl		4,4			A.4
1563-66-2	Carbofurano		0,09			A.4
	Carbón de Retorta Grafítico		1,7			(4)
	Carbón bituminoso < 5% Cuarzo		1,7			(4)

Fuente: Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo N°594, Artículo 66

CAS	Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
		p.p.m	mg/m ³	p.p.m	mg/m ³	
471-34-1	Carbonato de Calcio (Caliza)		7			(3)
	Carbonato de Calcio (Caliza) (Fracción Respirable)		5			(4)
110-80-5	Cellosolve (2-Etoxietanol)	4,4	15,8			Piel
9004-34-6	Celulosa - Fibra Papel		8,8			
65997-15-1	Cemento Portland		8,8			
	Cereales - Polvo de Granos de Trigo, Cebada, Maíz o Avena (Polvo Total)		3,5			
156-62-7	Cianamida Cálcica		0,4			A.4
110-83-8	Ciclohexano	263	884			
108-93-0	Ciclohexanol	44	180			Piel
108-94-1	Ciclohexanona	22	87,5			Piel - A.3
7782-50-5	Cloro	0,4	1,3	1	2,9	
67-66-3	Cloroformo	9	43			A.2
2921-88-2	Clorpirifos		0,09			Piel - A.4
75-09-2	Cloruro de Metileno	44	152,3			A.2
75-01-4	Cloruro de Vinilo	0,9	2,3			A.1
7440-48-4	Cobalto		0,018			A.3
7440-50-8	Cobre – Humos		0,18			
7440-50-8	Cobre - Polvo y Nieblas (expresado como Cu)		0,88			
14464-46-1	Cristobalita		0,04			A.1 (4)
7440-47-3	Cromo, Metal y Comp. Di y Trivalentes		0,44			A.4
7440-47-3	Cromo, Compuestos Hexavalentes Solubles		0,044			A.1
7440-47-3	Cromo, Compuestos Hexavalentes Insolubles		0,009			A.1
14808-60-7	Cuarzo (Sílice Cristalizada)		0,08			A.1 (4)
98-82-8	Cumeno (Isopropilbenceno)	44	215			Piel
333-41-5	Diazinon		0,009			Piel - A.4
94-75-7	2 – 4 – D		8,7			A.4
75-71-8	Diclorodifluoro Metano (Freón 12)	875	4331			A.4
62-73-7	Diclorvos	0,09	0,88			Piel - A.4
60-29-7	Dietiléter (Eter Etilico)	350	1059	500	1520	
101-68-8	Diisocianato de Difenilmetano (MDI)	0,004	0,045			
25154-54-5	Dinitrobenceno	0,13	0,88			Piel
534-52-1	Dinitro-o-Cresol		0,18			Piel
25321-14-6	Dinitro Tolueno		1,31			Piel - A.3

Fuente: Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo N°594, Artículo 66

CAS	Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
		p.p.m	mg/m ³	p.p.m	mg/m ³	
10049-04-4	Dióxido de Cloro	0,09	0,25	0,3	0,83	
10102-44-0	Dióxido de Nitrógeno	2,6	4,9	5	9,4	A.4
330-54-1	Diurón		8,8			A.4
13838-16-9	Enflurano			2	15,05	A.4 (7)
7440-31-5	Estaño-Metal y Comp. Inorgánicos		1,75			
7440-31-5	Estaño - Comp. Orgánicos		0,09		0,2	Piel - A.4
100-42-5	Estireno (Monómero) – (Vinilbenceno)	44	188	100	425	Piel - A.4
60-29-7	Eter Etilico (Dietiléter)	350	1059	500	1520	
100-41-4	Etilbenceno	87	380	125	543	A.3
75-08-1	Etil Mercaptano	0,4	1,14			
110-80-5	2-Etoxi-etanol (Cellosolve)	4,4	15,8			Piel
108-95-2	Fenol	4,4	16,63			Piel - A.4
14484-64-1	Ferbam		8,75			A.4
	Fibra de Vidrio	0,9 fibras/cc				A.4 (2)
7782-41-4	Flúor	0,9	1,4	2	3,1	
	Fluoruros (expresados como F)		2,19			A.4
7803-51-2	Fosfina (Hidrógeno Fosforado)	0,26	0,37	1	1,4	
84-74-2	Ftalato de dibutilo		4,4			
84-66-2	Ftalato de dietilo		4,4			A.4
131-11-3	Ftalato de dimetilo		4,4			
68476-85-7	Gas Licuado de Petróleo	875	1575			
86290-81-5	Gasolina con menos de 0,5% de Benceno	262	778	500	1480	A.3
7782-42-5	Grafito de cualquier tipo (Excepto Fibras)		1,75			(4)
151-67-7	Halotano			2	16,2	
110-54-3	Hexano (n)	44	154			
	Hexano Comercial con menos de 5% n-Hexano	437	1540	1000	3500	
591-78-6	2-Hexanona (Metil n-Butil Cetona)	4,4	17,5	10	40	Piel
7803-51-2	Hidrógeno Fosforado (Fosfina)	0,26	0,37	1	1,4	
04-06-7783	Hidrógeno Sulfurado (Ácido Sulfhídrico)	8,8	12,25	15	21	
123-31-9	Hidroquinona		1,75			A.3
	Humos de Soldadura al Arco Eléctrico		4,4			(5)
26675-46-7	Isoflurano			2	15,05	A.4 (7)
	Lana mineral, fibras	0,9 fibras/cc				A.3 (2)
58-89-9	Lindano		0,44			Piel - A.3

Fuente: Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo N°594, Artículo 66

CAS	Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
		p.p.m	mg/m ³	p.p.m	mg/m ³	
	Maderas Coníferas, Polvo de (Pino, etc.)		4		10	
121-75-5	Maderas de Otros Tipos, Polvo de (Encina, Haya, Eucalipto)		0,88			Piel
7439-96-5	Malation		8,8			
7439-96-5	Manganeso – Humos		0,88		3	
7439-97-6	Manganeso – Polvo y Compuestos Inorgánicos (expresado como Hg)		0,9			
7439-97-6	Mercurio Vapor y Compuestos		0,03			Piel - A.4
7439-97-6	Mercurio - Comp. Alquílicos		0,009		0,03	Piel
7439-97-6	Mercurio - Comp. Arílicos		0,09			Piel
80-62-6	Metaacrilato de Metilo	87	359			A.4
7681-57-4	Metabisulfito de Sodio		4,4			A.4
67-56-1	Metanol (Alcohol Metílico)	175	229	250	328	Piel
74-89-5	Metilamina	4,4	5,6	15	19	
109-86-4	Metil Cellosolve (2-metoxietanol)	0,1	0,3			Piel
71-55-6	Metilcloroformo (1,1,1 Tricloroetano)	306	1671	450	2460	A.4
78-93-3	Metil Etil Cetona (2-Butanona)	175	516	300	885	
108-10-1	Metil Isobutil Cetona	44	179	75	307	
74-93-1	Metil Mercaptano	0,4	0,86			
591-78-6	Metil n-Butil Cetona (2-Hexanona)	4,4	17,5	10	40	Piel
101-68-8	Metilen Bifenil Isocianato (MDI)	0,004	0,05			
109-86-4	2-Metoxietanol (Metil Cellosolve)	0,1	0,3			Piel
12001-26-2	Mica		2,63			(4)
7439-98-7	Molibdeno - Comp. Insol. (expresado como Mo)		8,75			
7439-98-7	Molibdeno - Comp. Solubles (expresado como Mo)		4,38			A.3
6923-22-4	Monocrotofos		0,22			Piel - A.4
630-08-0	Monóxido de carbono	44	48			
142-82-5	Nafta de Petróleo (Heptano comercial)	350	1435	500	2050	
	Nafta liviana con n-hexano < 5%	400	1400	1000	3500	
1333-86-4	Negro de Humo		3,1			A.4
54-11-5	Nicotina		0,44			
	Níquel, Metal y Comp. Insol. (exp. como Ni)		0,88			A.1
	Níquel, Compuestos Solubles (Expresados como Ni)		0,09			A.4

Fuente: Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo N°594, Artículo 66

CAS	Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
		p.p.m	mg/m ³	p.p.m	mg/m ³	
100-01-6	p – Nitroanilina		2,63			Piel - A.4
98-95-3	Nitrobenceno	0,9	4,4			Piel - A.3
55-63-0	Nitroglicerina	0,04	0,4			Piel
108-03-2	1-Nitropropano	22	79			A.4
79-46-9	2-Nitropropano	8,8	31,5			A.2
1305-78-8	Óxido de Calcio (Cal viva)		1,75			
75-21-8	Óxido de Etileno	0,9	1,58			A.2
10102-43-9	Óxido Nítrico	22	27			
10024-97-2	Óxido Nitroso	44	78,8			
10028-15-6	Ozono	0,08	0,16			
8002-74-2	Parafina Sólida (Humos)		1,75			
4685-14-7	Paraquat (Polvo Total)		0,44			
4685-14-7	Paraquat (Fracción Respirable)		0,09			Piel - (4)
87-86-5	Pentaclorofenol		0,44			Piel - A.3
127-18-4	Percloroetileno (Tetracloroetileno)	22	149	100	685	A.3
7722-84-1	Peróxido de Hidrógeno	0,9	1,23			A.3
8003-34-7	Piretro		4,4			A.4
7439-92-1	Plomo - Polvo y Humos Inorgánicos (Expresado como Pb)		0,05			A.3
7758-97-6	Plomo, Cromato de (expresado como Cr)		0,01			A.2
78-00-2	Plomo Tetraetílico (expresado como Pb)		0,09			Piel - A.4
75-74-1	Plomo Tetrametílico (expresado como Pb)		0,13			Piel
	Polvo de Granos (Cereales)		3,5			
	Polvos no Especificados (Total)		8			(3)
	Polvos no Especificados (Fracción Respirable)		2,4			(4)
7782-49-2	Selenio y comp.		0,18			
28523-86-6	Sevoflurano			2	16,36	
112926-00-8	Sílice Amorfa Precipitada - Sílica Gel		5,3			
61790-53-2	Sílice Amorfa Diatomea sin Calcinar		5,3			(3)
112926-00-8	Sílice Amorfa - Humos Metalúrgicos		0,16			(4)
60676-86-0	Sílice Amorfa - Cuarzo Fundido		0,05			(4)
14464-46-1	Sílice Cristalizada Cristobalita		0,04			A.1 - (4)
14808-60-7	Sílice Cristalizada Cuarzo		0,08			A.1 - (4)
15468-32-3	Sílice Cristalizada Tridimita		0,04			A.1 - (4)

Fuente: Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo N°594, Artículo 66

CAS	Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
		p.p.m	mg/m ³	p.p.m	mg/m ³	
1317-95-9	Sílice Cristalizada Tierra de Trípoli		0,08			A.1 - (4)
77-78-1	Sulfato de Dimetilo	0,09	0,46			Piel - A.2
75-15-0	Sulfuro de Carbono	8	25			Piel
	Talco (con Fibras de Asbesto)	0,1 fibras/cc				A.1 - (6)
14807-96-6	Talco (sin Fibras de Asbesto)		1,75			A.4 - (4)
7440-28-0	Talio, Comp. Solubles		0,09			Piel
13494-80-9	Telurio y Comp.		0,09			
79-34-5	1,1,2 Tetracloroetano	0,9	6			Piel - A.3
127-18-4	Tetracloroetileno (Percloroetileno)	22	149	100	685	A.3
56-23-5	Tetracloruro de Carbono	4,4	27	10	63	Piel - A.2
109-99-9	Tetrahidrofurano	175	516	250	735	Piel - A.3
61790-53-2	Tierra de Diatomeas no Calcinada		8			(3)
	Tierra de Diatomeas Calcinada		0,08			(4)
108-88-3	Tolueno	87	328	150	560	Piel - A.4
584-84-9 y						
26471-62-5	Tolueno – Di - Isocianato (TDI)	0,004	0,03	0,02	0,14	A.4
8006-64-2	Trementina (Aguarrás Vegetal)	88	490			
71-55-6	1,1,1 Tricloroetano (Metilcloroformo)	306	1671	450	2460	A.4
79-00-5	1,1,2 Tricloroetano	8,8	48,13			Piel - A.3
79-01-6	Tricloroetileno	8,8	47,3	25	135	A.2
15468-32-3	Tridimita		0,04			A.1 - (4)
118-96-7	2,4,6 Trinitrotolueno		0,44			Piel
1314-62-1	Vanadio (Polvo Resp. y Humos Expresados V ₂ O ₅)		0,04			
8032-32-4	Varsol (Aguarrás Mineral)	263	1199			A.3
100-42-5	Vinilbenceno (Monómero – Estireno)	44	188	100	425	Piel - A.4
81-81-2	Warfarina		0,09			
1330-20-7	Xileno	87	380	150	651	A.4
7778-18-9	Yeso (Sulfato de Calcio)		8,8			(3)
7646-85-7	Zinc, Cloruro de - Humos		0,88		2	
13530-65-9						
11103-86-9						
37300-23-5	Zinc, Cromato de (expresado Como Cr)		0,009			A.1
1314-13-2	Zinc, Oxido de - Humos		4,4		10	

Fuente: Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo N°594, Artículo 66

- (1) Muestras exentas de fibras tomadas con elutriador vertical.
- (2) Recuento mediante microscopio de contraste en fase con 400 - 450 diámetros de aumento, en muestras tomadas en filtro de membrana, contando fibras de longitud mayor a 5µm y de una relación largo a diámetro igual o mayor de 3:1.
- (3) Polvo total exento de asbesto y con menos de 1% de sílice cristalizada libre.
- (4) Fracción respirable.
- (5) Solamente en ausencia de elementos tóxicos en el metal base y los electrodos y en condiciones que no haya acumulación o producción de gases tóxicos.
- (6) Recuento según (2) pero no deberá existir más de 1.6mg/m³ de polvo respirable.
- (7) Si este anestésico se utiliza mezclado con óxido nitroso su límite será de 3.76 mg/m³ (0.5 ppm).
- (8) Si este anestésico se utiliza mezclado con óxido nitroso su límite será de 4.09 mg/m³ (0.5 ppm).

Las sustancias que llevan calificativo "Piel" son aquellas que pueden ser absorbidas por la piel humana. Con ellas deberán adoptarse todas las medidas para impedir el contacto con la piel de los trabajadores y se extremarán las medidas de protección y de higiene personal.

Las sustancias calificadas como "A.1" son comprobadamente cancerígenas para el ser humano y aquellas calificadas como "A.2" son sospechosas de ser cancerígenas para éstos, por lo cual en ambos casos se deberán extremar las medidas de protección y de higiene personal frente a ellas.

Respecto a aquellas calificadas como "A.3", no se han demostrado que sean cancerígenas para el ser humano, pero sí lo son para animales de laboratorio y las designadas como "A.4" se encuentran en estudio, pero no se dispone aún de información válida que permita calificarlas como cancerígenas para el ser humano

o animales de laboratorio, por lo que la exposición de los trabajadores en ambos tipos de ellas deberá ser mantenida en el nivel lo más bajo posible.

Cuando en el ambiente de trabajo existan dos o más sustancias de las enumeradas en la anterior tabla, y actúen sobre el organismo humano de igual manera, su efecto combinado se evaluará sumando las fracciones de cada concentración ambiental dividida por su respectivo límite permisible ponderado, no permitiéndose que esta suma se mayor a 1. Si la acción de cada una de estas sustancias fuera independiente de las otras o actúen sobre órganos diferentes deberá evaluarse independientemente respecto a su límite permisible ponderado.

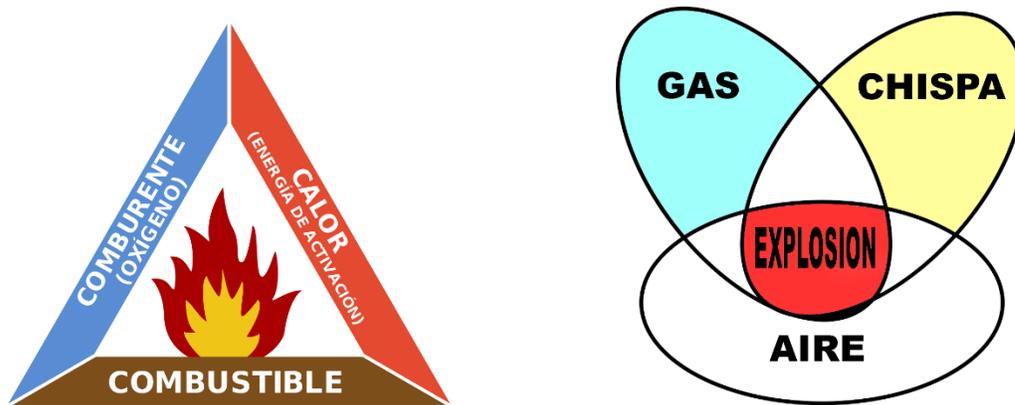
2.3.3 Incendio y explosión debido a sustancias químicas inflamable de diferente origen.

Los ambientes explosivos pueden formarse de diversas formas y resultan de alto riesgo para la integridad física del trabajador, ya que la activación de estas puede causar desde daños leves hasta la muerte de quienes se vean expuestos.

Las atmosferas explosivas se producen cuando se mezclan gases, vapores o polvos inflamables y/o explosivos con el aire. La concentración de sustancia necesaria para crear una atmosfera explosiva o inflamable variara dependiendo de la sustancia en cuestión.

Los líquidos en si no son inflamables, son los vapores que de ellos se desprenden los que con la aplicación de una energía de activación (ejemplo: llama, chispa, etc.) provocan el fuego o explosión. Por esto, estos vapores precisaran de una determinada concentración de estos mismos, un comburente (un agente oxidante como el oxígeno presente en el aire) y una energía de activación para entrar en inflamabilidad.

Figura 1 - 2: Triangulo del fuego - Ejemplo Explosión



Como ya fue explicado anteriormente, las atmosferas o ambientes explosivos se pueden formar al mezclarse gases, vapores o polvos con el oxígeno, obteniéndose una concentración de esta mezcla entre el Límite Explosivo Inferior (LIE) y el Límite Explosivo Superior (LSE). La generación de esta condición dependerá de la sustancia existente en el ambiente, dado que sus propiedades difieren entre una sustancia y otra.

2.3.3.1 Límites de explosividad

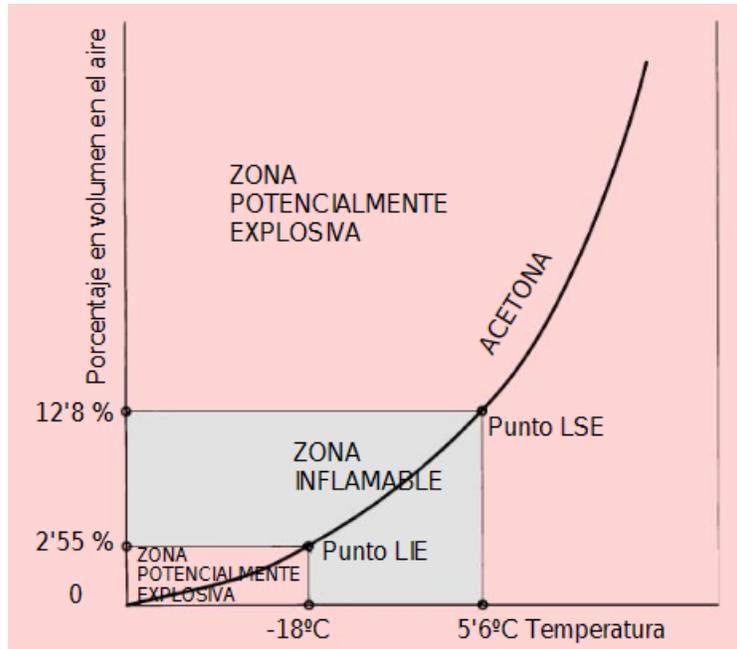
Para que se forme una atmosfera explosiva, la concentración de sustancias inflamables en el aire debe estar dentro de determinado rango. Dicho rango de los límites de explosividad de una sustancia está delimitado por unos límites inferiores y superiores de explosividad. Estos límites se suelen expresar en porcentajes de volumen del gas o vapor en la mezcla.

- **Límite Explosivo Inferior:** Es la concentración mínima de gases, vapores o nieblas inflamables en el aire por debajo de la cual la mezcla no es explosiva.
- **Límite Explosivo Superior:** Es la concentración máxima de gases, vapores o nieblas inflamables en el aire por encima de la cual la mezcla no es explosiva.

En palabras simples, por debajo del Límite Explosivo Inferior se considera que la mezcla es “demasiado pobre” para arder y por encima del Límite Explosivo Superior

es “demasiado rica” para también arder. En este último caso tenemos, por ejemplo, tratándose de motores de explosión, decimos que se “ahoga”

Figura 3: Ejemplo Limites Explosivos Acetona



Fuente: Hojas técnicas ventilación en ambientes explosivos S&P Ventilation Group

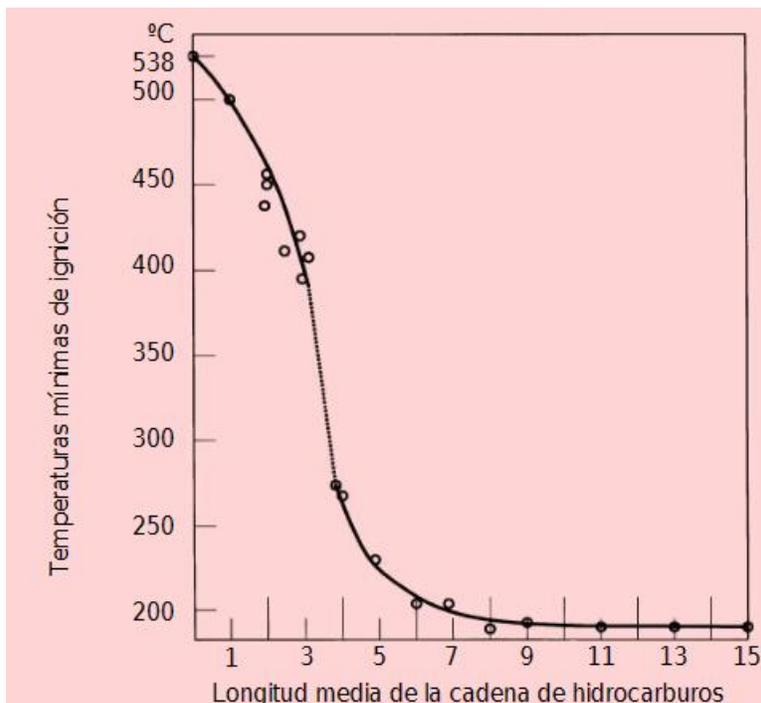
Si se pretende que una determinada mezcla de gases o vapores inflamables en el aire no produzcan una atmósfera explosiva, será necesario mantener una concentración que permanezca por debajo del Límite Explosivo Inferior o por encima del Límite Explosivo Superior.

La prevención de explosiones se puede conseguir operando fuera del rango de inflamabilidad en procesos con aire. Sin embargo, son más seguros los procesos que se desarrollan por debajo del Límite Explosivo Inferior. Por eso, por lo general, siempre que es posible se elige la primera opción, a través de medios de ventilación o extracción adecuados. Por ejemplo, el uso de uso de bombas o compresores, túneles de secado, etc.

2.3.3.2 Temperatura de ignición o autoignición

Es la temperatura en que la mezcla entra en combustión espontanea sin precisar de una fuente de energía externa para producirse la ignición. En general la temperatura de ignición disminuye conforme aumenta el peso molecular del líquido.

Figura: 4 Grafica de ignición. Temperatura de ignición vs longitud cadena de hidrocarburos



Fuente: Hojas técnicas ventilación en ambientes explosivos S&P Ventilation Group

2.4 Trabajos de soldadura

La primera aceptación del término soldadura que se menciona en el diccionario de la RAE “f. Acción y efecto de soldar”: pegar o unir sólidamente dos cosas, o dos partes de una misma cosa, normalmente con alguna sustancia igual o semejante a esta. En un sentido más amplio, soldar consiste en enmendar o reparar algo.

El método utilizado comúnmente para realizar una soldadura es la fusión, el cual consiste en la aplicación de una fuente de energía que produzca la temperatura suficiente para lograr la coalescencia (fusión), también se puede agregar material de aporte, que, al fundirse, forman un charco de material fundido en el lugar a

soldar el cual al enfriarse se convierte en una unión solida o fija a la que se le denomina cordón.

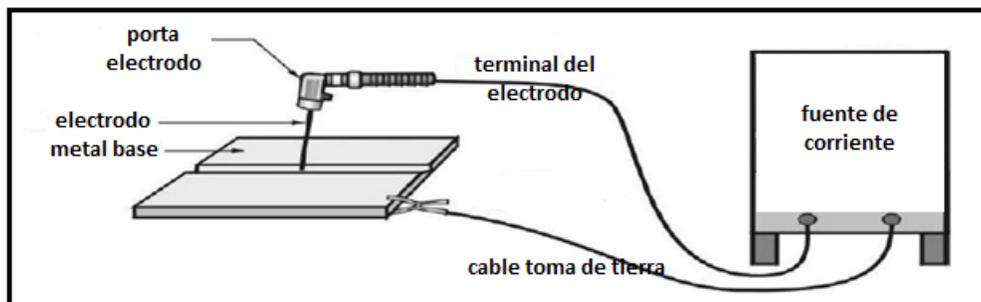
Los sistemas de fusión utilizados para fines de este proyecto son la soldadura oxiacetilénica y soldadura por arco eléctrico

2.4.1 Soldadura por arco eléctrico

El sistema utilizado y estudiado en este proyecto es el “sistema arco manual” (MMA).

El sistema de soldadura arco manual, se define como proceso de soldadura en que se unen dos metales mediante una fusión localizada, producida por un arco eléctrico entre un electrodo metálico y el metal base a unir (Manual de sistemas y materiales de soldadura, Indura).

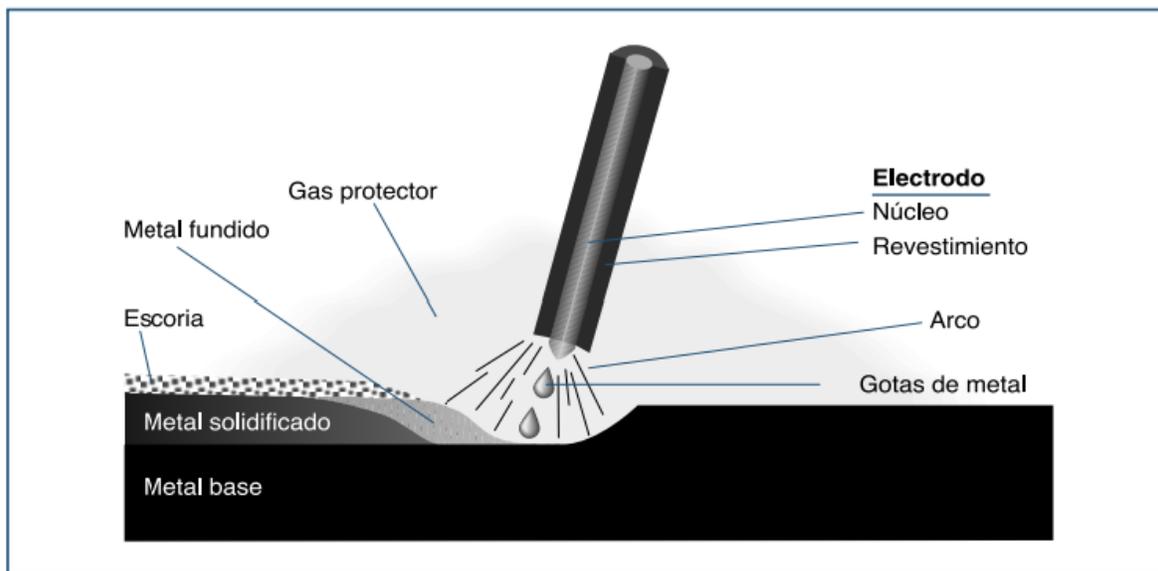
Figura 5: Esquema sistema arco manual



Los electrodos utilizados en este tipo de soldadura consisten en un núcleo o varilla metálica, rodeada por una capa de revestimiento, donde el núcleo es transferido hacia el metal base a través de una zona eléctrica generada por la corriente de soldadura. Los componentes de la atmosfera, como el oxígeno y el nitrógeno son causante de fragilidad y poros en el metal soldado entre otros riegos, por lo que al núcleo metálico se le agrega un revestimiento que está constituido por un conjunto de componentes minerales y orgánicos que al quemarse se gasifica actuado como atmosfera protectora, cumpliendo con las siguientes funciones:

- Producir gases protectores para evitar la contaminación atmosférica y gases ionizantes para dirigir y mantener el arco.
- Producir escoria para proteger el metal ya depositado hasta su solidificación.
- Suministrar materiales desoxidantes, elementos de aleación y hierro en polvo.

Figura 6: Acción de electrodo



Fuente: INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras*. [s.n].

2.4.1.1 Clasificación de electrodos.

- Clasificación de electrodos según normas AWS

La AWS, por sus siglas en inglés, American Welding Society o Sociedad Americana de Soldadura, es una asociación sin fines de lucro fundada en 1919 cuya misión global es:

El avance de la ciencia, la tecnología y los procesos de unión y corte afines en todo el mundo, incluidos los distintos tipos de soldadura y la pulverización térmica.

El principal propósito de la AWS es la facilitación del desarrollo de la soldadura a nivel global, lo que permite a los profesionales de la industria de la soldadura una

mejor comprensión y estandarización en los temas referidos. Para lograr este cometido uno de sus elementos esenciales es la elaboración de estándares, los cuales son documentos que se utilizan repetidamente como regla, directriz o definición y que son desarrollados por un comité de expertos que trabajan en diferentes áreas de la industria, garantizando su completitud. Todos los estándares de AWS están aprobados por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), dándole validez a su desarrollo mediante el seguimiento estricto de un conjunto de reglas y requisitos que rigen el proceso de aprobación.

Las especificaciones más comunes para la clasificación de electrodos según la AWS en el sistema de arco manual son las siguientes:

Tabla 7: Tipos de aporte y su clasificación AWS

Tipos de aporte	Clasificación AWS
Aceros al carbono	A5.1
Aceros de baja aleación	A5.5
Aceros inoxidable	A5.4
Aluminios	A5.3

Fuente: Writer & Enginner 2021(<https://wryen.com/>).

El tipo de revestimiento mayormente utilizado en la industria nacional corresponde a electrodos de aporte acero al carbón cuya clasificación AWS es A5.1, para electrodos revestidos los cuales utilizan un sistema de clasificación basado en la resistencia de atracción del metal depositado es utilizada la siguiente nomenclatura:

Tabla 8: Nomenclatura para electrodos clasificación AWS A5.1

Ejemplo código de electrodo: E XYZ	
E	Letra que indica que es un Electrodo
XX	Estos dígitos indican la resistencia mínima de atracción del metal depositado, en KSI
Y	Dígito que indica la posición óptima en que se debe soldar con el electrodo

Z	Digito que señala el tipo de revestimiento que posee el electrodo y la polaridad en que mejor trabaja
---	---

Fuente: INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras*. [s.n].

Aunque se pueden encontrar electrodos con otros valores de resistencia a la atracción, lo más común en el mercado nacional es encontrarlos con valores de 60 o 70 KSI, de modo que la mayoría de electrodos que se usan en la actualidad, son del tipo E60YZ o E70YZ.

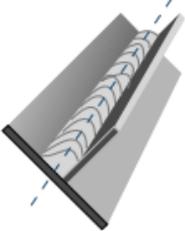
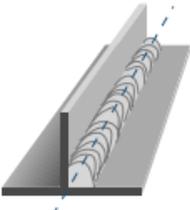
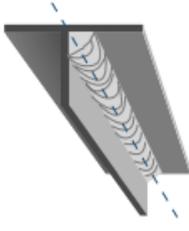
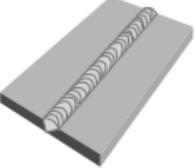
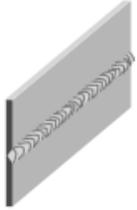
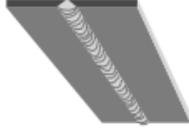
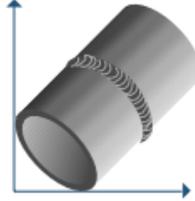
La posición del electrodo, representada por la letra “Y” variará de acuerdo al tipo de electrodo y se representan de la siguiente forma:

Tabla 9: Valores tercer dígito de la nomenclatura para AWS A5.1

Numero	Posición de soldadura
1	Toda posición
2	Posición plana y horizontal
4	Toda posición, vertical solo descendente

Fuente: INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras*. [s.n].

Figura 7: Posiciones en soldaduras

Plano	Horizontal	Vertical	Sobrecabeza
Uniones de filete			
 <p>1F</p>	 <p>2F</p>	 <p>3F</p>	 <p>4F</p>
Uniones biseladas			
 <p>1G</p>	 <p>2G</p>	 <p>3G</p>	 <p>4G</p>
Uniones de tuberías			
<p>La tubería se rota mientras se suelda</p>  <p>1G</p>	 <p>2G</p>	<p>La tubería no se rota mientras se suelda</p>  <p>5G</p>	 <p>6G</p>

Fuente: INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras.* [s.n].

El tipo de revestimiento que posee cada electrodo y la polaridad en que mejor opera está representada según el cuarto dígito “Z” y están definidos en la siguiente tabla:

Tabla 10: Tipo de revestimiento, corriente y polaridad en electrodos

Código	Corriente y polaridad	Tipo de revestimiento
EXX10	CCPI	Celulósico
EXX11	CA o CCPI	Celulósico
EXX12	CA o CCPD	Rutílico
EXX13	CA	Rutílico
EXX14	CA o CCPI	Rutílico
EXX15	CCPI	Básico - Bajo en Hierro - Hierro en polvo
EXX16	CA o CCPI	Básico- Bajo en hierro
EXX18	CCPI	Básico- Bajo en hierro
EXX19	CA o CCPI	Acido - Minerales
EXX20	CA o CCPI	Acido - Minerales
EXX22	CA	Acido - Minerales
EXX24	CA o CCPI	Rutílico
EXX27	CA o CCPI	Acido - Minerales- Hierro en polvo
EXX28	CA o CCPI	Básico - Bajo en hierro
EXX48	CA o CCPI	Básico - Bajo en hierro
CA: Corriente Alterna		
CCPI: Corriente Continua con Polaridad Invertida		
CCPD: Corriente Continua con Polaridad Continua		

Fuente: Writer & Enginner - Manual de sistemas y materiales de soldadura, INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras*. [s.n].

El cuarto dígito define el tipo de revestimiento de cada electrodo, pero este se encuentra asociado al tercer dígito, el de posición, y así, aun siendo el mismo, su significado varía en función si es precedido por un 1, 2 o 4.

Características según tipo de electrodo

- **Electrodos básicos o de bajo hidrogeno.**

Se les llama de ese modo por su total ausencia de humedad (hidrogeno) en su revestimiento, y cuenta con las siguientes características:

- Penetración media-alta.
- Posee alta resistencia a los impactos de baja temperatura.
- Alta ductilidad.

- **Electrodos rutilicos.**

Se les llama de ese modo por el contenido de rutilo (oxido de titanio) en su revestimiento, y cuenta con las siguientes características:

- Arco suave.
- Buena presentación.
- Buena resistencia.
- Penetración media-baja.

- **Electrodos minerales.**

Se les llama de ese modo debido a que los componentes de su revestimiento son principalmente óxidos de hierro y magnesio, y cuenta con las siguientes características:

- Buenas propiedades mecánicas.
- Buena apariencia del depósito.
- Buena penetración.
- Alta velocidad del depósito.

- **Electrodos hierro en polvo.**

Su nombre deriva de su alto contenido de hierro en polvo en su revestimiento, y cuenta con las siguientes características:

- Mejora considerablemente la conductividad.

- Posee una presentación mejorada del cordón.
 - Suaviza considerablemente la energía del arco.
 - El rendimiento del electrodo aumenta.
- **Electrodos celulósicos.**

Llamados así por su alta concentración de celulosa encontrada en su revestimiento, y cuenta con las siguientes características:

- Solidificación rápida.
- Excelente desempeño y resistencia.
- Elasticidad.
- Ductilidad.
- Penetración alta.

2.4.1.2 Cables (Conductores)

De acuerdo a la NORMA CHILENA OFICIAL NCh 1467 de 1987, los conductores deben reunir las siguientes características:

- a) Ser flexible;
- b) Estar provisto de recubrimiento aislante eléctrico en toda su extensión;
- c) Tener largo y sección adecuados al amperaje que se va a usar;
- d) Encontrarse en buenas condiciones de uso;
- e) Tener, en sus extremos, los terminales de conexión adecuados.

Los cables que encargados de transmitir la energía eléctrica entre la fuente de energía y la porta electrodo y pinza de masa (cable a tierra), deben tener el largo y sección adecuados al amperaje que se va a usar. Para este cometido se debe guiar siempre en las especificaciones técnicas que el fabricante detalla y nunca utilizar para cometidos distintos a la que fueron fabricados.

Estos cables son un cable mono conductor (también denominado Cable Solda, H01N2 o H01N2 – E) de cobre de alta flexibilidad, generalmente con aislamiento y cubierta de goma.

Tabla 11: Evaluación aproximada de la sección requerida

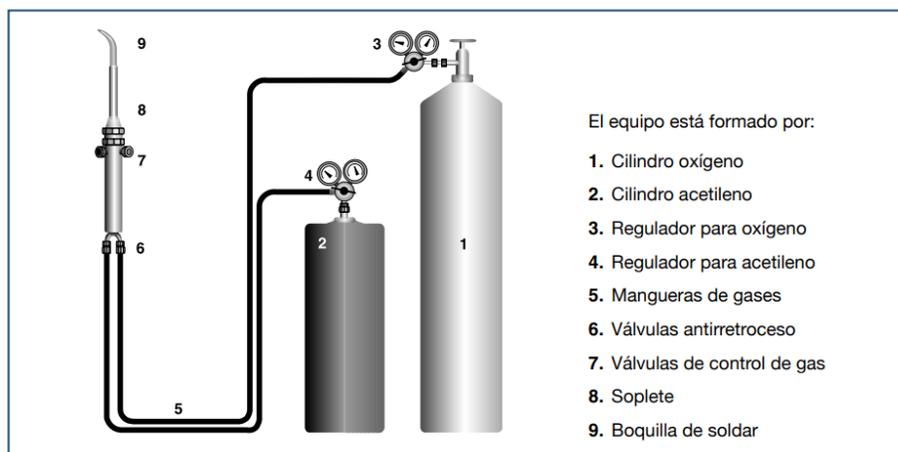
Sección, numero de núcleos x mm ²	Amperes
1x6	80-100
1x10	120
1x16	189
1x25	240
1x35	289
1x50	362
1x70	437
1x95	522

Fuente: www.my.electricianexp.com

2.4.2 Soldadura oxiacetilénica

En este proyecto se trabajará con instalaciones no fijas de soldadura oxiacetilénica por alta presión en donde el oxígeno como el gas combustible (en este caso acetileno) que alimentan el soplete proceden de botellas o cilindros que los contienen a alta presión.

Figura 8: Sistema oxiacetilénico

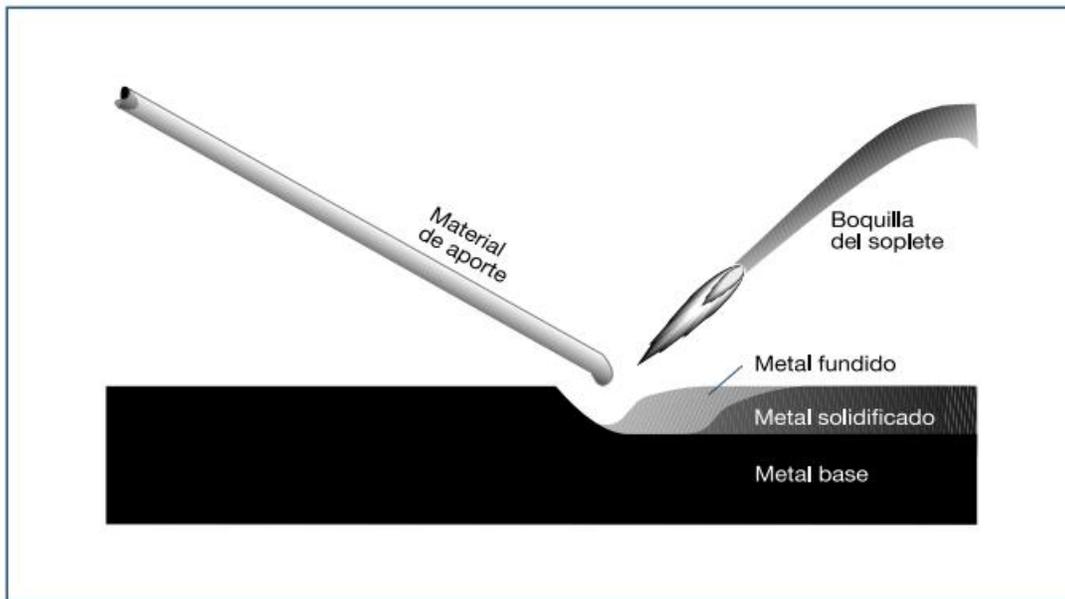


Fuente: INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras.* [s.n].

La soldadura oxiacetilénica corresponde a un sistema de oxigas que consiste en una llama dirigida por un soplete, obtenida por medio de la combustión de los gases oxígeno – acetileno. El intenso calor de la llama funde la superficie del material base

para formar una poza fundida. Este proceso se puede realizar con o sin material de aporte, este último es agregado normalmente para cubrir biseles y/u orificios en el material base.

Figura 9: Proceso de soldadura oxigas con material de aporte

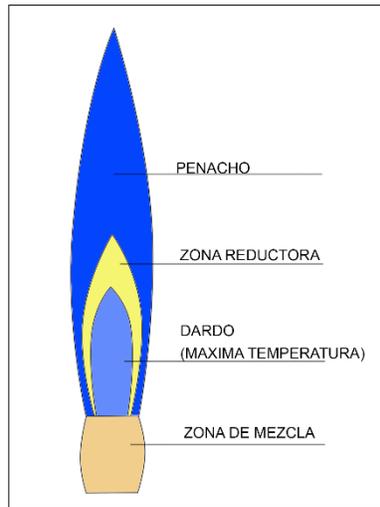


Fuente: INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras*. [s.n].

2.4.2.1 Llama oxiacetilénica.

La llama oxiacetilénica es generada, como su nombre lo indica, por la combustión de oxígeno y acetileno, cuya función es elevar las temperaturas para lograr el punto de fusión de los metales a soldar. Existen distintos tipos de llamas cada una con características particulares que permiten diferentes resultados.

Figura 10: Esquema de una llama oxigas.



- **Zona de mezcla:** Espacio donde ocurre la mezcla de oxígeno y acetileno proveniente de las botellas contenedoras.
- **Dardo:** También llamado cono, de color azul claro o blanco deslumbrante, zona donde ocurre la combustión del oxígeno y acetileno proveniente de las botellas contenedoras.
- **Zona reductora:** Zona intermedia entre el dardo y penacho. Causada cuando existe un exceso de acetileno en la mezcla de la llama.
- **Penacho:** Parte final de una llama, donde se produce la combustión del oxígeno existente en el aire.

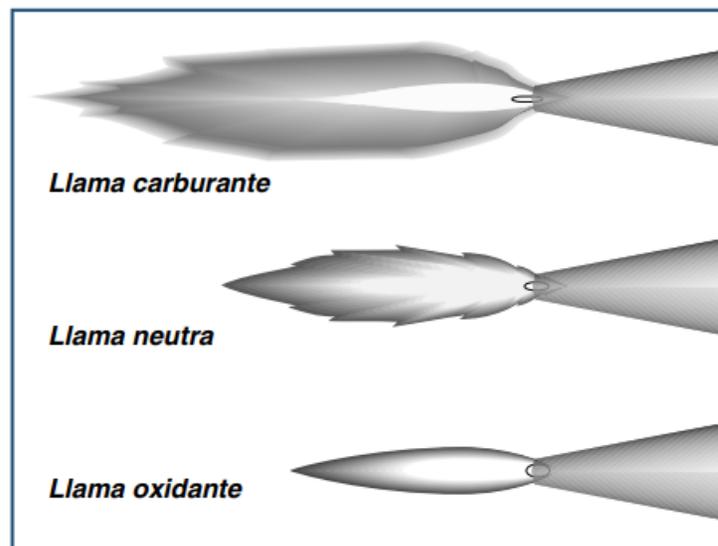
2.4.2.2 Tipos de llama

Los diferentes tipos de llama que se pueden lograr con la mezcla de oxígeno – acetileno varía en función de las concentraciones de estos gases en la mezcla, entre estas llamas se destacan:

- **Llama carburante:** también llamada reductora, se produce cuando la mezcla presenta un exceso de acetileno, se reconoce porque está presenta una zona intermedia reductora entre el dardo y el penacho, con una coloración amarillenta.

- **Llama neutra:** Se producen cuando la cantidad de oxígeno es la suficiente para realizar la combustión de todo el acetileno presente en la mezcla y donde no se produce reducción ni oxidación. Con el aporte de oxígeno presente en el aire la relación oxígeno – acetileno es de 1:1. Una llama con este tipo de equilibrio es de color azul claro
- **Llama oxidante:** Este tipo de llama se produce cuando la mezcla presenta una cantidad excesiva de oxígeno. Cuando esto ocurre la llama se acorta (dardo y penacho más cortos), su color se oscurece y emite un sonido más agudo (silva o ruge).

Figura 11: Tipos de llama



Fuente: INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras*. [s.n].

2.4.2.3 Ajuste de llama

En la soldadura oxiacetilénica se utiliza una llama neutra que genera una fuente calórica superior a los 3.000°C, en donde se suministra una suficiente cantidad de oxígeno para realizar la combustión completa del acetileno presente. Aunque esta situación corresponde a una relación teórica de 2.5:1, en la práctica parte de la combustión se realiza con oxígeno presente en el aire de modo que se consumen iguales cantidades de oxígeno y acetileno (relación 1:1).

2.4.2.4 Ventajas y aplicaciones del proceso

Ventajas

- El equipo es portátil.
- Económico.
- Puede ser utilizado en toda posición.

El proceso oxiacetilénico es normalmente utilizado para soldar metales de hasta 6.4 mm de espesor. Se pueden soldar metales de mayor espesor, pero esto no es recomendado si se desean obtener resultados óptimos.

Su mayor aplicación en la industria se encuentra en el campo de la mantención, reparación, soldadura de cañerías de diámetro pequeño y manufacturas livianas. También puede ser utilizado como fuente de energía calórica para calentar, doblar, forjar, endurecer, etc.

2.4.3 Riesgos y factores de riesgo

Proceso de soldar:

Tabla 12: Riesgos y factores de riesgos en el proceso de soldar

Riesgo	Factor de riesgo
Incendio y/o explosión	Durante los procesos de encendido o apagado, utilización incorrecta del soplete o terminal del electrodo, montaje incorrecto o en mal estado, falta de limpieza en el lugar de trabajo, proximidad de sustancias inflamables, proyección de partículas, entre otros.
Radiaciones	Exposición a radiaciones de distintas intensidades energéticas perjudiciales para los ojos (luz blanca o resplandor,

	rayos ultravioletas, rayos infrarrojos, etc.).
Quemaduras	Por salpicaduras de material incandescente, contacto con objetos calientes, mal manejo de soplete o terminal de electrodo, proyección de partículas, entre otros.
Exposición a humos y gases	Principalmente por sistema de extracción localizada inexistente o ineficiente, mala ventilación natural, mal posicionamiento del trabajador, entre otros.

2.4.3.1 Exposición ocupacional a humos de soldadura

Las operaciones de soldaduras están ampliamente expandidas en el ámbito industrial a lo largo de todo el territorio nacional. Como consecuencia de estas operaciones, los trabajadores, tanto soldador como otros trabajadores, están frecuentemente expuestos a humos y gases producto de soldadura. La composición de estos gases radica principalmente en la composición del metal base y el recubrimiento que este pueda tener, el material aportado (metal de aporte, fundente, etc.) y las características atmosféricas del lugar de trabajo (origen en parte de los gases nitrosos, ozono, monóxido de carbono, entre otros.)

La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) estima que en el mundo existen aproximadamente 11 millones de trabajadores con título de soldador, y alrededor de 110 millones de trabajadores adicionales que probablemente incurren en exposiciones relacionadas con soldaduras.

La carcinogenicidad de los humos de soldadura al arco fue evaluada por primera vez por la IARC en el año 1989 clasificándolos como “posiblemente cancerígenos para el humano” (Grupo A.2 según D.S. 594), basando su clasificación en que hasta

esa fecha contaban con una evidencia limitada en seres humanos y una evidencia inadecuada en animales experimentales. Sin embargo, en el año 2017 su clasificación cambio al grupo A.1, clasificándolos como “cancerígenos para los humanos”.

2.4.3.2 Contaminantes en humos de soldadura

Los contaminantes en humos de soldadura pueden ser variados y estos pueden ser divididos en 4 grupos:

Tabla 13: Contaminantes procedentes del metal base de las piezas

Operaciones	Metales base más frecuentes	Contaminantes característicos. Óxidos de:
Soldadura, corte, vaciado, relleno, etc. Por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del material base.	Aceros al carbono.	Hierro, Manganeso.
	Aceros aleados.	Hierro, Manganeso, Cromo, Níquel.
	Aceros inoxidables.	Hierro, Manganeso, Cromo, Níquel.
	Aluminio.	Aluminio.
	Bronces (según tipos).	Cobre, Estaño (Níquel, Plomo, Zinc, Berilio).
	Latón (latones aleados).	Cobre, Zinc, (Estaño, Manganeso, Plomo).
	Aleaciones cobre – berilio.	Cobre, Berilio.
	Plomo.	Plomo.

Fuente: Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2009). El soldador y los humos de soldadura.

Tabla 14: Contaminantes procedentes del recubrimiento de las piezas

Operaciones.	Recubrimientos más frecuentes.		Contaminantes característicos.
Soldadura y corte por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del recubrimiento de la pieza	Recubrimientos metálicos.	Galvanizado.	Óxido de zinc, óxido de plomo.
		Cromado.	Óxidos de cromo.
		Niquelado.	Óxido de níquel.
		Cobreado.	Óxido de cobre.
		Cadmiado.	Óxido de cadmio
	Recubrimientos con pinturas, barnices, resinas, plásticos, etc.	Todos.	Anhídrido carbónico, Monóxido de carbono. Mezclas complejas (*) de descomposición de productos orgánicos
		Pinturas en general	Óxidos de los metales de sus pigmentos
		Productos con minio.	Óxido de plomo
		Pinturas con cromatos.	Óxido de cromo, plomo y zinc.
	Impregnación de las piezas con residuos de fabricación.	Fluidos de corte. Aceites antioxidantes.	Anhídrido carbónico, monóxido de carbono, acroleína, mezclas complejas de descomposición

			de productos orgánicos.
		Disolventes clorados: Tricloroetileno, Percloroetileno, etc.	Fosgeno.
Montaje y desarme de equipos con aislamiento de amianto mediante soldadura y oxicorte.			Amianto.

Fuente: Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2009). El soldador y los humos de soldadura..

Tabla 15: Contaminantes procedentes de los materiales de aporte.

Materiales de aporte.	Tipo de soldadura.		Contaminantes característicos.
Varilla o alambre desnudo.	Con soplete (Autógena, oxigas, oxiacetilénica).		Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, estaño, berilio, manganeso, plata, plomo y cadmio.
Electrodo revestido	Arco manual --- Tipo de revestido	Todos.	Óxidos de hierro y manganeso.
		Ácidos.	Sílice amorfa.
		De rutilo.	Óxido de titanio
		Básico.	Fluoruros.
		Celulósico.	Monóxidos y dióxidos de carbono. (CO y CO ₂)
		Grafito cobreado.	Óxido de cobre. Monóxido y dióxido de carbono.
		Otros especiales	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, plomo, níquel y cromo.
Gases de combustión.	Oxigas.		Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en el

Gases de combustión.		oxígeno, y anhídrido carbónico (CO ₂).
	Oxiacetilénica (con acetileno obtenido del carburo cálcico).	Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja pureza.
Fundente, flux, decapante, termita.	Electrodo sumergido.	Fluoruros.
	Uso de decapantes ácidos.	Fluoruros, cloruros.
	Uso de bórax, carbonatos.	Óxidos alcalinos.
	Aluminotermia.	Óxidos de aluminio y de hierro

Fuente: Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2009). El soldador y los humos de soldadura.

Tabla 16: Contaminantes procedentes del aire y sus posibles impurezas

Operaciones.	Contaminantes Característicos.	Reacciones que los originan.
Todas, pero especialmente: Soldadura, corte y calentamiento por llama.	Óxidos de nitrógeno.	Oxidación del nitrógeno del aire.
Soldaduras al arco eléctrico: Electrodo, TIG, MIG, pasma, etc. Especialmente trabajando con piezas de aluminio.	Ozono.	Acción de las radiaciones ultravioletas 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: Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2009). El soldador y los humos de soldadura.

2.5 Normativa

2.5.1 Ley N.º 16.744, de 1968, del Ministerio del Trabajo y Prevención Social. “establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales”

Establece la obligatoriedad de seguro social contra accidentes del trabajo y enfermedades laborales. Tipifica los accidentes y enfermedades laborales y las diferentes prestaciones que recibirán las personas afectas a estas, así como los organismos fiscalizadores y administradores encargados de su funcionamiento.

2.5.2 Artículo 184, de 2002, del Ministerio del Trabajo y Prevención Social. “El empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, informando de los posibles riesgos y manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las faenas, como también los implementos necesarios para prevenir accidentes y enfermedades profesionales.”

2.5.2 D.S. 594, de 1999, del Ministerio de Salud “Aprueba reglamento sobre las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo”.

Establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica que se haya dictado o se dicte para aquellas faenas que requieren condiciones especiales. Establece, además, los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

También establece la obligatoriedad de la entrega y uso de los elementos de protección personal, y también información relevante de la prevención y protección contra incendios entregando con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego en el lugar de trabajo.

2.5.3 Ley N.º 20.001, de 2005, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. “regula el peso máximo de carga humana”.

Establece normas para la protección de los trabajadores de carga y descarga manual, que impliquen riesgos a la salud o a las condiciones físicas del trabajador, asociadas a las características y condiciones de la carga.

2.5.4 D.S. 63, de 2005, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. “Reglamento para la aplicación de la ley N.º 20.001, que regula el peso máximo de carga humana”

Este Reglamento tiene por objeto regular la normativa sobre:

- a) La exposición a los riesgos a la salud o a las condiciones físicas de los trabajadores, regidos por el Código del Trabajo, que efectúen manipulación manual inevitable de carga y descarga, y
- b) Las obligaciones del empleador, en la prevención, control, reducción y protección de los riesgos a los trabajadores que realizan estas labores.

2.2.5 D.S. 40, de 1969, Ministerio del Trabajo y Previsión Social. “Aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales”.

Establece las normas que regirán la aplicación del título VII, sobre prevención de riesgos profesionales y de las demás disposiciones sobre igual manera contenidas en la ley N.º 16.744, sobre seguro social contra riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades laborales. Asimismo, establece normas para la aplicación del artículo 184 del código del trabajo.

También indica la obligación de informar del empleador de manera oportuna y convenientemente a todos sus trabajadores de los riesgos que entrañan sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correctos.

Especialmente deben informar a los trabajadores acerca de elementos, productos, y sustancias que se deban utilizar en los procesos de producción o en su trabajo, sobre la identificación de los mismos (formulas, sinónimos, aspectos y olor), sobre los límites de exposición permisibles de los productos, acerca de los peligros para la salud y sobre las medidas de control y prevención que deben adoptar para evitar tales riesgos.

2.2.6 NCh. 2928, de 2005, Instituto Nacional de Normalización. “Prevención de riesgos – Seguridad en trabajos de soldadura, corte y procesos a fines – Especificaciones”.

Establece procedimientos y prácticas seguras para proteger a los usuarios de lesiones y enfermedades, y a la propiedad (incluyendo el equipo) de daño por incendio y explosiones que se producen con la soldadura, corte y procesos afines, materiales y equipos relacionados.

Su contenido también comprende información referente a medidas específicas de este tipo de trabajos en espacios confinados.

2.2.7 NCh. 1692, de 1980, Instituto Nacional de Normalización. “Protección de ojos – Filtros para soldaduras – Requisitos.”

Establece la designación y los requisitos de transmitancia que deben cumplir los filtros designados a proteger la vista y los ojos de los operadores manuales en las fases de soldadura y operaciones de corte con arco eléctrico o con gas.

También contiene una guía para la selección y uso de filtros para los operarios que realicen trabajos con soldadura y trabajos a fines. Abarcando diferentes técnicas de soldadura.

2.2.8 NCh. 1466, de 1978, Instituto Nacional de Normalización “Prevención de riesgos en los trabajos de corte y soldadura con gas – Aspectos generales”

Establece las condiciones y/o consideraciones mínimas que deben tenerse en cuenta para efectuar trabajos de corte y soldadura con gases.

También establece las condiciones y/o consideraciones mínimas que deben adoptarse cuando este tipo de actividad se realiza en espacios confinados, específicamente en los temas referentes a sistemas de ventilación y trabajos en talleres. También los componentes mínimos en cuanto a equipo protección personal para cortar o soldar con gas.

2.2.9 NCh. 1467, de 1978, Instituto Nacional de Normalización “Prevención de riesgos en los trabajos de corte y soldadura al arco – Aspectos generales”

Establece las condiciones y/o consideraciones mínimas que deben tenerse en cuenta para efectuar trabajos de corte y soldadura al arco.

También establece los componentes mínimos en cuanto a equipo de protección personal para cortar o soldar al arco.

3. METODOLOGIA

Este proyecto se estructurará en las siguientes etapas:

- Recolección de información.
- Estructuración de herramientas de evaluación de riesgos.
- Inspección en terreno.
- Evaluación y confección de medidas preventivas.
- Informar riesgos y medidas preventivas a los trabajadores.

3.1 Recolección de información.

En esta primera etapa se estudió la información referente a los riesgos asociados a trabajos en espacios confinados de las diferentes fuentes legales que rigen actualmente en el territorio nacional, haciendo especial énfasis en los trabajos de soldaduras realizados en fosas o pozos en el rubro automotriz, específicamente en la reparación del sistema de escape de automóviles. Estas fuentes varían desde:

- Leyes.
- Normas chilenas (normas técnicas elaboradas por el Instituto Nacional de Normalización).
- Decretos Supremos.
- Notas técnicas elaboradas por mutualidades.

La recolección de datos referente a la generación de gases y humos en los procesos realizados en cada establecimiento se establecerá de acuerdo los parámetros teóricos de generación en base a las sustancias utilizadas en cada actividad. Esto se debe a las precarias o nulas herramientas preventivas existentes en los lugares de trabajo para este tipo de mediciones. Para lo anterior la composición de los

humos generados por trabajos de soldadura se establecerán por lo siguientes parámetros:

- Procedentes del material base de las piezas soldadas.
- Procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas.
- Procedentes del material de aporte usados en el proceso de soldadura.
- Procedente de aire y de sus posibles impurezas.

También se definirán los establecimientos en que se llevara a cabo este proyecto para los cuales cualquiera de estos debe cumplir:

- Realizar trabajos dentro de pozos o fosas en el rubro automotriz.
- Realizar trabajos de soldadura oxiacetilénica o arco manual.

3.2 Estructuración de herramientas de evaluación de riesgos.

En esta etapa se confeccionarán herramientas con las que podremos lograr evaluaciones más eficientes, y así, identificar las falencias de cada establecimiento evaluado, estas herramientas consisten en:

- Entrevista a trabajadores
- Check list: EPP para trabajos de soldaduras.
- Check list: Equipo sistema soldadura arco manual.
- Check list: Equipo sistema soldadura Oxiacetilénica.
- Check list: Tipos de riesgos presentes.

3.3 Inspección en terreno.

Se realizarán visitas a los establecimientos previamente seleccionados donde se aplicarán las herramientas de evaluación de riesgos detallados en el punto anterior (3.2). con el fin de obtener la mayor información posible en cuanto a actividades desarrolladas, sustancias y/o herramientas utilizadas para realizarlas.

- Se aplicarán las herramientas de evaluación. (3.2).

3.4 Evaluación y medidas preventivas.

En esta etapa se realizará la evaluación de las herramientas aplicadas durante las inspecciones en terreno, con el fin de identificar todos los riesgos presentes en los espacios confinados presente en los establecimientos muestra. En base a lo anterior se generará una propuesta de:

- Medidas preventivas.

Estas medidas preventivas tendrán como objetivo minimizar al máximo los riesgos detectados, de manera que el trabajador pueda realizar sus actividades de una forma segura, respecto a los peligros que estará expuesto.

4. RESULTADOS

4.1 Recolección de información

4.1.1 Criterios de selección de muestra

Los criterios establecidos para la selección de los establecimientos a estudiar corresponden a los siguientes:

- Pertenecer a la comuna de Recoleta.
- Realizar trabajos dentro de fosas.
- Realizar trabajos de soldadura al menos con uno de estos sistemas:
 - a) Sistema oxiacetilénico
 - b) Sistema arco manual

Lo criterios establecidos; los establecimientos muestra seleccionados para este proyecto corresponden a pequeños talleres de reparación y cambio del sistema de evacuación de gases en automóviles (tubos de escape), que para ello hacen uso de un espacio confinado, en este caso un fosa o pozo. Y además realizan trabajos de soldadura.

Los establecimientos muestra, pertenecen a la comuna de Recoleta, ubicada en el sector norte de la ciudad de Santiago. Es parte de la Provincia de Santiago, perteneciente a la Región Metropolitana de Santiago.

Datos geográficos comuna de Recoleta:

- Superficie: 16.00 km²
- Altitud: 528 metros
- Población: 148.220 habitantes

Figura 12: Recoleta entre comunas de Santiago.



Fuente: Delegación provincial de Santiago (delegacionsantiago.gov.cl)

4.1.2 Establecimientos muestra

A)

Tabla 17: Taller el Condor

Nombre	Taller el Condor
Actividad	Taller de soldadura, especialistas en sistemas de escape de gases en automóviles.
Dirección	Av. Recoleta 4010.
Número de trabajadores	2

B)

Tabla 18: Escapes Jorge

Nombre	E.J. Escapes Jorge
Actividad	Taller de soldadura, especialistas en sistemas de escape de gases en automóviles.
Dirección	Av. Recoleta 3564.
Número de trabajadores	3

C)

Tabla 19: Escapes Carlitos

Nombre	Escapes Carlitos
Actividad	Taller de soldadura, especialistas en sistemas de escape de gases en automóviles.
Dirección	Av. Recoleta 3402
Número de trabajadores	2

4.1.3 Criterios de Elección de EPP

4.1.3.1 Filtros para soldaduras (Protección ocular)

Elemento encargado de protección ocular, específicamente reduce la intensidad de luz del espectro visible y la radiación ultravioleta e infrarroja.

Los filtros en el mercado nacional están enumerados en una escala basada en porcentaje de los espectros de luz ya mencionados que pasa a través del filtro (transmitancia).

Para la elección de los filtros adecuados para trabajos en soldadura se establecerán los criterios establecidos en la Norma Chilena Oficial NCh. 1692 de 1980.

Tabla 20: Requisitos de transmitancia de los filtros.

Número de escala	Transmitancia máxima en el espectro ultravioleta (UV)		Transmitancia luminosa o visible		Valor medio máximo de transmitancia en el espectro infrarrojo (IR)	
	$\tau (\lambda)$		τ_V		τ_{NIR}	τ_{MIR}
	313 nm %	365 nm %	Máximo %	Mínimo %	IR Proximo de 1 300 a 780 nm %	IR Medio de 2 000 a 1 300 nm %
1.2	0,000 3	50	100	74,4	37	37
1.4	0,000 3	35	74,4	58,1	33	33
1.7	0,000 3	22	58,1	43,2	26	26
2.0	0,000 3	14	43,2	29,1	21	13
2.5	0,000 3	6,4	29,1	17,8	15	9,6
3	0,000 3	2,8	17,8	8,5	12	8,5
4	0,000 3	0,95	8,5	3,2	6,4	5,4
5	0,000 3	0,30	3,2	1,2	3,2	3,2
6	0,000 3	0,10	1,2	0,44	1,7	1,9
7	0,000 3	0,037	0,44	0,16	0,81	1,2
8	0,000 3	0,013	0,16	0,061	0,43	0,68
9	0,000 3	0,004 5	0,061	0,023	0,20	0,39
10	0,000 3	0,001 6	0,023	0,008 5	0,10	0,25
11	Valor menor o igual a la transmitancia permitida para 365 nm	0,000 60	0,008 5	0,003 2	0,050	0,15
12		0,000 20	0,003 2	0,001 2	0,027	0,096
13		0,000 076	0,001 2	0,000 44	0,014	0,060
14		0,000 027	0,000 44	0,000 16	0,007	0,04
15		0,000 009 4	0,000 16	0,000 061	0,003	0,02
16		0,000 003 4	0,000 061	0,000 023	0,003	0,02

Fuente: Instituto Nacional de Normalización (1980). Protección de los ojos – Filtros para soldadura - Requisitos. (NCh1692)

Existen diversos parámetros que inciden innegablemente en la elección de un filtro, pero es difícil de evaluar. Estos son principalmente:

- La posición del operador en relación con la llama o arco.
- Iluminación local.
- El factor humano.

Por estas diversas razones (dificultad de evaluar), la norma NCh 1692 indica los parámetros para la protección individual de operadores con vista normal, que efectuar manualmente trabajos específicos.

Las tablas para elección de filtro están basadas de la siguiente manera:

- Para la soldadura con gas y técnicas similares como soldadura blanca y corte térmico. Se basa en el flujo del gas.
- Para soldadura con arco, corte con arco y corte térmico con plasma. Se basa en la intensidad de la corriente expresada en amperes y en el metal base dependiendo del sistema de arco utilizado.

Tabla 21: Escalas* de protección para soldadura con gas y soldadura blanca o fuerte

Trabajo por hacer	ℓ = flujo de acetileno, en litros por hora			
	$\ell \leq 70$	$70 < \ell \leq 200$	$200 < \ell \leq 800$	$\ell > 800$
Soldadura blanda o fuerte de metales pesados	4	5	6	7
Soldadura con fundentes (especialmente aleaciones ligeras).	4 a	5 a	6 a	7 a

^{*)} Según las condiciones de uso, se puede usar la escala inmediatamente superior o inferior.

Fuente: Instituto Nacional de Normalización (1980). Protección de los ojos – Filtros para soldadura - Requisitos. (NCh1692)

Tabla 22: Escala* protección para el oxicorte

Trabajo por efectuar	Flujo de oxígeno, en litros por hora		
	900 a 2 000	2 000 a 4 000	4 000 a 8 000
Oxicorte	5	6	7

^{*)} Según las condiciones de uso, se puede usar la escala inmediatamente superior o inferior

Fuente: Instituto Nacional de Normalización (1980). Protección de los ojos – Filtros para soldadura - Requisitos. (NCh1692)

Nota: 900-2000 y 2000 – 8000 litros de oxígeno por hora, corresponden al empleo de boquillas de corte de 1.5 y 2mm respectivamente.

Tabla 23: Escalas de protección para la soldadura y el corte con arco eléctrico

Uso	I = Intensidad de la corriente en amperes																								
	10	15	20	30	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500					
Electrodos revestidos				9				10				11				12				13				14	
MIG sobre metales pesados **)							10				11				12				13				14		
MIG sobre aleaciones ligeras							10				11				12				13				14	15	
TIG sobre metales y aleaciones	9				10				11				12				13				14				
MAG							10				11				12				13				14	15	
Corte con arco y chorro de aire										10			11			12			13			14			15

*) Según las condiciones de uso, puede usarse la escala inmediatamente superior o inferior.

**) La expresión metales pesados cubre los aceros, los aceros aleados, el cobre y sus aleaciones, etc.

Fuente: Instituto Nacional de Normalización (1980). Protección de los ojos – Filtros para soldadura - Requisitos. (NCh1692)

El recurso de un filtro con número de escala más elevado que el recomendado, no aseguraría, en la práctica, una mejor protección y representaría, al contrario, inconvenientes. Puede resultar peligroso usar un filtro demasiado opaco, forzando al operador a permanecer demasiado cerca de la fuente de radiación, lo que también sería una desventaja desde el punto de vista de la higiene respiratoria.

4.1.4 Contaminantes de la atmosfera de trabajo.

4.1.4.1 Humos de soldadura

Los humos de soldadura son una mezcla de partículas y gases generados por el fuerte calentamiento de las sustancias presentes en el entorno del punto de soldadura o de oxicorte. La composición de estos humos puede ser variada y su procedencia es principalmente de: (tablas 12,13,14,15).

- Procedentes del material base de las piezas soldadas.
- Procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas.

- Procedentes del material de aporte usados en el proceso de soldadura.
- Procedente de aire y de sus posibles impurezas.

Un solo soldador produce entre 20 g. y 40 g. de polvo metálico por hora (Nederman, soluciones industriales), (proveniente de los humos metálicos y gases de soldadura), es decir que por año produciría aproximadamente entre:

$$20 \frac{g}{h} \times \frac{8h}{1 \text{ dia}} \times \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ año}} = 38.4 \text{ Kg/año}; \mathbf{y}$$

$$40 \frac{g}{h} \times \frac{8h}{1 \text{ dia}} \times \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ ano}} = 76.8 \text{ Kg/año}$$

Este cálculo está proyectado tomando los valores de una jornada laboral de 8 horas diarias y trabajando 5 días por semana. Calculando el máximo posible de producción de polvo metálico por un solo trabajador durante un año.

A) Taller el Condor

Este taller cuenta con solo un trabajador que realiza trabajos de soldaduras, realizando en promedio 3 trabajos de soldadura diarios con una duración de 30min aproximadamente cada uno.

Tabla 24: Producción de polvo metálico por soldaduras “Taller el cóndor”.

Jornada laboral.	8 horas.
Días trabajados (en una semana).	6 días.
Tiempo de trabajos en soldadura.	1.5 horas/día.
Producción de polvo metálico por día.	30 – 60 g/día.
Producción de polvo metálico por mes.	720 – 1440 g/mes.
Producción de polvo metálico por año.	8640 – 17280 g/año.

B) E.J. Escapes Jorge

Este taller cuenta con dos trabajadores que realizan trabajos en soldadura y un ayudante que comparte labores con ambos soldadores. En conjunto realizan en promedio 5 trabajos diarios, con una duración aproximada de 40 minutos cada uno.

Tabla 25: Producción de polvo metálico por soldaduras “E.J. Escapes Jorge”.

Jornada laboral.	8 horas
Días trabajados (en una semana).	6 días
Tiempo de trabajos en soldadura.	3.33 horas/día.
Producción de polvo metálico por día.	66.6 – 133.2 g/día.
Producción de polvo metálico por mes.	1598.4 – 3196.8 g/mes.
Producción de polvo metálico por año.	19180.8 – 38361.6 g/año.

C) Escapes Carlitos

Este taller cuenta con 2 trabajadores que realizan trabajos en soldadura. Durante su jornada laboral realizan en promedio 4 trabajos diarios, con una duración aproximada de 45 minutos cada uno.

Tabla 26: Producción de polvo metálico por soldaduras “Escapes Carlitos”.

Jornada laboral.	8 horas.
Días trabajados (en una semana).	6 días.
Tiempo de trabajos en soldadura.	3 horas/día.
Producción de polvo metálico por día.	60 – 120 g/día.
Producción de polvo metálico por mes.	1440 – 2880 g/mes.
Producción de polvo metálico por año.	17280 – 34560 g/año.

4.1.4.2 Composición Humos de soldadura.

El análisis de la composición de los humos de soldadura para cada establecimiento muestra, para este estudio, se basa en los componentes de los materiales utilizados para la realización de sus procedimientos, divididos en 4 grupos

- Procedentes del material base de las piezas soldadas.
- Procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas.
- Procedentes del material de aporte usados en el proceso de soldadura.
- Procedente de aire y de sus posibles impurezas.

A) Taller el cóndor

Este establecimiento utiliza dos tipos de sistemas de soldadura diferentes, por lo que para establecer la composición de los humos de soldadura generada se deben analizar ambos sistemas por forma separada.

A.1 Contaminante soldadura arco manual

Tabla 27: Materiales utilizados “Taller el cóndor”

Soldadura arco manual	
Material base de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none">• Acero inoxidable.• Acero al carbón.
Recubrimiento de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none">• Cromo.• Pinturas.• Aluminizado.
Material de aporte (Tipo de electrodo)	<ul style="list-style-type: none">• E6010• E6011

- **Contaminantes procedentes del material base de las piezas soldadas.**

Los sistemas de escape, que están encargados de liberar los gases producidos por la combustión en el motor a la superficie están fabricados en su gran mayoría por 2 tipos de metales, acero inoxidable y acero al carbono (serie 400).

Tabla 28: Contaminantes generados por metal base “Taller el cóndor”.

Metal base	Contaminantes generados
<ul style="list-style-type: none"> • Acero inoxidable. 	Óxidos de Hierro, Manganeso
<ul style="list-style-type: none"> • Acero al carbón. 	Óxidos de Hierro, Manganeso, Cromo, Níquel.

- **Contaminantes procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas.**

Los recubrimientos de las piezas soldadas en este rubro están constituidos por aceros aluminizados, Cromados y pinturas ya sea con el fin de mejorar la resistencia al deterioro por oxidación como para darle una mejor apariencia a la vista.

Tabla 29: Contaminantes generados por recubrimiento de las piezas soldadas “Taller el cóndor”.

Recubrimiento.	Contaminantes generados.
<ul style="list-style-type: none"> • Cromo. 	Óxidos de cromo.
<ul style="list-style-type: none"> • Aluminio. 	Óxidos de aluminio y hierro
<ul style="list-style-type: none"> • Pinturas. 	Monóxido de carbono.

- **Contaminantes procedentes del material de aporte.**

En cuanto a material de aporte en el sistema de soldadura arco manual nos referimos netamente a los electrodos revestidos, revestimiento que de acuerdo a su tipología generara diferentes tipos de contaminantes

Tabla 30: Contaminantes generados por el material de aporte “Taller el cóndor”

Material de aporte	Tipo	Contaminantes que generan
<ul style="list-style-type: none"> Electrodo – E6010 	Celulósico	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de hierro, óxido de manganeso.
<ul style="list-style-type: none"> Electrodo – E6011 	Celulósico	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de hierro, óxido de manganeso.

- Contaminantes formados a partir del aire.

Tabla 31: Contaminantes generados a partir del aire “Taller el cóndor”

Contaminantes generados	Reacciones que lo originan
Óxidos de nitrógeno.	Oxidación del nitrógeno en el aire.
Ozono.	Acción de las radiaciones ultravioletas sobre el oxígeno del aire.

A.2 Contaminantes soldadura oxiacetilénica

Tabla 32: Materiales utilizados “Taller el cóndor”

Soldadura oxiacetilénica	
Material base de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> Acero inoxidable. Acero al carbón.
Recubrimiento de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> Cromo. Pinturas. Aluminizado.
Material de aporte	<ul style="list-style-type: none"> Acetileno. Oxígeno. Alambre negro de bajo carbono

- **Contaminantes procedentes del material base, recubrimiento de las piezas soldadas y contaminantes generados a partir del aire**

Debido a que los materiales de base y el recubrimiento de las piezas soldadas que pueden verse presentes en los trabajos de soldadura oxiacetilénica son las mismas para trabajos de soldadura arco manual, generarán los mismos tipos de contaminantes por el calentamiento de las sustancias presentes (tabla 25 y 26). Mismo caso para los contaminantes generados a partir del aire (tabla 28)

- **Contaminantes procedentes del material de aporte.**

Tabla 33: Contaminantes generados por el material de aporte “Taller el cóndor”

Material de aporte	Contaminantes que generan
Acetileno	Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja pureza.
Oxígeno	Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en el oxígeno, y dióxido de carbono.
Alambre negro de bajo carbono	Oxido de manganeso, monóxido de carbono, dióxido de carbono.

B) E.J. Escapes Jorge

Este establecimiento utiliza dos tipos de sistemas de soldadura diferentes, por lo que para establecer la composición de los humos de soldadura generada se deben analizar ambos sistemas por forma separada.

B.1 Contaminante soldadura arco manual

Tabla 34: Materiales utilizados “E.J. Escapes Jorge”

Soldadura arco manual	
Material base de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> • Acero inoxidable. • Acero al carbón.
Recubrimiento de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> • Cromo. • Pinturas. • Aluminizado.
Material de aporte (Tipo de electrodo)	<ul style="list-style-type: none"> • E6010 • E6011 • ENi-CI

- **Contaminantes procedentes del material base de las piezas soldadas.**

Los sistemas de escape, que están encargados de liberar los gases producidos por la combustión en el motor a la superficie están fabricados en su gran mayoría por 2 tipos de metales, acero inoxidable y acero al carbono (serie 400).

Tabla 35: Contaminantes generados por metal base “E.J. Escapes Jorge”.

Metal base	Contaminantes generados
Acero inoxidable.	Óxidos de Hierro, Manganeso
Acero al carbón.	Óxidos de Hierro, Manganeso, Cromo, Níquel.

- **Contaminantes procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas.**

Los recubrimientos de las piezas soldadas en este rubro están constituidos por aceros aluminizados, Cromados y pinturas ya sea con el fin de mejorar la resistencia al deterioro por oxidación como para darle una mejor apariencia a la vista.

Tabla 36: Contaminantes generados por recubrimiento de las piezas soldadas “E.J. Escapes Jorge”

Recubrimiento.	Contaminantes generados.
Cromo.	Óxidos de cromo.
Aluminio.	Óxidos de aluminio y hierro
Pinturas.	Monóxido de carbono.

- **Contaminantes procedentes del material de aporte.**

En cuanto a material de aporte en el sistema de soldadura arco manual nos referimos netamente a los electrodos revestidos, revestimiento que de acuerdo a su tipología generara diferentes tipos de contaminantes

Tabla 37: Contaminantes generados por el material de aporte “E.J. Escapes Jorge”

Material de aporte	tipo	Contaminantes que generan
Electrodo E6010	Celulósico	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de hierro, óxido de manganeso.
Electrodo E6011	Celulósico	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de hierro, óxido de manganeso.
Electrodo ENi-CI	Níquel	Óxido de níquel, óxido de hierro, óxido de manganeso.

- **Contaminantes formados a partir del aire.**

Tabla 38: Contaminantes generados a partir del aire “E.J. Escapes Jorge”

Contaminantes generados	Reacciones que lo originan
Óxidos de nitrógeno.	Oxidación del nitrógeno en el aire.
Ozono.	Acción de las radiaciones ultravioletas sobre el oxígeno del aire.

B.2 Contaminantes soldadura oxiacetilénica

Tabla 39: Materiales utilizados “E.J. Escapes Jorge”

Soldadura oxiacetilénica	
Material base de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> • Acero inoxidable. • Acero al carbón.
Recubrimiento de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> • Cromo. • Pinturas. • Aluminizado.
Material de aporte	<ul style="list-style-type: none"> • Acetileno. • Oxígeno. • Alambre negro de bajo carbono

- **Contaminantes procedentes del material base, recubrimiento de las piezas soldadas y contaminantes generados a partir del aire**

Debido a que los materiales de base y el recubrimiento de las piezas soldadas que pueden verse presentes en los trabajos de soldadura oxiacetilénica son las mismas para trabajos de soldadura arco manual, generarán los mismos tipos de contaminantes por el calentamiento de las sustancias presentes (tabla 32 y 33). Mismo caso para los contaminantes generados a partir del aire (tabla 35)

- **Contaminantes procedentes del material de aporte.**

Tabla 40: Contaminantes generados por el material de aporte “E.J. Escapes Jorge”

Material de aporte	Contaminantes que generan
Acetileno	Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja pureza.
Oxígeno	Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en el oxígeno, y dióxido de carbono.
Alambre negro de bajo carbono	Oxido de manganeso, monóxido de carbono, dióxido de carbono.

C) Taller Carlitos

Este establecimiento utiliza dos tipos de sistemas de soldadura diferentes, por lo que para establecer la composición de los humos de soldadura generada se deben analizar ambos sistemas por forma separada.

C.1 Contaminante soldadura arco manual

Tabla 41: Materiales utilizados “Escapes Carlitos”

Soldadura arco manual	
Material base de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> • Acero inoxidable. • Acero al carbón.
Recubrimiento de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> • Cromo. • Pinturas. • Aluminizado.
Material de aporte (Tipo de electrodo)	<ul style="list-style-type: none"> • E6011 • E7018 • ENi-CI

- **Contaminantes procedentes del material base de las piezas soldadas.**

Los sistemas de escape, que están encargados de liberar los gases producidos por la combustión en el motor a la superficie están fabricados en su gran mayoría por 2 tipos de metales, acero inoxidable y acero al carbono (serie 400).

Tabla 42: Contaminantes generados por metal base “Escapes Carlitos”.

Metal base	Contaminantes generados
<ul style="list-style-type: none"> • Acero inoxidable. 	Óxidos de Hierro, manganeso
<ul style="list-style-type: none"> • Acero al carbón. 	Óxidos de hierro, manganeso, cromo, níquel.

- **Contaminantes procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas.**

Los recubrimientos de las piezas soldadas en este rubro están constituidos por aceros aluminizados, Cromados y pinturas ya sea con el fin de mejorar la resistencia al deterioro por oxidación como para darle una mejor apariencia a la vista.

Tabla 43: Contaminantes generados por recubrimiento de las piezas soldadas “Escapes Carlitos”.

Recubrimiento.	Contaminantes generados.
<ul style="list-style-type: none"> • Cromo. 	Óxidos de cromo.
<ul style="list-style-type: none"> • Aluminio. 	Óxidos de aluminio y hierro
<ul style="list-style-type: none"> • Pinturas. 	Monóxido de carbono.

- **Contaminantes procedentes del material de aporte.**

En cuanto a material de aporte en el sistema de soldadura arco manual nos referimos netamente a los electrodos revestidos, revestimiento que de acuerdo a su tipología generara diferentes tipos de contaminantes

Tabla 44: Contaminantes generados por el material de aporte “Escapes Carlitos”

Material de aporte	Tipo	Contaminantes que generan
<ul style="list-style-type: none"> Electrodo – E6010 	Celulósico	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de hierro, óxido de manganeso.
<ul style="list-style-type: none"> Electrodo – E7018 	Celulósico	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxido de hierro, óxido de manganeso.
<ul style="list-style-type: none"> Electrodo – Ni-Cl 	Níquel	Óxido de níquel, óxido de hierro, óxido de manganeso.

- Contaminantes formados a partir del aire.

Tabla 45: Contaminantes generados a partir del aire “Escapes Carlitos”

Contaminantes generados	Reacciones que lo originan
Óxidos de nitrógeno.	Oxidación del nitrógeno en el aire.
Ozono.	Acción de las radiaciones ultravioletas sobre el oxígeno del aire.

C.2 Contaminantes soldadura oxiacetilénica

Tabla 46: Materiales utilizados “Escapes Carlitos”

Soldadura oxiacetilénica	
Material base de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> Acero inoxidable. Acero al carbón.
Recubrimiento de las piezas soldadas	<ul style="list-style-type: none"> Cromo. Pinturas. Aluminizado.
Material de aporte	<ul style="list-style-type: none"> Acetileno.

	<ul style="list-style-type: none"> • Oxígeno. • Alambre negro de bajo carbono.
--	--

- **Contaminantes procedentes del material base, recubrimiento de las piezas soldadas y contaminantes generados a partir del aire**

Debido a que los materiales de base y el recubrimiento de las piezas soldadas que pueden verse presentes en los trabajos de soldadura oxiacetilénica son las mismas para trabajos de soldadura arco manual, generarán los mismos tipos de contaminantes por el calentamiento de las sustancias presentes (tabla 39 y 40). Mismo caso para los contaminantes generados a partir del aire (tabla 42)

- **Contaminantes procedentes del material de aporte.**

Tabla 47: Contaminantes generados por el material de aporte “Escapes Carlitos”

Material de aporte	Contaminantes que generan
Acetileno	Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja pureza.
Oxígeno	Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en el oxígeno, y dióxido de carbono.
Alambre negro de bajo carbono	Oxido de manganeso, monóxido de carbono, dióxido de carbono.

4.1.4.3 Gases emitidos por vehículos.

Los trabajos que se realizan en todos los establecimientos seleccionados para este estudio, se centran en la reparación o cambio de componentes del sistema de escape de gases resultantes de la combustión realizada en el motor de vehículos. Si bien, los vehículos deben estar la mayor parte del tiempo con el motor apagado,

estos deben ser encendidos y acelerados con el fin de detectar fisuras donde el sistema pudiese estar filtrando gases.

Es por lo anterior, que los gases generados por vehículos de combustión en base a combustibles fósiles se deben considerar para determinar todos posibles contaminantes que podrían contener las atmósferas de los espacios confinados utilizados para realizar este tipo de trabajos (reparación o cambio de componentes en el sistema de escapes de vehículos).

Tabla 48: Contaminantes emitidos por vehículos y sus efectos.

Contaminante	Efectos
Monóxido de carbono (CO).	Gas venenoso que combinado con la hemoglobina de la sangre; reduce, en última instancia, el flujo de oxígeno necesario para las actividades corporales.
Hidrocarburos (HC).	Moléculas orgánicas precursoras de la formación de ozono, que pueden ser tanto tóxicas como carcinógenas y los hidrocarburos quemados parcialmente que originan el hollín.
Bióxido de azufre (SO ₂).	reacciona con la humedad para generar lluvia ácida y partículas que afectan las vías respiratorias. Este gas reduce también la eficiencia del catalizador instalado en los vehículos.
Óxidos de nitrógeno (NO _x).	precursores del ozono e irritantes de las vías respiratorias; reaccionan con la humedad para formar lluvia ácida y propician la generación de partículas.

Fuente: Emisiones vehiculares, 2000, Instituto de Física, UNAM

4.1.4.4 Resumen de posibles contaminantes presentes en la atmosfera de trabajo por trabajos de soldadura.

Luego de analizar los resultados obtenidos en cuanto a la composición de los humos de soldadura generados en cada establecimiento, se puede concluir que los posibles contaminantes presentes en cada una de las 3 atmosferas estudiadas son los mismos, ya que el material base y recubrimiento de las piezas a soldar presentan las mismas composiciones y que los contaminantes que se pueden generar a partir del aire presente en la atmosfera son idénticos.

Respecto a los contaminantes generados a partir del material de aporte, a pesar de que los establecimientos estudiados, varían en la utilización de distintos tipos de electrodo según la clasificación AWS, los contaminantes generados por están presentes en las tres atmosferas debido al producto de los otros factores que influyen en la producción de estos. El electrodo ENi-CI utilizado en dos establecimientos generará oxido de níquel, el cual estará presente, de igual forma, en las tres atmosferas debido al trabajo en aceros al carbón.

Tabla 49: Contaminantes por metal base a soldar

	Taller el cóndor	E.J Escapes Jorge	Escapes Carlitos
Óxido de manganeso			
Óxido de hierro			
Óxido de cromo			
Óxido de níquel			

*  Contaminante presente  Contaminante ausente

Tabla 50: Contaminantes por recubrimiento de piezas a soldar

	Taller el cóndor	E.J Escapes Jorge	Escapes Carlitos
Óxido de cromo.			
Óxido de aluminio.			
Óxido de hierro.			
Monóxido de carbono.			

*  Contaminante presente  Contaminante ausente

Tabla 51: Contaminantes por material de aporte

	Taller el cóndor	E.J Escapes Jorge	Escapes Carlitos
Monóxido de carbono.			
Dióxido de carbono.			
Óxido de hierro.			
Óxido de níquel.			
Oxido de manganeso.			

*  Contaminante presente  Contaminante ausente

Tabla 52: Contaminantes formados a partir del aire

	Taller el cóndor	E.J Escapes Jorge	Escapes Carlitos
Óxidos de nitrógeno.			
Ozono.			

*  Contaminante presente  Contaminante ausente

Tabla 53: Riesgos para la salud de contaminantes identificados por trabajos de soldadura.

Contaminantes	Efectos agudos	Efectos crónicos
Oxido de manganeso	<ul style="list-style-type: none"> Irritación del tracto respiratorio y ojos. Puede causar “fiebre de los humos metálicos” con síntomas parecidos a la influenza, incluyendo sabor metálico. 	<ul style="list-style-type: none"> Clasificado como NO carcinógeno. Puede provocar daños cerebrales.
Óxido de hierro	<ul style="list-style-type: none"> Puede causar “fiebre de los humos metálicos”. 	<ul style="list-style-type: none"> Clasificado como NO carcinógeno. Decoloración de ojos, causando tinción permanente por el hierro. Puede causar neumoconiosis (Siderosis).
Oxido de cromo	<ul style="list-style-type: none"> Irritación de ojos. Irritación de piel. 	<ul style="list-style-type: none"> Clasificado como NO carcinógeno. Alergias en la piel con picazón, enrojecimiento y o

		salpullido tipo eccema.
Oxido de níquel	<ul style="list-style-type: none"> • Irritación de piel. • Irritación de ojos • Irritación del tracto respiratorio, causando tos y respiración con silbido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificado como CARCINÓGENO. • Alergia a la piel con picazón y erupciones. • Alergia tipo asmático. • Podría causar lesión o perforación en el “hueso” (septo) que divide la parte interna de la nariz.
Oxido de aluminio	<ul style="list-style-type: none"> • Irritación de piel. • Irritación de ojos. • Irritación del tracto respiratorio. Causando tos, respiración con silbido o falta de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificado como NO carcinógeno. • Exposición repetida puede llevar a daño pulmonar.
Monóxido de carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor de cabeza • Mareos • Sensación de desvanecimiento o cansancio • Somnolencia, convulsiones y pérdida del conocimiento. • Disminución de la capacidad sanguínea para transportar oxígeno, causando dificultades respiratorias, insuficiencia respiratoria aguda, convulsiones, coma y la muerte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificado como NO carcinógeno. • Puede ser un TERATOGENO ya que este lo es en animales. • Indicios limitados que podría causar daños en el aparato reproductor masculinos en animales (incluso disminución de espermatozoides). • Puede afectar al corazón y causar daño al sistema nervioso.
Dióxido de carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para respirar. • Espasmos musculares. • Aumento de presión arterial. • Dolor de cabeza. • Pérdida del conocimiento. • Muerte incluso si se mantienen los niveles de oxígeno normales 21%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificado como NO carcinógeno. • Causar daño al sistema nervioso.
Óxido nitroso	<ul style="list-style-type: none"> • Irritación de ojos • Irritación en el tracto respiratorio causando tos o falta de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificada como SOSPECHOSA DE SER CARCINÓGENO. • Puede ser un TERATOGENO ya que este lo es en animales.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sensación de desvanecimiento, mareo y somnolencia. • Desmayos, hasta la muerte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños al sistema nervioso, causando entumecimiento, hormigueo o debilidad en manos y las piernas. • Daños a los glóbulos rojos • Daños al hígado y riñón.
Ozono	<ul style="list-style-type: none"> • Irritación de nariz y garganta. • Dolor de cabeza. • Malestar estomacal. • Vómitos. • Dolor u opresión de pecho. • Irritación de pulmones, tos, falta de aire. • Acumulación de líquidos en los pulmones (edema pulmonar). 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificada como SOSPECHOSA DE SER CARCINÓGENO. • Causar daño al feto en desarrollo. • Daño pulmonar.

Fuente: Hojas informativas, New Jersey Department of Health and senior services.

4.2 Herramientas de evaluación de riesgos.

4.2.1 Entrevistas a trabajadores

Análisis e interpretación de respuestas

Se realiza el análisis de las respuestas aplicadas a todo el personal que se encuentra en las áreas de trabajo de los establecimientos, y en base a las respuestas proporcionadas por los mismos, se analizarán los datos de forma cuantitativa y cualitativamente. Datos, los cuales facilitarán el desarrollo del análisis y nos darán una idea global de las falencias en cada uno de los establecimientos evaluados.

4.2.1.1 Análisis de los resultados de la entrevista realizada a los representantes legales (Dueños).

Tabla 54: Entrevista “Taller el cóndor”

Pregunta.	Interpretación.
1. ¿Tiene conocimiento que dentro de su empresa se realizan	<ul style="list-style-type: none"> • No tengo conocimientos de que es un espacio confinado.

<p>trabajos dentro de espacios confinados?</p>	
<p>2. ¿Qué opina usted que se realice un estudio de riesgos y la generación de medidas preventivas en los trabajos realizados en espacios confinados dentro de su empresa?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Una buena oportunidad para informarse de los peligros que nos encontramos expuestos.
<p>3. ¿Para que serviría la realización de este proyecto dentro de su empresa?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Este proyecto serviría para mejorar la seguridad de quienes trabajamos en este rubro.
<p>4. ¿Sabe usted que tipos de gases se generan durante los trabajos de soldadura realizados dentro de su empresa y las consecuencias que estos podrían tener en toda persona que se encuentre expuesto a estos?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tengo el conocimiento de que se generan gases, pero desconozco que tipo de gases son ni las consecuencias que estos podrían generar en la salud de las personas.
<p>5. ¿Cree que a los trabajadores se les brindan los elementos de protección personal adecuados y</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creo que son suficientes, la verdad no tengo claro cuáles son los elementos de protección

suficientes en relación a los riesgos a los cuales se encuentran expuestos durante la jornada de trabajo?	personal que deberían utilizar para que sea suficiente.
---	---

Tabla 55: Entrevista “E.J. Escapes Jorge”

Pregunta.	Interpretación.
1. ¿Tiene conocimiento que dentro de su empresa se realizan trabajos dentro de espacios confinados?	<ul style="list-style-type: none"> No tengo conocimientos de que es un espacio confinado.
2. ¿Qué opina usted que se realice un estudio de riesgos y la generación de medidas preventivas en los trabajos realizados en espacios confinados dentro de su empresa?	<ul style="list-style-type: none"> Me parece una excelente medida para disminuir las probabilidades de accidentes dentro de la empresa.
3. ¿Para que serviría la realización de este proyecto dentro de su empresa?	<ul style="list-style-type: none"> Este proyecto serviría para aumentar la seguridad para trabajadores y clientes.
4. ¿Sabe usted que tipos de gases se generan durante los trabajos	<ul style="list-style-type: none"> Se generan gases de soldadura en general, no se su

<p>de soldadura realizados dentro de su empresa y las consecuencias que estos podrían tener en toda persona que se encuentre expuesto a estos?</p>	<p>composición y las consecuencias puede ser intoxicación.</p>
<p>5. ¿Cree que a los trabajadores se les brindan los elementos de protección personal adecuados y suficientes en relación a los riesgos a los cuales se encuentran expuestos durante la jornada de trabajo?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creo que son suficientes, la verdad no tengo claro cuáles son los elementos de protección personal que deberían utilizar para que sea suficiente.

Tabla 56: Entrevista “Escapes Carlitos”

Pregunta.	Interpretación.
<p>1. ¿Tiene conocimiento que dentro de su empresa se realizan trabajos dentro de espacios confinados?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No tengo conocimientos de que es un espacio confinado.
<p>2. ¿Qué opina usted que se realice un estudio de riesgos y la generación de medidas preventivas en los trabajos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creo que no tiene relevancia ya que nunca hemos tenido una fiscalización respecto a

<p>realizados en espacios confinados dentro de su empresa?</p>	<p>prevención de riesgo en todos los años de funcionamiento.</p>
<p>3. ¿Para que serviría la realización de este proyecto dentro de su empresa?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ayudaría a mejorar la seguridad para quienes trabajamos en el taller.
<p>4. ¿Sabe usted que tipos de gases se generan durante los trabajos de soldadura realizados dentro de su empresa y las consecuencias que estos podrían tener en toda persona que se encuentre expuesto a estos?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Solo sé que se genera monóxido de carbono, no tengo conocimiento de otros gases ni de las consecuencias que estos podrían tener en la salud de quienes se vena expuestos.
<p>5. ¿Cree que a los trabajadores se les brindan los elementos de protección personal adecuados y suficientes en relación a los riesgos a los cuales se encuentran expuestos durante la jornada de trabajo?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creo que son suficientes, aunque no tengo el conocimiento exacto a la totalidad de los riesgos a los cuales nos vemos expuestos diariamente.

4.2.1.2 Análisis de los resultados de la entrevista realizada a los trabajadores de los 3 establecimientos muestra.

Tabla 57: Número de encuestas realizadas.

Establecimiento	# de trabajadores	# de encuestas
Taller el cóndor.	2	2
E.J. Escapes Jorge.	3	3
Escapes Carlitos.	2	2

1. ¿Usted sabe que es un espacio confinado?

Tabla 58: Resultados pregunta número 1:

Establecimiento	Si	No
Taller el cóndor.	0	2
E.J. Escapes Jorge.	1	2
Escapes Carlitos.	1	1
Total	2	5

Figura 13: Grafico resultados pregunta número 1



Fuente: Encuesta aplicada (Anexo 6).

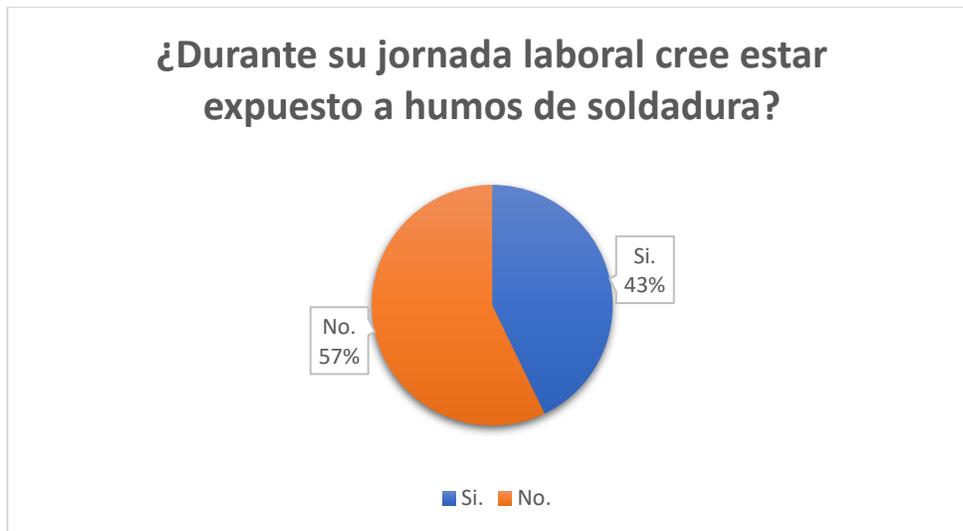
- El 71% de los trabajadores encuestados no tiene conocimientos de que es un espacio confinado aun cuando estos realizan trabajos dentro de estos.

2. ¿Durante su jornada laboral cree estar expuesto a humos de soldadura?

Tabla 59: Resultados pregunta número 2

Establecimiento	Si	No
Taller el cóndor.	0	2
E.J. Escapes Jorge.	2	1
Escapes Carlitos.	1	1
Total	3	4

Figura 14: Grafico resultados pregunta número 2.



Fuente: Encuesta aplicada (Anexo 6).

- Los resultados arrojan que el 57% del personal encuestado cree no estar expuesto a humos de soldadura. Esto nos hace inferir que más de la mitad del personal no percibe la realidad en cuanto su exposición a los humos de soldadura, aun cuando estos mismo están realizando trabajos en soldadura.

3. ¿Cree usted verse afectado de alguna forma por la inhalación de humos de soldadura?

Tabla 60: Resultados pregunta número 3

Establecimiento	Si	No
Taller el cóndor.	1	1
E.J. Escapes Jorge.	0	3
Escapes Carlitos.	0	2
Total	1	6

Figura 15: Grafico resultados pregunta número 3.



Fuente: Encuesta aplicada (Anexo 6).

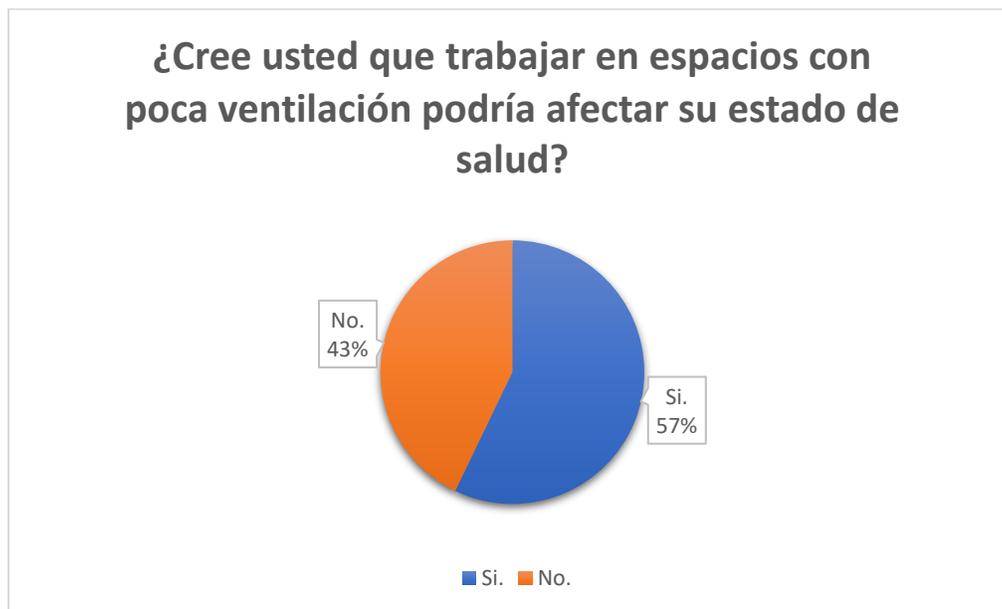
- Como lo refleja el resultado de la encuesta, el 86% de los trabajadores encuestados creen no verse afectados de ninguna forma por la inhalación de humos de soldadura. Esto permite darnos cuenta la falta de información respecto a las consecuencias que podría traer el estar expuesto a los humos de soldadura por parte de los trabajadores que realizan este tipo de actividades.

4. ¿Cree usted que trabajar en espacios con poca ventilación podría afectar su estado de salud?

Tabla 61: Resultados pregunta número 4

Establecimiento	Si	No
Taller el cóndor.	1	1
E.J. Escapes Jorge.	2	1
Escapes Carlitos.	1	1
Total	4	3

Figura 16: Grafico resultados pregunta número 4.



Fuente: Encuesta aplicada (Anexo 6).

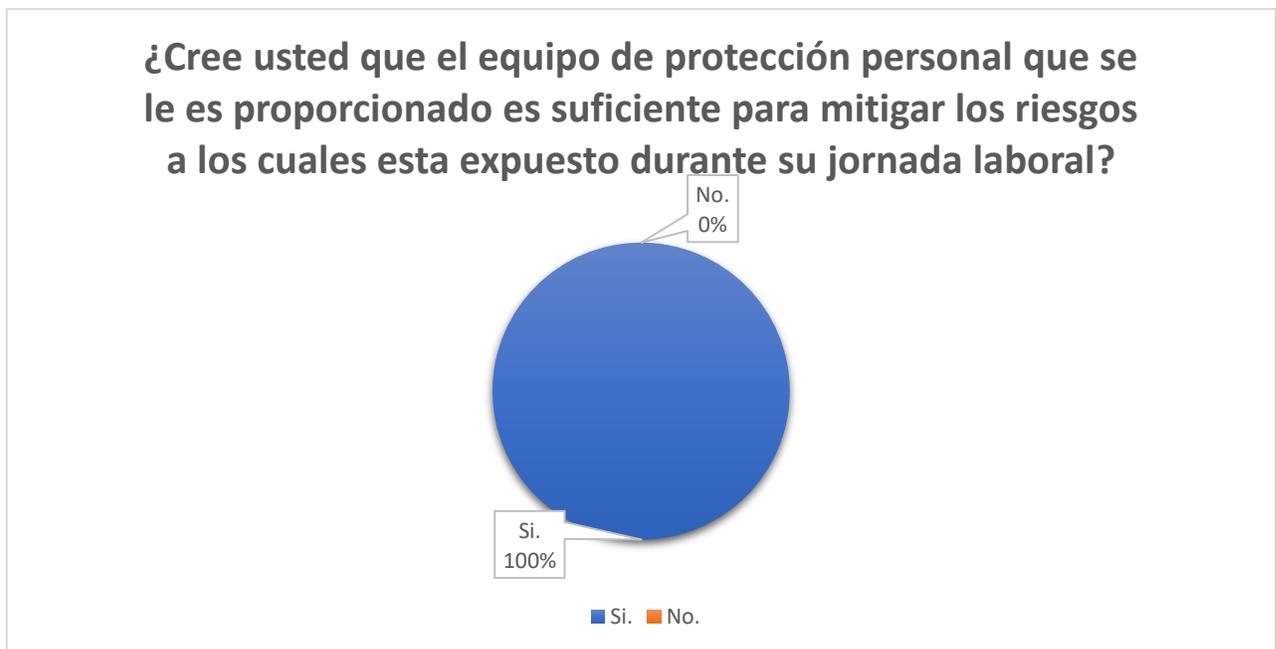
- El resultado de la encuesta refleja que el 57% de los trabajadores encuestados cree que el trabajar en espacios con poca ventilación podría afectar su estado de salud. Con esto inferimos que más de la mitad de los trabajadores encuestados están conscientes que trabajar en espacios con poca ventilación podría ser perjudicial para ellos.

5. ¿Cree usted que el equipo de protección personal que se le es proporcionado es suficiente para mitigar los riesgos a los cuales está expuesto durante su jornada laboral?

Tabla 62: Resultados pregunta número 5

Establecimiento	Si	No
Taller el cóndor.	2	0
E.J. Escapes Jorge.	3	0
Escapes Carlitos.	2	0
Total	7	0

Figura 17: Grafico resultados pregunta número 5.



Fuente: Encuesta aplicada (Anexo 6).

- El resultado de la encuesta refleja que el 100% de los trabajadores encuestados cree que los elementos de protección personal que se les es proporcionado son suficiente para mitigar los riesgos a los cuales está expuesto durante su jornada laboral. Con estos resultados podemos deducir que la totalidad de trabajadores se encuentra con una falsa sensación de

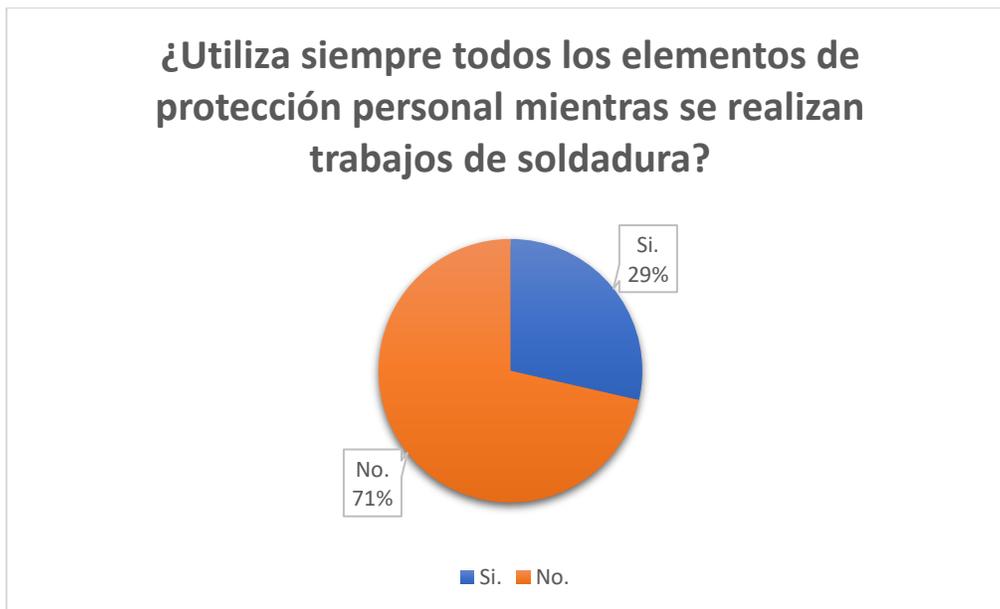
protección respecto a los riesgos que ellos están expuestos diariamente en sus puestos de trabajo.

6. ¿Utiliza siempre todos los elementos de protección personal mientras se realizan trabajos de soldadura?

Tabla 63: Resultados pregunta número 6

Establecimiento	Si	No
Taller el cóndor.	0	2
E.J. Escapes Jorge.	1	2
Escapes Carlitos.	1	1
Total	2	5

Figura 18: Grafico resultados pregunta número 6.



Fuente: Encuesta aplicada (Anexo 6).

- El resultado de la encuesta refleja que el 71% de los trabajadores encuestados no utilizan todos los elementos de protección personal durante los trabajos de soldadura. Esto indica una deficiencia en la supervisión cuando se realizan estos tipos de trabajos y el aumento de las probabilidades que los

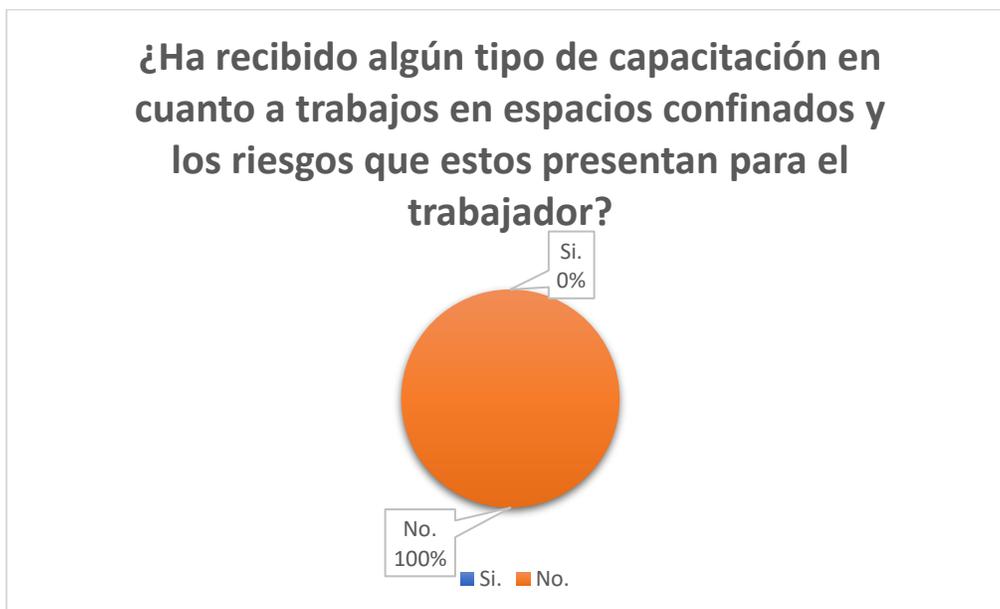
trabajadores se vean afectados en forma negativa por la realización de estos mismos.

7. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en espacios confinados y los riesgos que estos presentan para el trabajador?

Tabla 64: Resultados pregunta número 7

Establecimiento	Si	No
Taller el cóndor.	0	2
E.J. Escapes Jorge.	0	3
Escapes Carlitos.	0	2
Total	0	7

Figura 19: Grafico resultados pregunta número 7.



Fuente: Encuesta aplicada (Anexo 6).

- Los resultados de la pregunta número 7, nos informan, que la totalidad de los trabajadores encuestados, nunca ha recibido capacitación en cuanto a

trabajos en espacios confinados ni han sido informados de los riesgos a los cuales están expuestos por realizar trabajos en estos mismos.

4.2.2 Analisis Check list Elementos de Protección Personal (ANEXO 1).

Como su nombre lo indica, los Elementos de Protección Personal (EPP) son equipos, aparatos o dispositivos especiales para proteger al cuerpo, en parte o en su totalidad, de riesgos específicos, actuando en consecuencia como un medio de prevención hacia distintas enfermedades profesionales, previniendo accidentes o disminuyendo los efectos de éstos. (Instituto de Salud Pública de Chile.).

El check list aplicado para elementos de protección personal (Anexo 1) se confecciono bajo las NORMAS NACIONALES CHILENAS NCh 1466 de 1987 para soldadura oxiacetilénica y NCh 1467 de 1987 para soldadura al arco eléctrico, donde se establecen, en cuanto a elementos de protección personal, las exigencias mínimas para trabajos de soldadura y que deben ser utilizados en toda operación de soldaduras sin importar lo simple o corta que esta sea.

Tabla 65: Cumplimiento exigencias mínimas de EPP para trabajos en soldaduras arco manual.

	Cumple	
	SI	NO
Taller el cóndor		x
E.J. Escapes Jorge	x	
Escapes Carlitos		x

Taller el cóndor:

Este establecimiento no cumple con las exigencias mínimas en cuanto a elementos de protección personal para trabajos de soldadura al arco eléctrico, teniendo como falencia la falta de:

- Chaqueta y delantal de cuero.

- Calzado de seguridad.

En reemplazo de estos dos elementos de protección personal, los trabajadores hacen uso de overol y zapatillas deportivas respectivamente.

En cuanto a los EPP adicionales – optativos listados en el check list aplicado, este establecimiento no presenta ninguno de ellos.

E.J Escapes Jorge:

Este establecimiento cumple con las exigencias mínimas en cuanto a elementos de protección personal.

En cuanto a los EPP adicionales – optativos listados en el check list aplicado, este establecimiento presenta:

- Guantes de algodón resistentes al fuego.

Escapes Carlitos:

Este establecimiento no cumple con las exigencias mínimas en cuanto a elementos de protección personal, teniendo como falencia la falta de:

- Chaquete y delantal de cuero.

En cuanto a los EPP adicionales – optativos listados en el check list aplicado, este establecimiento presenta:

- Guantes de algodón resistentes al fuego.
- Casco de seguridad.
- Tapones auditivos.

Tabla 66: Cumplimiento exigencias mínimas de EPP para trabajos en soldaduras oxiacetilénica.

	Cumple	
	SI	NO
Taller el cóndor		X
E.J. Escapes Jorge		X
Escapes Carlitos		X

Taller el cóndor:

Este establecimiento no cumple con las exigencias mínimas en cuanto a elementos de protección personal para trabajos de soldadura oxiacetilénica, teniendo como falencia la falta de:

- Delantal (mandil o colete) de cuero o chaqueta de cuero.
- Polainas de cuero.
- Calzado de seguridad.

En cuanto a los EPP adicionales – optativos listados en el check list aplicado, este establecimiento no presenta ninguno de ellos.

E.J Escapes Jorge:

Este establecimiento no cumple con las exigencias mínimas en cuanto a elementos de protección personal para trabajos de soldadura oxiacetilénica, teniendo como falencia la falta de:

- Polainas de cuero

En cuanto a los EPP adicionales – optativos listados en el check list aplicado, este establecimiento no presenta ninguno de ellos.

Escapes Carlitos:

Este establecimiento no cumple con las exigencias mínimas en cuanto a elementos de protección personal para trabajos de soldadura oxiacetilénica, teniendo como falencia la falta de:

- Delantal (Mandil o colete) de cuero o chaqueta de cuero.
- Polainas de cuero.

En cuanto a los EPP adicionales – optativos listados en el check list aplicado, este establecimiento presenta:

- Casco de seguridad.
- Tapones auditivos.

4.2.3 Análisis Check list: Equipo sistema soldadura arco manual (ANEXO 2).

Se realiza el análisis de los resultados del Check list “Equipo sistema soldadura arco manual” aplicado a cada uno de los establecimientos muestras, con el objetivo de determinar el estado del sistema de soldadura arco manual y el cumplimiento de las normas establecidas en la NORMA CHILENA OFICIAL NCh 1467 de 1978 “prevención de riesgo en los trabajos de corte y soldadura al arco – aspectos generales”.

Taller el cóndor:

Luego de aplicado el check list equipo sistema soldadura arco manual en este establecimiento, se identificaron las siguientes falencias:

Ventilación:

- El establecimiento no cuenta con ningún tipo de ventilación artificial.

Instalación del Sistema

- Sin falencias

Conductores (cables):

- Cables con partes de su núcleo (material conductor) descubierto, presenta cortes en el material de revestimiento en múltiples tramos del cable perteneciente al porta electrodo.

Porta electrodo y pinza de masa (conexión a tierra):

- Pinzas de masa oxidada y cubierta de soldadura. Sin sistema mecánico de sujeción.

E.J. Escapes Jorge:

Luego de aplicado el check list equipo sistema soldadura arco manual en este establecimiento, se identificaron las siguientes falencias:

Ventilación:

- El establecimiento no cuenta con ningún tipo de ventilación artificial.

Instalación del sistema:

- La cubierta protectora de la fuente de poder se encuentra sin sus fijaciones, cubierta de tierra y múltiples áreas oxidadas.

Conductores (cables):

- Cables con partes de su núcleo (material conductor) descubierto, sin su revestimiento aislante en la unión con la terminal conectada a la fuente de poder.

Porta electrodo y pinza de masa (conexión a tierra):

- Pinzas de masa oxidada y cubierta de soldaduras. No afecta el sistema mecánico de sujeción.

Escapes Carlitos:

Luego de aplicado el check list equipo sistema soldadura arco manual en este establecimiento, se identificaron las siguientes falencias:

Ventilación:

- El establecimiento no cuenta con ningún tipo de ventilación artificial.

El resto de ítems abordados en el check list no presenta falencias. Los equipos y accesorios utilizados son los originales proporcionados por el fabricante del sistema de soldadura arco manual.

4.2.4 Check list: Equipo sistema soldadura Oxiacetilénica (ANEXO 3).

Se realiza el análisis de los resultados del Check list “Equipo sistema soldadura oxiacetilénica” aplicado a cada uno de los establecimientos muestras, con el objetivo de determinar el estado del sistema de soldadura arco manual y el cumplimiento de las normas establecidas en la NORMA CHILENA OFICIAL NCh 1466 de 1978 “prevención de riesgo en los trabajos de corte y soldadura con gas – aspectos generales”.

Taller el cóndor:

E.J. Escapes Jorge:

Luego de aplicado el check list equipo sistema soldadura oxiacetilénica en este establecimiento, se identificaron las siguientes falencias:

Ventilación:

- El establecimiento no cuenta con ningún tipo de ventilación artificial.

Botellas (cilindros) de gases:

- Botellas de gases con sus etiquetas de identificación tapadas con papeles adhesivos.
- Botellas con áreas oxidadas, metal sin daños por golpes o cortes. Pintura saltada.
- Botellas ubicadas a menos de 5 metros del lugar de trabajo (3m aproximadamente).
- Botellas ubicadas junto a sistema de soldadura al arco

Mangueras y reguladores:

- Mangueras (acetileno y oxígeno) dañadas en el extremo conectado a los reguladores.

Escapes Carlitos:

Luego de aplicado el check list equipo sistema soldadura oxiacetilénica en este establecimiento, se identificaron las siguientes falencias:

Ventilación:

- El establecimiento no cuenta con ningún tipo de ventilación artificial

Botellas (cilindro) de gases:

- Botellas de gases con sus etiquetas de identificación tapadas con papeles adhesivos.
- Botellas con áreas oxidadas, metal sin daños por golpes o cortes. Pintura saltada.

Mangueras y reguladores:

- Mangueras sufren aplastamientos por vehículos que ingresan sobre la fosa.

Soplete:

- Soplete colgado sobre manguera de gases.
- Soplete colgado dentro de espacio confinado.

4.3 Evaluación y medidas preventivas

4.3.1 Evaluación de riesgos

Se realiza el análisis de los resultados del Check list “Tipos de riesgos presentes” (Anexo 4) aplicado a cada uno de los establecimientos muestras, con el objetivo de determinar existencia o no, de los diferentes tipos de riesgos específicos y generales u operacionales que puedan verse presente en los trabajos realizados dentro de los espacios confinados estudiados, y de los factores que podrían desencadenarlos. Este check list fue estructurado de acuerdo a lo estipulado en la “Guía para los trabajos en espacios confinados” de 2016 del Instituto de Salud Pública.

Las siguientes tablas se generaron a partir de los resultados obtenidos en el Check list: Tipos de riesgos presentes (Anexo 4) y representa los riesgos presentes en los trabajos en espacios confinados de todos los establecimientos estudiados.

Tabla 67: Riesgos específicos en fosas de trabajo

Riesgo	Factor(es)
1. Exposición a atmósfera con deficiencia de oxígeno (-18%)	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento de oxígeno por otros gases. • Consumo de oxígeno por trabajos de soldaduras. • Consumo de oxígeno por respiración de trabajadores.
2. Exposición a atmósfera con enriquecimiento de oxígeno (+23.5%)	<ul style="list-style-type: none"> • Rompimiento o filtraciones en el sistema de soldadura oxiacetilénica.
3. Exposición a sustancias tóxicas	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición a humos de soldaduras de diferentes composiciones. • Exposición a contaminantes producto de la combustión de combustibles fósiles en motores de vehículos.
4. Incendio	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar trabajos de soldadura sin alejar materia inflamable, madera, cartones, basura, etc. • Fugas o fallas en los sistemas de soldaduras.
5. Explosión	<ul style="list-style-type: none"> • Elevadas concentraciones de los gases utilizados en el sistema de soldadura oxiacetilénica, ya sea por fugas o mal manipulación del sistema.

6. Riesgos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • infecciones o transmisión de enfermedades por mordiscos o picaduras de animales o insectos por falta de limpieza dentro de la fosa de trabajo.
------------------------------	--

Tabla 68: Riesgos generales en fosa de trabajo

Riesgo	Factores
1. Atrapamiento	<ul style="list-style-type: none"> • por movimientos de piezas a soldar. • por movimientos de vehículos mientras el trabajador se encuentra dentro de fosa de trabajo.
2. Cortes	<ul style="list-style-type: none"> • por bordes filosos de las piezas a soldar. • por herramientas de corte como sierras de mano y tijeras para metal.
3. Golpes por	<ul style="list-style-type: none"> • por caídas de piezas a soldar. • Por caídas de herramientas
4. Golpes con	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes con herramientas de golpeo como martillos y combos. • Golpes en la parte inferior de vehículos durante trabajos realizados dentro de la fosa de trabajo.
5. Caídas del mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> • Tropezar con herramientas o materiales dentro de la fosa de trabajo. • Tropezar o enredo con cables o mangueras de los sistemas de soldadura. • Tropezar en la escalera de entrada y salida de la fosa de trabajo.
6. Caídas de distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> • Tropezar con herramientas o materiales cercanos a la fosa de trabajo • Mala señalización de bordes de fosa de trabajo

	<ul style="list-style-type: none"> • Tropezar en la escalera de entrada y salida de la fosa de trabajo • Tropezar o enredo con cables o mangueras de los sistemas de soldadura
7. Riesgo eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos con sistema de soldadura arco manual. • Desperfectos en equipo de soldadura eléctrica. • Trabajar con vestimentas, EPP o sistema de soldadura arco manual mojados.
8. Riesgos ergonómicos	<ul style="list-style-type: none"> • Malas posturas para realizar trabajos de soldadura. • Sobre esfuerzo para posicionar piezas a soldar.
9. Quemaduras	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos en soldadura oxiacetilénica y arco manual. • Contacto con materiales calientes • Salpicadura de chispas o esquirlas durante el trabajo de soldadura • Mala manipulación de soplete o porta electrodo.
10. Radiaciones lumínicas	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos en soldadura oxiacetilénica y arco manual.
11. Ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones de ruidos durante los trabajos de soldadura. • Generados por golpes de herramientas. • Por el funcionamiento de vehículos.

4.3.2 Medidas preventivas

4.3.2.1 Estructura de medidas preventivas

Las medidas preventivas generadas en este proyecto, se plantean luego de realizar un estudio de los tipos de riegos presentes en las fosas para trabajos en soldadura de reparación o cambio del sistema de tubos de escapes en vehículos motorizados.

Las medidas preventivas estarán estructuradas de la siguiente manera:

- a) Permiso de entrada.
- b) Aseguramiento del espacio confinado.
- c) Medición y evaluación de la atmosfera interior.
- d) Ventilación.
- e) Equipos de protección personal (EPP).
- f) Equipo humano de apoyo.
- g) Trabajo al interior de los espacios confinados.
- h) Planificación de las situaciones de emergencia.
- i) Control de salud.
- j) Capacitación.

a) Permiso de entrada.

Este permiso tiene como principales finalidades:

- Restringir el acceso de manera que solo las personas autorizadas puedan entrar o realizar trabajos en espacios confinados.
- Establecer responsabilidades.
- Asegurar la comunicación entre todos los implicados en las actividades.

Este permiso consiste en una lista de chequeo que desglosa los ítems mencionados anteriormente mediante la información aportada en las letras (b-j) detalladas en la estructura de las medidas preventivas.

Instrucciones de permiso de entrada. Ver anexo 7:

- La jefatura serán los únicos capacitados para autorizar con su firma el permiso de entrada.
- Se colocará la marca en la casilla **SI** cuando la contestación al enunciado sea totalmente positiva.
- Se colocará la marca en la casilla **NO** cuando el trabajo o la operación objeto del enunciado no se haya efectuado, pero deba realizarse de manera obligatoria. En este caso en el espacio de “Instrucciones complementarias” debe detallarse quien y cuando deberá realizarla.
- Se colocará la marca en la casilla **NA** cuando la operación objeto del enunciado no se haya realizado y el no hacerlos no represente la existencia de riesgos o incumplimiento de alguna norma de seguridad.

b) Aseguramiento del espacio confinado.

Esta medida preventiva consiste, antes de entrar a un espacio confinado, asegurarlo de tal forma que este no se vea afectado por factores externos. Para esto adoptamos las siguientes medidas:

- La zona situada alrededor de la fosa de trabajo, se debe mantener lo más ordenada y despejada posible para evitar caídas de objetos al interior.
- El piso de la fosa de trabajo se debe mantener lo más despejada y ordenada posible, sin objetos o herramientas innecesarias para el trabajo a realizar con el fin de evitar tropiezos o caídas.
- Mantener medios de acceso al recinto limpios y despejados de cualquier objeto que pueda ocasionar un accidente durante la entrada o salida de la fosa de trabajo.
- Verificación del buen estado y funcionamiento del sistema de soldadura a utilizar (arco manual u oxiacetilénico).

c) Medición y evaluación de la atmosfera interior.

La medición, para una posterior evaluación de la atmosfera interior de un espacio confinado, se realiza con el fin de obtener las características especiales presentes

en este y adoptar las medidas necesarias para que las actividades se realicen de la forma más segura posible.

- **Medición antes** de entrar al espacio confinado. En este caso, la fosa de trabajo que cumpla las medidas de aseguramiento del espacio confinado (letra a) no será necesaria ya que este tipo de espacio confinado no presenta fuentes de contaminación internas.
- **Medición durante** los procesos de trabajo. Durante los procesos de soldadura se recomienda la medición de la atmosfera interior de la fosa de trabajo con el fin de detectar las variaciones en esta que puedan ser perjudiciales para los trabajadores. Especialmente la medición de oxígeno presente en la atmosfera, ya que este puede ser desplazado por los humos generados y porque este es consumido durante los procesos de soldadura.

Se recomienda, en medida que sea posible, que la medición se realice desde el exterior del espacio confinado

d) Ventilación.

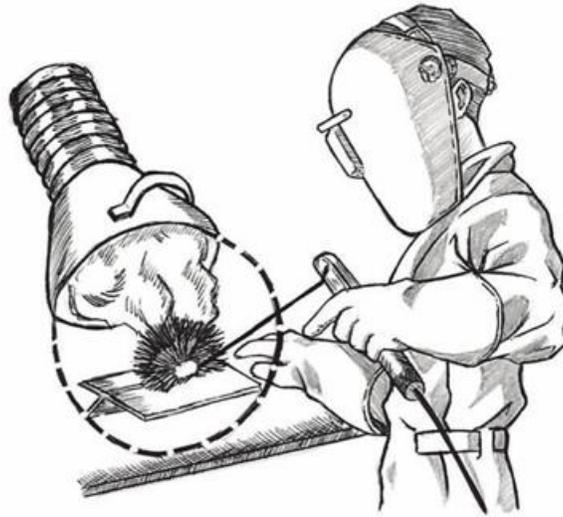
“Cuando existan agentes definidos de contaminación ambiental que pudieran ser perjudiciales para la salud del trabajador, tales como aerosoles, humos, gases vapores u otras emanaciones nocivas, se deberá captar los contaminantes desprendidos en su origen e impedir su dispersión por el lugar de trabajo.” (Artículo 33, Decreto Supremo 594).

La ventilación en espacios confinados es una medida fundamental para garantizar una cantidad de oxígeno suficiente para sustentar la vida, prevenir acumulación de mezclas inflamables o explosivas, prevenir atmosferas enriquecidas en oxígeno, y para mantener bajo límites permisibles los contaminantes que se generen antes o durante la actividad.

- Para los procesos de soldaduras realizados en el taller, tanto dentro como fuera de la fosa de trabajo, se recomienda el uso de un mecanismo de ventilación focalizado, ya que la fuente de generación de sustancias toxicas

serán principalmente los productos de las reacciones por calentamiento de los componentes presentes durante la actividad de soldadura.

Figura 20: Ventilación focalizada



Fuente: ISP (2021) Guía para la evaluación cuantitativa de sistemas de ventilación localizada

Una opción para estos fines, son los sistemas de extracción móviles auto filtrantes, especializados en humos de soldadura. Este tipo de extractores realizan la aspiración de los humos de soldadura mediante un brazo articulado o mangueras flexibles, los cuales son filtrados por un sistema de filtros especialmente diseñados para estos fines, por ejemplo, filtros HEPA.

Figura 21: Extractor móvil auto filtrante para humos de soldadura



Fuente: Sentry Air Systems, INC.

e) Equipos de protección personal

Los elementos de protección personal a utilizar por los trabajadores deben ser seleccionados en base a los riesgos generales y específicos, los cuales fueron detectados anteriormente. Y estos deben cumplir con la certificación de calidad por medio de un establecimiento autorizado por el Instituto de Salud Pública de Chile.

De acuerdo a los riesgos asociados a los trabajos realizados en la fosa de trabajo es necesario el uso de los siguientes EPP:

Trabajos en soldadura arco manual

- **Casco (mascara) de soldador:** Su propósito es la protección ocular tanto por la proyección de partículas como por los espectros luminosos generados durante los procesos de soldadura. Se recomienda casco con protección ocular fotosensible, este tipo de EPP cuenta con un sistema automático que oscurece el lente protector cuando detecta el espectro de luz durante las actividades de soldadura, también presenta un ajuste manual con el mismo propósito. De no poder acceder a este tipo de casco deberá realizar la elección de filtro para la protección ocular de acuerdo a lo establecido en la Norma Chilena Oficial NCh. 1692 de 1980 (tabla 20).
- **Chaqueta y delantal de cuero:** La norma NCh 1467 de 1987, establece que, para trabajos en soldadura con arco eléctrico se debe hacer uso de ambos EPP y estos deben estar certificados bajo los estándares estipulados en la NCh 1805 de 1980 Ropa de protección para usar en soldadura y procesos a fines – Requisitos generales.
- **Guantes de cuero puño largo:** Estos guantes deben estar siempre secos y en buenas condiciones. Deben estar certificados bajo los estándares estipulados en la NCh 1252/1 de 1996 Guantes de protección – Parte 1: Guantes de cuero y/o textiles – Clasificación, requisitos, métodos de ensayo.
- **Calzado de seguridad:** Por las características de los trabajos realizados en este tipo de establecimientos, el calzado de seguridad certificado bajo los estándares estipulados en la NCh 2147/2 Calzado de seguridad para riesgos especiales – Parte2: Calzado aislante para tensiones inferiores a 600 volts y

NCh 772/2 Calzado de seguridad – Requisitos – Parte2: Punteras y plantillas de seguridad.

Características del calzado:

- Puntera de acero
- Planta antideslizante resistente a derivados de hidrocarburos.
- Plantilla de seguridad resistente a la perforación.
- Confeccionados con materiales resistentes a cortes, chispas y calor.
- **Polainas de cuero o asbesto:** Deben envolver completamente la pierna desde los tobillos a la rodilla con un voladizo en la parte inferior para cubrir el empeine del pie. Estos deben estar certificado bajo los estándares estipulados en la norma NCh 1805 de 1980 Ropa de protección para usar en soldadura y procesos a fines – Requisitos generales.
- **Respirador de seguridad:** El respirador o mascarilla para partículas de soldadura corresponde a una pieza facial filtrante la cual proporciona protección respiratoria para actividades donde se presenten humos metálicos. Se recomienda el uso de mascarillas auto filtrantes para partículas de polvo, nieblas y humos metálicos.
- **Gorro tipo legionario:** Ya que los trabajos de soldadura realizados dentro de la fosa de trabajo son realizados en la posición sobre cabeza, se recomienda este elemento de protección personal para evitar quemaduras en cabeza y cuello por la proyección de materiales calientes. Estos deben estar certificado bajo los estándares estipulados en la norma NCh 1805 de 1980 Ropa de protección para usar en soldadura y procesos a fines – Requisitos generales.

Trabajos en soldadura oxiacetilénica.

Para este tipo de trabajo se recomiendan los mismos elementos de protección personal enlistados anteriormente, haciendo diferencia solo en el elemento de protección ocular, ya que existe otro tipo de parámetro para la elección de estos, basado en el flujo de acetileno (litros por hora), el cual estará dado por el número de boquilla utilizada.

Tabla 69: Caudal de acetilenos en relación al número de boquilla

Tamaño de boquilla	Caudal Litros por Hora
0	50
1	60
2	80
3	90
4	120
5	170
6	250
7	340

Fuente: AOC seguridad en gases, México.

En base a la tabla anterior y a los parámetros establecidos Norma Chilena Oficial Nch 1692 (Tabla 18) el número de filtro apropiados para los trabajos realizados serán 5 – 6 siempre teniendo en cuenta la posibilidad de utilizar un número más o menos en la escala dependiendo de las condiciones lumínicas.

- **Anteojos oscuros filtrantes (Antiparras):** Su propósito es la protección ocular tanto por la proyección de partículas como por los espectros luminosos generados durante los procesos de soldadura. Certificados bajo los parámetros establecidos en la Norma Chilena Oficial Nch 1301 de 1977 Protección personal – Anteojos protectores contra impactos – Requisitos.

*Se recomienda para ayudantes a soldadores y otras personas que se encuentren en las proximidades de un trabajo de soldadura usen elementos de protección. Para esto deberían usarse filtros de las escalas 1-4. (Norma Chilena Oficial Nch 1692 de 1980).

*Siempre que los elementos de protección personal enlistados anteriormente lo permitan, se recomienda el uso de **casco de seguridad**, con el fin de evitar golpes en la cabeza con la parte inferior de los vehículos.

f) Equipo de apoyo humano.

Mientras se realicen actividades dentro del espacio confinado (fosa de trabajo), siempre que sea posible, es necesaria la presencia de personal de apoyo fuera de esta, con la capacitación necesaria para este cometido. El personal asignado debe:

- Tener comunicación con el personal que se encuentre dentro de la fosa de trabajo, preferentemente visión directa sobre los trabajadores.
- Mantener orden en la zona cercana a los bordes de la fosa de trabajo.
- Estar preparado para actuar de acuerdo a la planificación frente a emergencias.

g) Trabajos al interior de espacios confinados.

Cuando se realicen actividades dentro de la fosa de trabajo se recomendará el ingreso de dos trabajadores con el fin de:

- Mantener comunicación continua entre ellos (trabajadores dentro de la fosa).
- Mantener constante comunicación con el equipo de apoyo.
- Realizar labores de orden mientras se ejecuta la actividad.

h) Planificación de las situaciones de emergencia.

Es importante que existan procedimientos escritos en los que se detallen los pasos a seguir en caso de producirse una emergencia, los cuales contengan la actuación de medios humanos y técnicos.

Para la elaboración de los siguientes procedimientos se tomaron como referencia

- DS N°594 Condiciones Básicas de Higiene y Seguridad en los Lugares de Trabajo.
- ISO 45001 Sistema de Gestión en la Seguridad y Salud en el Trabajo.

h.1 Procedimiento emergencias en general

Las emergencias serán clasificadas de acuerdo a su gravedad:

Tipo 1: Situación controlable. La emergencia ocurre en un lugar acotado y es posible de controlar con los medios existentes.

Tipo 2: Situación incontrolable. La emergencia complica el control con los medios existentes.

La persona que observa la situación de emergencia debe dar aviso inmediatamente al personal encargado del manejo de emergencia y debe entregar el detalle de lo que logro percibir, por ejemplo:

- Tipo de emergencia (incendio, fuga de gas, explosión, desmayo, corte, etc.).
- Tipo de emergencia (Tipo 1 o 2).
- Personal, instalaciones o equipos involucrados.

Primeros auxilios.

Se deberá asignar personal y capacitar para la realización de primeros auxilios, con el fin de atender a personal que sufra algún accidente hasta que este reciba atención profesional.

Principios generales:

- Conservar la calma.
- Verificar signos vitales (pulso, respiración, respiración, visión, presión si es posible)
- Tranquilizar a persona afectada
- Jerarquizar la atención hacia aquellas lesiones de mayor gravedad y que no admiten demora:
 - Despejar vías aéreas.
 - Normalizar respiración.
 - Contener hemorragia.
 - Controlar estado de shock.
 - No mover cuando se supone daño cervical o lumbar.
 - Solicitar auxilio medico rápidamente (ambulancia 131).

- No abandonar al accidentado y mantenerse hablando con él, prestando apoyo psicológico en todo momento.
- No dar líquidos de ninguna naturaleza.

Accidentes leves

- Avisar inmediatamente a su jefatura directa.
- Si el afectado se puede mover, se debe trasladar al servicio médico más cercano.
- El traslado puede ser en transporte privado de la empresa, ambulancia o taxi costeados por el empleador.

Accidentes graves o fatales

- Avisar inmediatamente a su jefatura directa.
- Si el afectado se puede mover, se debe trasladar al servicio médico más cercano.
- El traslado puede ser en transporte privado de la empresa, ambulancia o taxi costeados por el empleador.
- Llamar a SEREMI de salud e Inspección del trabajo, notificando accidente grave.
- Aislar la zona del accidente. Demarcar el área donde ocurrió el accidente.
- Retirar al personal del área y suspender actividades.
- No mover, limpiar o alterar la escena del accidente.

h.2 En caso de incendio

Dependiendo la magnitud del incendio se tomarán diferentes acciones.

Acciones para emergencias Tipo 1:

Se trata de una situación controlable, Es una situación de principio de incendio (amago).

- La persona que detecta la emergencia, da la voz de alarma por el medio más rápido.

- Se actúa en base a los medios de extinción presentes (extintores portátiles).
- Una vez controlado no se solicita el apoyo de bomberos.

Acciones para emergencias Tipo 2:

Se trata de una situación incontrolable.

- La persona que detecta la emergencia, da la voz de alarma por el medio más rápido.
- Dirigirse a una zona segura, si dentro del establecimiento no existete, buscar refugio fuera de este.
- Dar aviso inmediatamente a Bomberos al número 132.

Extintores deberán cumplir con la normativa vigente chilena:

- NCh 1429 Extintores terminología y definiciones.
- NCh 1430 Extintores características y rotulación.
- NCh 1724 Extintores requisitos, métodos y ensayo.
- DS N°44 de 2018 Requisitos de seguridad y rotulación de extintores portátiles.
- DS N°594 de 1999 Aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

Para cada establecimiento se deberá implementar en base a su área y tipos de fuegos posibles, **dos** extintores con potencial de extinción 10 de polvo químico ABC, el cual es efectivo para clases de fuego A, B y C.

h.3 En caso de sismo

El elemento principal es mantener LA CALMA Y EL CONTROL. Para así proceder de una manera segura y evitar caídas, golpes, etc. Producto del pánico.

Trabajos dentro de fosa, durante el sismo:

- Conservar la serenidad evitando el pánico.

- Si se encuentra realizando trabajos de soldadura oxiacetilénica, cortar el flujo de gases en el soplete. Si es posible cerrar válvulas de cilindros (personal de apoyo).
- Si se encuentra realizando trabajo de soldadura eléctrica, si es posible, cortar el suministro eléctrico.
- Tratar de no moverse del sitio en que se encuentra, hasta que el sismo haya terminado.
- Terminado el sismo, hacer abandono de la fosa de trabajo y dirigirse a un lugar seguro.

Trabajos dentro de fosa, Después del sismo:

- Evaluar la situación.
- Preste ayuda si es necesario y seguro.
- Cerrar válvulas de cilindros de gases que se encuentren abiertas.
- No utilizar equipos sin la previa evaluación de personal calificado para estos fines.
- No ingresar a la fosa de trabajo sin recibir previa autorización.

h.4 Fuga de gases

Los gases utilizados en estos establecimientos son oxígeno y acetileno, para los cuales debemos actuar de diferente forma de acuerdo a las características de la fuga y el gas involucrado.

La medida preventiva más eficaz para la prevención de fugas son las revisiones periódicas a botellas y sistemas de gases. Esta revisión debe efectuarse utilizando aguas jabonosas, productos o detectores específicos para el gas, nunca empleando focos de ignición como fósforos o mecheros.

Medidas generales:

- Si la fuga se ubica en el sistema de mangueras o soplete, se debe cortar inmediatamente el flujo de ambos gases desde las válvulas de las botellas.

- No utilizar el equipo hasta que este sea revisado por personal capacitado para estos fines.
- Si la fuga es detectada en las botellas deberá proceder como se detalla a continuación.

Fuga de gases sin llama

- Detener todas las actividades que se estén desarrollando.
- Evacuar personal que se pueda ver afectado por los gases.
- Aproximarse a al cilindro (botella) a favor de la corriente de aire, para no exponerse al gas involucrado.
- Verificar que el gas no se ha encendido. En caso contrario, actuar como se señala en el siguiente punto.
- Cerrar la válvula, solo si esto es posible y seguro.
- Trasladar la botella con fuga a un lugar abierto, fuera del alcance de personas e instalaciones.
- Si se trata de la botella de oxígeno, no se debe solicitar apoyo bomberos.
- Si se trata de la botella de acetileno, al ser inflamable, se debe solicitar apoyo de bomberos llamando al 132.
- Señalizar la zona con la indicación de peligro correspondiente, impidiendo el acceso de personas, focos de ignición, etc.
- Avisar al suministrador.
- No iniciar actividades sin recibir previa autorización.

Fuga con llama en la boca de la botella

Si se produce llama en la boca de una botella, se procederá a cerrar la válvula de la botella, si esto no es posible, se deberá actuar de la siguiente manera:

- Solicitar inmediatamente el apoyo de bomberos llamando al 132.
- Evacuar el área a fin de no exponer al personal a los gases involucrados.
- Si existe algún lesionado, realizar acciones de primeros auxilios y llamar a emergencias de ser necesario 131.
- No iniciar actividades sin recibir previa autorización.

Calentamiento de botella de acetileno

Si la botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explotar. En caso que se caliente la botella de acetileno deberá proceder de la siguiente manera:

- Evacuar inmediatamente el área.
- Cerrar la válvula, si es posible hacerlo sin peligro.
- Solicitar apoyo de bomberos.
- Enfriar la botella con agua utilizando una manguera (hasta que el agua no se evapore).
- Una vez que la botella se enfrió, comprobar que esta no vuelva a calentarse.
- Informar al proveedor y realizar la sustitución de esta botella.

h.5 En caso de explosión

En caso de explosiones, cualquiera que sea su magnitud, se deberá solicitar apoyo a bomberos con el fin de realizar las acciones necesarias para determinar las causas de esta.

- Evacuar el área afectada por la explosión.
- Realizar una evaluación primaria del personal que se vio afectada.
- Si existen lesionados, realizar labores de primeros auxilios y solicitar apoyo de emergencia, llamando al 131.
- No hacer ingreso al área afectada hasta que bomberos lo autorice.

h.6 En caso de electrocución

En caso de presenciar un accidente con electricidad, deberá actuar de la siguiente manera:

- Cortar de inmediato el suministro de energía eléctrica.
- Si no se puede cortar el suministro de energía eléctrica, con ayuda de un material aislante desprender a la víctima del contacto eléctrico. (Recordar que la persona es un conductor, por lo que **no se puede tocar directamente**).
- Si el afectado se encuentra próximo a los bordes de la fosa de trabajo, prevenir la caída de este a su interior.

- Prestar los primeros auxilios.
- Dar aviso a su jefatura directa.
- No suministra bebidas de ningún tipo.
- Solicitar apoyo de emergencia a 131, si la fuente de energía eléctrica no pudo ser controlada solicitar apoyo a bomberos 132.

h.7 En caso de intoxicación

- Detener las actividades y brindar primeros auxilios.
- Siempre que sea factible, transportar al afectado al centro médico más cercano
- De no poder trasladar al afectado, solicitar apoyo de emergencias llamando al 131.

i) Control de salud.

Dada las características especiales que presentan los espacios confinados, se debe prestar atención a la salud de los trabajadores que realizaran labores en este tipo de recintos. Para esto es preciso constatar su compatibilidad para su desempeño al interior de estos, a través de reconocimientos médicos iniciales para detectar condiciones que podrían ser perjudiciales para ellos como, por ejemplo:

- Vértigos.
- Afecciones cardiacas.
- Afecciones pulmonares.
- Problemas neurológicos.
- Movilidad reducida.
- Tratamiento con fármacos.
- Entre otros.

j) Capacitaciones.

Este es un factor fundamental en lo que se refiere al manejo de los riesgos. Para potenciar el conocimiento de la seguridad en los espacios confinados y el manejo frente a las situaciones de emergencia a los cuales se podrían ver expuestos

quienes realizan este tipo de trabajo es necesaria la capacitación en los siguientes puntos como mínimo:

- Riesgos en espacios confinados.
- Planes de emergencia establecidos por la empresa.
- Uso de elementos de protección personal.
- Primeros auxilios.
- Uso de extintores.
- Entrenamiento para procedimientos repetitivos.

5. CONCLUSIONES

- En todos los establecimientos estudiados existen trabajadores que realizan actividades dentro de espacios confinados, sin siquiera saber que es un espacio confinado. Parece inverosímil que esto suceda, pero es la realidad para estos tres establecimientos. El desconocimiento y la nula capacitación respecto a este tipo de espacios, da como resultado una especie de falsa seguridad para estos trabajadores, quienes sin tener conciencia de los riesgos a los cuales se ven enfrentados, ni a las consecuencias que estos podrían provocar, realizan trabajos sin las medidas preventivas adecuadas.
- No se informa de los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores por lo que no existe respaldo de la Obligación De Informar (ODI).
- La composición de los contaminantes a los cuales están expuestos los trabajadores, están acotadas al tipo de sistema de soldadura a utilizar, material base, material de aporte y contaminantes generados a partir del aire. Los tres establecimientos estudiados, en sus espacios confinados, a través de las actividades de soldadura, podrían generar los mismos tipos de contaminantes, a pesar de que difieren en algunos de los componentes utilizados para la realización de estas.
- Los diferentes tipos de contaminantes detectados representan diferentes tipos de riesgos para la salud de las personas, como riesgo de cáncer, para la producción, enfermedades a la piel, alergias, daños a órganos, entre otros.
- Los tres establecimientos estudiados muestran falencias en cuanto a los elementos de protección personal mínimos exigidos por las normas chilenas para trabajos de soldadura, ya sea por la inexistencia de estos, como por el no uso por parte de los trabajadores.
- Mediante las entrevistas realizadas a los representantes de cada establecimiento se puede interpretar que existe la voluntad para cumplir con lo que establecen las leyes y normas chilenas en cuanto a lo que comprende prevención de riesgos, pero la falta de conocimientos y la nula fiscalización hace que estos no tengan claro cuáles son los puntos base para cumplirlas.

6. RECOMENDACIONES

Luego de las conclusiones obtenidas en base a los resultados de las herramientas aplicadas para el desarrollo de este proyecto, es recomendable que todos los establecimientos dedicados a trabajos en espacios confinados cuenten con un plan de medidas preventivas como el propuesto anteriormente, el cual este destinado a proporcionar condiciones de trabajo seguras, que sea apropiado al tamaño y contexto del establecimiento y a la naturaleza específica de los riesgos a la seguridad y salud de sus trabajadores.

De acuerdo a la falta de conocimientos, principalmente, de los riesgos a los cuales están expuestos diariamente, se hace imprescindible el apoyo de expertos en prevención de riesgos para la realización de capacitaciones y charlas informativas en los temas base y fundamentales para la realización segura de sus actividades, lo cual puede hacer la diferencia, a la hora de realizar un trabajo y evitar consecuencias negativas para la salud del trabajador, incluso su muerte.

7. BIBLIOGRAFIA

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1988). NTP 233 Trabajos En Recintos Confinados. España: Autor.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1988). NTP 494 Soldadura Eléctrica Al Arco: Normas De Seguridad. España: Autor.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1982). NTP 7 Soldadura. Prevención De Riesgos Higiénicos. España: Autor.
- INDURA S.A. *Manual de sistemas y materiales de soldaduras*. [s.n].
- Instituto Nacional de Normalización (1980). Protección de los ojos – Filtros para soldadura - Requisitos. (NCh1692). Santiago, Chile: Autor.
- Instituto Nacional de Normalización (1980). Prevención de riesgos – Seguridad en trabajos de soldadura, corte y procesos a fines - Especificaciones. (NCh2928). Santiago, Chile: Autor.
- Instituto Nacional de Normalización (1978). Prevención de riesgos en los trabajos de corte y soldadura con gas – Aspectos generales. (NCh1466). Santiago, Chile: Autor.
- Instituto Nacional de Normalización (1978). Prevención de riesgos en los trabajos de corte y soldadura al arco – Aspectos generales. (NCh1467). Santiago, Chile: Autor.
- Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (2009). El soldador y los humos de soldadura.
- Ministerio de Salud (2021). Instituto de Salud Pública. Exposición ocupacional a humos de soldadura por arco: criterios y estrategias a considerar para la evaluación cuantitativa.
- Ministerio de Salud (2016). Instituto de Salud Pública. Guía para los trabajos en espacios confinados.

- Ministerio de Salud (1999). Decreto Supremo N°594 Aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- ATSDR. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (s.f.). Índice Alfabético de Sustancias Tóxicas. Recuperado el 2 de julio de 2023 de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_toxfaqs_index.html.
- Instituto de Salud Pública. Ministerio de Salud. <https://www.ispch.gob.cl/>
- NEDERMAN. (s.f.). Riesgos para la salud derivados de procesos de soldadura. Recuperado el 20 de junio de 2023 de <https://www.nederman.com/es-mx/industry-solutions/welding-and-cutting/health-and-safety>.
- Riveros, E., Martínez, J. y Cabrera, E. (2000). *Emisiones Vehiculares*. Instituto de Física UNAM, Ciudad de México, México.
- Romero M. (2021) Cables para equipos de soldadura por arco eléctrico. Recuperado el 25 de junio de 2023 de <https://shre.ink/9ZDp>.

8. ANEXOS

Anexo 1: Modelo check list EPP trabajos de soldadura aplicado



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y

ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

ESCUELA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE.

Objetivo: Determinar la existencia de los elementos de protección personal y el cumplimiento de exigencias mínimas para trabajos de soldadura estipulados en las NORMAS NACIONALES CHILENAS NCh 1466 de 1987 para soldadura oxiacetilénica y NCh 1467 de 1987 para soldadura al arco eléctrico.

CHECK LIST EPP TRABAJOS DE SOLDADURA

Aplicado a:	
--------------------	--

Sistema de soldadura	Si	No
Arco manual		
Oxiacetilénica		

Sistema Arco manual			
EPP mínimos para soldador	SI	No	Observaciones
1. Pantalla para soldar.			
2. Filtro (protección ocular).			
3. Chaqueta y delantal de cuero.			
4. Guantes de cuero puño largo (tipo mosquetero).			
5. Calzado de seguridad.			
EPP mínimos para ayudante	Si	No	Observaciones

1. Anteosojos de soldar con filtros de vidrio.			
2. Calzado de seguridad.			
EPP adicionales - optativos	Si	No	Observaciones
1. Respirador de seguridad (Mascarilla para humos de soldaduras).			
2. Guantes de algodón resistentes al fuego (alternativa al cuero en trabajos livianos).			
3. Polainas de cuero o asbesto.			
4. Gorro tipo legionario.			
5. Casco de seguridad.			
6. Tapones auditivos.			
7. cinturón de seguridad			
8. línea de seguridad (cuerda)			

Sistema oxiacetilénico			
EPP mínimos para soldador	Si	No	Observaciones
1. Anteosojos oscuros filtrantes			
2. Delantal (Mandil o colete) de cuero o chaqueta de cuero manga larga			
3. Guantes de cuero puño largo (tipo mosquetero).			
4. Polainas de cuero			
5. Calzado de seguridad			
EPP adicionales - optativos	Si	No	Observaciones
1. Casco de seguridad.			
2. Gorro tipo legionario.			
3. Cinturón de seguridad			
4. Línea de seguridad (cuerda)			
5. Tapones auditivos.			
6. Respirador de seguridad (Mascarilla para humos de soldaduras).			

Notas

Anexo 2: Modelo Check list Equipo sistema soldadura arco manual aplicado



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y

ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

ESCUELA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE.

Objetivo: Determinar el estado del sistema de soldadura arco manual y el cumplimiento de las normas establecidas en la NORMA CHILENA OFICIAL NCh 1467 de 1978 “prevención de riesgo en los trabajos de corte y soldadura al arco – aspectos generales”.

CHECK LIST EQUIPO SISTEMA SOLDADURA ARCO MANUAL

Aplicado a:	
--------------------	--

Ventilación artificial			
	Si	No	Observaciones
1. Existencia de algún tipo de ventilación artificial			

Instalación del sistema			
	Si	No	Observaciones
1. Fuente de poder con cubierta protectora colocada.			
2. Cubierta protectora en buen estado.			
3. Instalación eléctrica ejecutada por personal			

competente autorizado.			
4. Tablero eléctrico entre la fuente de poder y la máquina.			

Conductores (cables)			
	Si	No	Observaciones
1. Deben ser flexibles			
2. Provisos de revestimiento aislante eléctrico en toda su extensión.			
3. Sección adecuada al amperaje utilizado			
4. Buenas condiciones físicas (a la vista)			
5. Cables unidos			
6. Extremos con terminales de conexión adecuados.			
7. Cable sin aplastamientos (por objetos ni personas).			

Porta electrodo y pinza de masa (conexión a tierra)			
	Si	No	Observaciones
1. Porta electrodo en buenas condiciones físicas (a la vista).			
2. Porta electrodo limpio, sin sustancias adheridas.			
3. Pinza de masa mecánicamente fuerte.			

Anexo 3: Modelo Check list Equipo sistema soldadura oxiacetilénica aplicado



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y

ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

ESCUELA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE.

Objetivo: Determinar el estado del sistema de soldadura oxiacetilénica y el cumplimiento de las normas establecidas en la NORMA CHILENA OFICIAL NCh 1466 de 1978 “prevención de riesgo en los trabajos de corte y soldadura con gas – aspectos generales”.

CHECK LIST EQUIPO SISTEMA SOLDADURA OXIACETILENICA

Aplicado a:	
--------------------	--

Ventilación artificial			
	Si	No	Observaciones
2. Existencia de algún tipo de ventilación artificial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Botellas (cilindros) de gases				
	Si	No	NA	Observaciones
1. Botellas de gases perfectamente identificadas. Nch 1377.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Botellas en buen estado físico (sin abolladuras, cortes, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Grifos de botellas de gases apuntando en direcciones opuestas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

4.	Botellas no deben estar cubiertas total ni parcialmente.				
5.	Botellas ubicadas entre 5 y 10 metros de la zona de trabajo.				
6.	Botellas alejadas de cualquier circuito eléctrico.				
7.	Botellas ancladas a un sistema de soporte.				
8.	Almacena Botellas				
9.	Botellas almacenadas con sistema de separación o bien por espacios de 1-1.5 metros.				

Mangueras y reguladores.				
	Si	No	NA	Observaciones
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Soplete				
	Si	No	NA	Observaciones
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Anexo 4: Modelo check list Tipos de riesgo aplicado



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y

ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

ESCUELA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE.

Objetivo: Determinar todos los tipos de riesgos presentes en trabajos realizados dentro de espacios confinados y los factores que podrían provocarlos.

CHECK LIST TIPOS DE RIESGOS

Aplicado a:

Riesgos específicos (Condiciones atmosféricas)			
Riesgo	Si	No	Factor(es)
1. Exposición a atmósfera con deficiencia de oxígeno (-18%)			
2. Exposición a atmósfera con enriquecimiento de oxígeno (+23.5%)			

3. Exposición a sustancias tóxicas			
4. Incendio			
5. Explosión			
6. Riesgos biológicos			

NOTAS:

Riesgos generales			
Riesgo	Si	No	Factores
Atrapamiento			
Cortes			
Golpes por			
Golpes con			
Caídas del mismo nivel			
Caídas de distinto nivel			
Riesgo eléctrico			

Anexo 5: Modelo de entrevista aplicado



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y

ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

ESCUELA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE.

Objetivo: Recopilar información necesaria que contribuya a la realización del proyecto de investigación.

La presente encuesta está dirigida a representantes legales (dueños) de la empresa, sus respuestas serán de uso personal y exclusivamente del investigador.

Nombre de establecimiento.	
Dirección.	
Entrevistado.	
Cargo.	
Entrevistador.	
Fecha	
Tema: “Estudio de riesgos y medidas preventivas de trabajos en fosas en talleres de soldadura en el rubro automotriz”	

Pregunta.	Interpretación.
<p>9. ¿Tiene conocimiento que dentro de su empresa se realizan trabajos dentro de espacios confinados?</p>	
<p>10. ¿Qué opina usted que se realice un estudio de riesgos y la generación de medidas preventivas en los trabajos realizados en espacios confinados dentro de su empresa?</p>	
<p>11. ¿Para que serviría la realización de este proyecto dentro de su empresa?</p>	
<p>12. ¿Sabe usted que tipos de gases se generan durante los trabajos de soldadura realizados dentro de su empresa y las consecuencias que estos podrían tener en toda persona que se encuentre expuesto a estos?</p>	

13. ¿Cree que a los trabajadores se les brindan los elementos de protección personal adecuados y suficientes en relación a los riesgos a los cuales se encuentran expuestos durante la jornada de trabajo?

NOTAS:

Anexo 6: Modelo de encuesta aplicado



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y

ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

ESCUELA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE.

Objetivo: Determinar el conocimiento de los trabajadores respecto a los riesgos asociados a sus trabajos dentro de espacios confinados en sus puestos de trabajo.

La presente encuesta está dirigida a todos los trabajadores dentro de la empresa y sus respuestas serán de uso personal y exclusivamente del investigador

Instrucciones:

- Subraye el recuadro de la respuesta que usted estime conveniente.

ENCUESTA

1. ¿Usted sabe que es un espacio confinado?

Si

No

2. ¿Durante su jornada laboral cree estar expuesto a humos de soldadura?

Si

No

3. ¿Cree usted verse afectado de alguna forma por la inhalación de humos de soldadura?

Si

No

4. ¿Cree usted que trabajar en espacios con poca ventilación podría afectar su estado de salud?

Si

No

5. ¿Cree usted que el equipo de protección personal que se le es proporcionado es suficiente para mitigar los riesgos a los cuales esta expuesto durante su jornada laboral?

Si

No

6. ¿Utiliza siempre todos los elementos de protección personal mientras se realizan trabajos de soldadura?

Si

No

7. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en espacios confinados y los riesgos que estos representan para el trabajador?

Si

No

Anexo 7: Modelo Permiso de entrada a espacios confinados



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y

ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

ESCUELA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y MEDIO AMBIENTE.

PEMISO PARA TRABAJOS AL INTERIOR DE LA FOSA

Nombre empresa:	Fecha:
Trabajo a efectuar:	

Concepto	Si	No	NA
Aseguramiento Espacio Confinado (Fosa)			
• Se han despejado accesos de entrada y salida.			
• Se han despejado y limpiado superficies (piso).			
• Verificar buen estado y funcionamiento de equipos.			
Ventilación			
• Verificar funcionamiento de ventilación focalizada.			
Equipo de Protección Personal			
• Casco de soldador.			
• Chaqueta de cuero.			
• Delantal de cuero.			
• Guantes de cuero puño largo.			
• Calzado de seguridad.			
• Polainas de cuero o asbesto.			
• Respirador de seguridad (mascarilla).			
• Gorro tipo legionario.			
• Anteojos oscuros filtrantes.			

• Casco de seguridad.			
Equipo de Apoyo Humano (capacitado para estos fines)			
• Primeros auxilios.			
• Uso de extintores.			
• Procedimientos de emergencia			
Equipo Control de Incendios			
• Extintores conformes al cumplimiento de la ley (D.S 594)			

Instrucciones complementarias o precauciones especiales a seguir por mantenimiento en los trabajos previos.
.....

PERMISO VALIDO SOLAMENTE PARA UN TURNO DE TRABAJO		
Nombre trabajador:		
ODI al día		Autoriza:
SI	NO	Firma: