



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Propuesta de un modelo de gestión para la prevención de  
riesgos laborales para los soldadores de un astillero”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN GERENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL  
TRABAJO**

**Presentada por:**

**Carlos Alberto Ramírez Posada**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2021**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mi director de proyecto, el Ing. Cristhian Arias U., a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo, y especialmente a mis padres por darme la oportunidad de poder continuar mis estudios.

## DEDICATORIA

Este trabajo realizado con  
esfuerzo por varios meses  
está dedicado a mis  
padres, esposa, hija,  
familiares y amigos.

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN

---

**Ángel Ramírez M., Ph.D.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE**

---

**Cristian Arias U., MSc.  
DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Cristina Morales L., MSc.  
VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Carlos Alberto Ramírez Posada

## RESUMEN

El presente estudio establece la identificación, medición y evaluación de factores de riesgos laborales generados en el mantenimiento y construcción de estructuras navales para los colaboradores que realizan actividades de soldadura y oxicorte en un astillero.

La industria metalmeccánica, es uno de los procesos de mayor actividad económica a escala mundial y es considerada también de alto riesgo; en ASTINAVE EP durante el proceso de oxicorte y soldadura en el área de mantenimiento y construcción de estructuras navales, el soldador se expone a diferentes factores de riesgo que pueden afectar la salud de los colaboradores. Los agentes contaminantes como los humos inorgánicos, presentes en estas actividades debido al tiempo de exposición y las condiciones higiénicas del entorno laboral, pueden generar enfermedades crónicas y agudas, tanto a estos colaboradores como a los trabajadores de otras áreas que desarrollan actividades dentro de la embarcación.

El objetivo del presente estudio es diseñar un modelo de gestión para la prevención de riesgos laborales de los colaboradores del taller de soldadura en un astillero, en donde se realizó la identificación de los factores de riesgos, su evaluación correspondiente y posterior análisis, con el fin de establecer controles que garanticen el bienestar de los colaboradores y la institución.

En primer lugar, se revisó la matriz de riesgos laborales del taller 100 de soldadura del puesto soldador clasificación naval, donde se evidenció que el riesgo químico por generación de humos de soldadura tiene una valoración importante dentro de las actividades de oxicorte y soldadura en el mantenimiento y construcción de estructuras navales.

Luego se escogió la metodología de estudio que incluye la evaluación de la exposición y las medidas de control de riesgo existentes en el lugar de trabajo, donde se categorizó el nivel de riesgo en el que se relaciona la probabilidad por su consecuencia según el método Binario Simplificado del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). La propuesta consiste en el diseño de un programa de prevención de riesgos laborales para los soldadores de un astillero que contempla acciones de control operativo y administrativo que se complementan con un plan de vigilancia de la salud para estos colaboradores tomando en cuenta el Acuerdo Ministerial 1404, con el objeto de crear una cultura preventiva controlando los riesgos laborales en esta área.

Para concluir, con los resultados obtenidos de la evaluación de riesgos laborales y la medición de la exposición de riesgos químicos por humos y vapores de soldadura realizada a los colaboradores de esta área en sus actividades rutinarias, se diseñó un modelo de gestión para la prevención de riesgos laborales, que permita minimizar la

exposición y mejorar el ambiente de trabajo de los soldadores para que no sufran afecciones a la salud, tales como lesiones o enfermedades profesionales.

# ÍNDICE GENERAL

Pág.

<b>RESUMEN</b> .....	<b>I</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>III</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>V</b>
<b>SIMBOLOGÍA</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Preguntas de investigación.....	3
1.5 Justificación del estudio.....	3
1.6 Estructura del proyecto.....	4
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1 Misión.....	6
2.1.2 Visión.....	7
2.1.3 Objetivos estratégicos de la empresa.....	7
2.1.4 Valores Organizacionales.....	7
2.1.5 Política Integrada de Gestión.....	7
2.1.6 Estructura Organizacional por procesos de ASTINAVE EP.....	8
2.1.7 Mapa de procesos y cadena de valor de ASTINAVE EP.....	9
2.1.8 Macroprocesos por niveles.....	9
2.1.9 Descripción de los puestos de trabajo.....	12
2.1.10 Identificación de Peligros y Evaluación de los Riesgos.....	13
2.1.11 Determinación del Nivel de Riesgo.....	14
2.2 Bases teóricas.....	16
2.2.1 Construcción y mantenimiento de buques.....	16
2.2.2 Proceso de soldadura.....	17
2.2.3 Efectos a la salud por exposición a partículas en los procesos de soldadura.....	20
2.2.4 Efectos del manganeso.....	21



2.2.5	Efectos del plomo .....	21
2.2.6	Hipótesis de la investigación .....	22
2.2.7	Variable Dependiente .....	22
2.2.8	Variable Independiente.....	22
2.3	Definición de términos básicos .....	22
2.4	Hipótesis de la investigación.....	23
2.5	Variables .....	24
2.5.1	Variable Independiente.....	24
2.5.2	Variable Dependiente .....	24
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>.....</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>25</b>
3.1	Alcance de la investigación.....	25
3.2	Diseño de la investigación .....	25
3.3	Cronograma de actividades o diagrama de GANTT.....	26
3.4	Matriz de identificación de peligros y estimación riesgos del puesto de Técnico en Soldadura Clasificación Naval.....	27
3.4.1	Equipos de Protección Personal utilizados por el soldador.....	30
3.5	Población y muestra .....	31
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.6.1	Inconvenientes y limitaciones .....	31
3.6.2	Equipo y material de muestreo .....	35
3.6.3	Condiciones de muestreo .....	37
3.6.4	Procedimiento del muestreo .....	37
3.6.5	Transporte y Almacenamiento.....	39
3.7	Técnicas de procedimientos y análisis de datos .....	39
3.7.1	Humos metálicos .....	39
3.7.2	Método de muestreo.....	40
3.7.3	Método de análisis en laboratorio .....	41
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>.....</b>	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
4.1	Resultados de los análisis y comparación con los VLA-ED® (mg/m <sup>3</sup> ).....	42
4.2	Medidas de prevención y protección.....	43
4.3	Programa de prevención y protección para el taller 100 de soldadura.....	45
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>.....</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
5.1	Conclusiones.....	48
5.2	Recomendaciones.....	48
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		

## ABREVIATURAS

NTP	Nota Técnica de Prevención
INSST	Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
MAG	Metal Gas Activo
MIG	Metal Gas Inerte
TIG	Gas Inerte Tungsteno
UV	Ultravioleta
IARC	Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
NIOSH	Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
TLVs	Valor Limite Umbral
ANSI	American National Standards Institute

## SIMBOLOGÍA

°C	Grados centígrados
ml	Mililitros
lpm	Litros por minuto
mg	Miligramos
mg/m <sup>3</sup>	Miligramos por metro cúbico
mm	milímetros
min	minuto
lts	litros

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1. Organigrama de astinave ep.....	8
Figura 2.2. Mapa de procesos de astinave ep .....	9
Figura 2.3. Organigrama de la gerencia de operaciones .....	11
Figura 2.4. Metodología de estimación de riesgo binario simplificado.....	15
Figura 2.5. Categorización del riesgo.....	16
Figura 2.6 Soldadura mig o mag .....	19
Figura 3.1. Elementos químicos presente en humos metálicos.....	33
Figura 3.2. Continuación elementos químicos presente en humos metálicos. ....	34
Figura 3.5. Bomba para muestreo .....	35
Figura 3.3 Componentes de la unidad de captacion .....	36
Figura 3.4. Portafiltros o cassettes para metales .....	36
Figura 3.6. Medición de humos metálicos a trabajador. ....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Descripción y perfil del puesto en Astinave EP. ....	12
Tabla 2. Cronograma de actividades del proyecto .....	26
Tabla 3. Matriz de Riesgos Laborales del puesto Soldador Clasificación Naval .....	28
Tabla 4. Datos de los equipos utilizados .....	35
Tabla 5. Puntos de muestreo para la medición de humos metálicos en jornadas de 8 horas .....	40
Tabla 6. Límites de exposición profesional en jornadas de 8 horas plomo y manganeso .....	41
Tabla 7. Datos y resultados de las muestras.....	42
Tabla 8. Programa de prevención y protección.....	46

# CAPÍTULO 1

## 1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

En los astilleros navales se realizan diferentes tipos de trabajos, tales como, la construcción y mantenimiento de estructuras navales en las cuales se desarrollan actividades de diferente índole, en donde, los colaboradores se encuentran expuestos a factores de riesgos, los mismos que, pueden llegar a ser significativos, dependiendo de la probabilidad de que se materialice un accidente o enfermedad profesional y la consecuencia que éstos generen. Los procesos que se desarrollan en los diferentes talleres de los astilleros navales son:

**Taller de soldadura:** Ejecución de trabajos de soldadura incluyendo corte de metales con sistema de oxígeno y acetileno, soldaduras eléctrica tipo MIG, TIG, con palillos, armado de estructuras metálicas, construcción y mantenimiento de buques.

**Taller de maquinado:** Maquinado de diferentes piezas a través de máquinas herramientas tales como: tornos, fresadora, balanceadora, reparación de sistemas de propulsión y elaboración de piezas en un área de fundición.

**Taller de combustión interna:** Mantenimientos e instalación de motores de combustión interna para embarcaciones, bombas de diferentes tipos, montajes y desmontajes de sistemas de gobierno.

**Taller eléctrico:** Mantenimiento, montaje y desmontaje de motores y sistemas eléctricos navales.

**Taller de sistemas auxiliares:** Elaboración, mantenimiento, montaje y desmontaje de sistemas auxiliares y válvulas de las estructuras navales, gasfitería en embarcaciones.

**Taller electrónico:** Mantenimiento, montaje, desmontaje de sistemas electrónicos, radares, pruebas de softwares y hardware en embarcaciones.

**Taller de carpintería:** Elaboración de camas de madera, cuñas y puntales para realizar el varado de las embarcaciones, la elaboración y mantenimiento de habitabilidad de las embarcaciones.

**Taller de pintura:** Actividades de preparación de superficies navales metálicas y acabados con pinturas antifouling para el casco del barco, cubiertas y demás estructuras de estas.

**Taller de maniobras:** Cuenta con una plataforma de varado por medio de un winche y un sistema de rieles con molinetes para movilizar las embarcaciones.

El presente estudio se enfoca en el taller 100 de soldadura que cuenta con la mayor cantidad de trabajadores y actividades de alto riesgo y busca mitigar los efectos de la exposición a los factores de riesgos a los que estos colaboradores se encuentran expuestos, estableciendo las condiciones básicas a través de un programa de prevención de riesgos laborales y de esta manera puedan desarrollar su actividad de forma segura previniendo la ocurrencia de accidentes laborales y enfermedades profesionales al corto mediano y largo plazo garantizando su bienestar, beneficiando tanto al colaborador como a la institución.

## 1.2 Formulación del problema

Los factores de riesgo derivados de las actividades productivas que ejecutan los colaboradores del taller 100 de soldadura en su mayoría son significativos lo que podría ocasionar afecciones graves a la salud de estos, sino se establece un programa de prevención de riesgos laborales para evitar la ocurrencia de dichos eventos.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión para la prevención de riesgos laborales para los soldadores de un astillero, mediante la identificación, análisis y evaluación de riesgos con el fin de precautelar el bienestar de los colaboradores y la institución.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores de riesgos a los que están expuestos los soldadores en el área de soldadura en la construcción y reparación de embarcaciones.
- Evaluar los factores de riesgos en el área de trabajo de los talleres de soldadura y construcción de estructuras navales.
- Diseñar cada uno de los elementos que formarán parte del modelo de gestión de prevención de riesgos laborales.

#### 1.4 Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el proceso operativo para la construcción y mantenimiento de estructuras navales a estudiar por la criticidad de sus actividades?
- ¿Cuáles son los factores de riesgos significativos generados en las actividades del taller 100 de soldadura del astillero?
- ¿Qué factores de riesgos de los identificados y estimados son los que requieren de realizar un estudio de higiene industrial en el ambiente de trabajo?
- ¿De los factores de riesgos medidos, cuáles superan los límites permisibles de exposición profesional acorde a la normativa escogida (INSST: ¿Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2019)?
- ¿Qué acciones se van a establecer para estructurar un programa de prevención de riesgos laborales para el control de éstos en el taller de soldadura?

#### 1.5 Justificación del estudio

La mayoría de las estructuras navales se someten a trabajos anuales de mantenimiento y reparación en varaderos o astilleros, además en estos astilleros se realizan construcciones de este tipo de estructuras, donde los trabajadores se exponen a numerosos riesgos tales como: exposición a temperaturas extremas, caídas de personas al mismo y a distinto nivel, caída o desplome de las embarcaciones, incendios, proyección de fragmentos o partículas, atropellos por el uso de carretillas elevadoras, riesgos por exposición a agentes físicos (radiaciones en tareas de soldadura, vibraciones mano-brazo, iluminación inadecuada, etc.) o por exposición a agentes químicos (polvos originados durante la limpieza con chorro de arena, exposición a fibras minerales y de amianto, vapores de pinturas, disolventes, etc.), entre otros. Es difícil obtener datos fiables sobre la siniestralidad en este tipo de tareas, ya que la casuística que se puede dar en las reparaciones y construcción de las embarcaciones es muy variada (Instituto Nacional de Seguridad, 2017).

Los riesgos derivados de las actividades en los astilleros navales cuando no son controlados adecuadamente pueden generar accidentes letales y enfermedades profesionales graves, lo cual impactaría en el desempeño de los colaboradores y la productividad de la organización debido a estos eventos, ya que se debe cubrir las actividades de los colaboradores ausentes, contratar personal con poca experiencia reduciendo así la productividad de la organización e impactando también en la calidad de vida de sus colaboradores, por este motivo es importante identificar, estimar, medir, evaluar y controlar



estos riesgos laborales para garantizar el bienestar de los trabajadores y mantener una óptima productividad.

## 1.6 Estructura del proyecto

- **El problema de investigación**

Los astilleros navales son organizaciones en las que se desarrollan actividades operativas de alto riesgo, en donde los colaboradores de diferentes áreas se encuentran expuestos y al no ser controlados pueden afectar su salud gravemente. Uno de los procesos con una cantidad considerable de factores de riesgos significativos es el área de soldadura, ya que el arco eléctrico que es un punto de ignición genera calor, chispa y varios elementos suspendidos en el aire como son el humo y partículas metálicas.

- **Marco teórico**

Los antecedentes de la investigación contemplan la descripción de la empresa, sus procesos, estructura organizacional y los tipos de procesos de soldadura que se ejecutan para su operatividad. En este acápite se explicará cuáles son las afecciones a la salud de los colaboradores por la exposición a los humos y partículas metálicas acorde a las actividades definidas en la descripción del cargo. Se definen la hipótesis y las variables independientes y dependientes para el presente estudio y propuesta del proyecto.

- **Marco metodológico**

En este apartado se define hasta dónde abarca la investigación del presente proyecto, así como su diseño, estableciendo las técnicas e instrumentos para la recolección de datos junto con las limitaciones que pudieren presentarse. Además, de programarse las actividades a realizar mediante un cronograma con tiempos adecuados para el desarrollo del trabajo.

En este capítulo se establece las metodologías para realizar las mediciones de los humos y partículas metálicas que se identifican y estiman en primera instancia con la metodología del INSSST. Como primer punto se realiza la recolección o toma de la muestra en el lugar de trabajo, luego esta muestra es analizada por el laboratorio y los resultados obtenidos son evaluados con los límites de exposición diaria de los contaminantes antes mencionados.

- **Resultados**

Luego de realizadas las tomas de muestras y evaluados los resultados con los límites de exposición diaria, se establecen medidas de prevención y protección para los colaboradores del taller de soldadura, mismas que son plasmadas en el diseño de un modelo de gestión con actividades y recursos para su implementación.

- **Conclusiones y recomendaciones**

Una vez realizada la investigación y diseñado el modelo de gestión para prevención y protección de los trabajadores del taller 100 de soldadura, se responden a las interrogantes establecidas en los objetivos, definición de la hipótesis y las preguntas de la investigación. Como punto final se realizan recomendaciones para la organización con el objetivo de implantar el diseño propuesto.

# CAPÍTULO 2

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

Astilleros Navales Ecuatorianos – ASTINAVE EP empresa pública, dentro de sus actividades productivas realiza la reparación, mantenimiento, carenamiento, transformación, diseño y construcción de Unidades Navales para el sector de la Defensa Nacional y de la actividad naviera privada nacional y extranjera.

ASTINAVE EP está comprometida con la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, su gestión la desarrolla con el objetivo de prevenir los accidentes laborales y las enfermedades ocupacionales.

Uno de los procesos productivos de ASTINAVE EP tiene relación con las actividades de soldadura, este proceso genera factores de riesgos físicos y químicos por la producción de radiaciones no ionizantes y humos que predisponen al trabajador a sufrir de enfermedades ocupacionales. Este proyecto pretende demostrar los diferentes mecanismos de afectación a la salud por la exposición a humos de soldadura, así como proponer un modelo de gestión para prevenirlos.

Este proyecto tiene un alcance que incluye a todos los trabajadores del taller 100 (taller de soldadura) en las instalaciones de ASTINAVE EP.

Con el desarrollo del proyecto se toma en cuenta temas relacionados con los sistemas de soldadura, identificación de peligros, medición y evaluación de riesgos laborales, afectación al estado salud de los soldadores, los equipos de protección personal que éstos deben utilizar, exámenes de laboratorio para la vigilancia epidemiológica, así como las diferentes propuestas para establecer un programa de prevención de riesgos laborales.

#### 2.1.1 Misión

*“Desarrollar, producir y mantener soluciones sustentables para potenciar la defensa, seguridad y los sectores marítimo e industrial”.*

### **2.1.2 Visión**

*“Ser la primera alternativa para la defensa, seguridad y los sectores marítimo e industrial a nivel nacional, y una alternativa competitiva en el mercado internacional, en nuestras líneas de negocio”.*

### **2.1.3 Objetivos estratégicos de la empresa**

1. *“Incrementar la participación en construcción, recuperación y modernización de embarcaciones para las instituciones del estado y la industria marítima”.*
2. *“Incrementar la participación en desarrollo, producción, puesta en operación y mantenimiento de soluciones de mando y control (C4IVR), defensa electrónica, defensa electro-óptica, defensa acústica e infraestructura de seguridad de la información, para las instituciones del estado”.*
3. *“Incrementar la participación en diseño, implementación, puesta en operación y mantenimiento de soluciones para la actividad Costa Afuera”.*
4. *“Incrementar la participación en mantenimiento de embarcaciones de acero y aluminio”.*
5. *“Incrementar la participación en provisión de servicios logísticos para la actividad Costa Afuera”.*
6. *“Incrementar la eficacia y eficiencia en los procesos internos de la organización con responsabilidad y transparencia ciudadana”.*
7. *“Incrementar la capacidad productiva de ASTINAVE EP”.*
8. *“Incrementar y fortalecer la capacidad del capital humano y tecnológico de la organización”.*
9. *“Incrementar las condiciones para una cultura y clima organizacional de excelencia”.*

### **2.1.4 Valores Organizacionales.**

*“Los valores de ASTINAVE EP son considerados de vital importancia para la realización armónica y efectiva del trabajo, por ello, la empresa propicia un entorno con valores que contribuyan al cumplimiento de la visión y misión: Lealtad, Honestidad, Compromiso, Respeto, Responsabilidad Social, Equidad, Flexibilidad”.*

### **2.1.5 Política Integrada de Gestión**

*“La política Integrada de Gestión de ASTINAVE EP está orientada a alcanzar la misión institucional, con el firme compromiso de fortalecer*

el desarrollo sostenible, a través del cumplimiento de la normativa legal vigente y de la mejora continua del SIG. ASTINAVE EP se compromete mediante su Sistema Integrado de Gestión a:

1. "Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, brindando soluciones integrales, asesoría y servicio postventa en todas las líneas de negocio dentro de los plazos establecidos".
2. "Prevenir la ocurrencia de accidentes, incidentes y enfermedades ocupacionales de nuestros servidores / obreros públicos y partes interesadas asegurando el cumplimiento de las medidas de control y mitigando los riesgos".
3. "Prevenir la contaminación ambiental derivada de nuestros procesos, mediante el manejo integral de los desechos y el uso eficiente de los recursos naturales".
4. "Asegurar el buen uso de la información institucional y de las partes interesadas a través de los procedimientos organizacionales y de tecnologías de información y comunicación".

### 2.1.6 Estructura Organizacional por procesos de ASTINAVE EP

La estructura organizacional de la organización ASTINAVE EP cuyo giro de negocio es la construcción y mantenimiento de estructuras navales se detallan en la Figura 2.1.

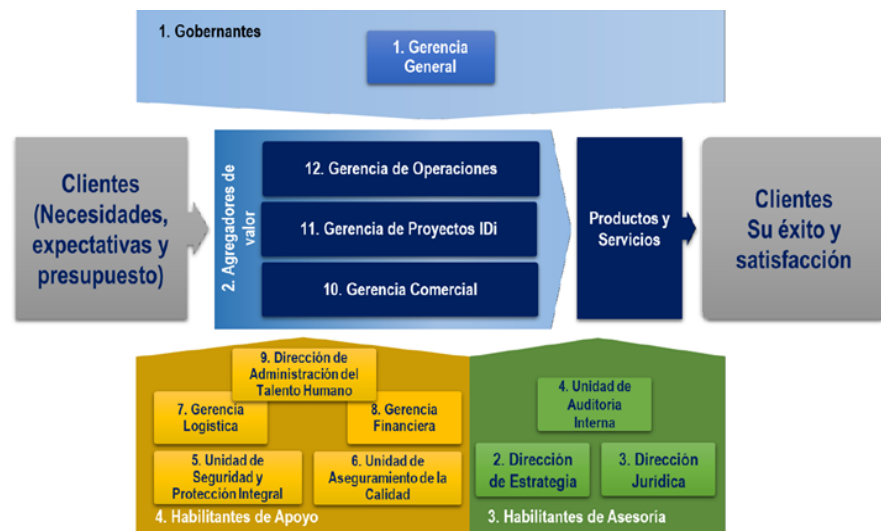


**FIGURA 2.1. ORGANIGRAMA DE ASTINAVE EP**

(Fuente: Estatuto Orgánico de Gestión por procesos de ASTINAVE EP, 2020)

## 2.1.7 Mapa de procesos y cadena de valor de ASTINAVE EP

Los procesos determinan los flujos de trabajo que conducen a la creación de los productos y servicios de ASTINAVE EP, estos se encuentran caracterizados detalladamente en el Manual de Procesos de la empresa y se resumen en el mapa de macroprocesos detallado en la figura 2.2.



**FIGURA 2.2. MAPA DE PROCESOS DE ASTINAVE EP**

(Fuente: Estatuto Orgánico de Gestión por procesos de ASTINAVE EP, 2020)

## 2.1.8 Macroprocesos por niveles

Están caracterizados en detalle en el Manual de Procesos, y se resumen a continuación.

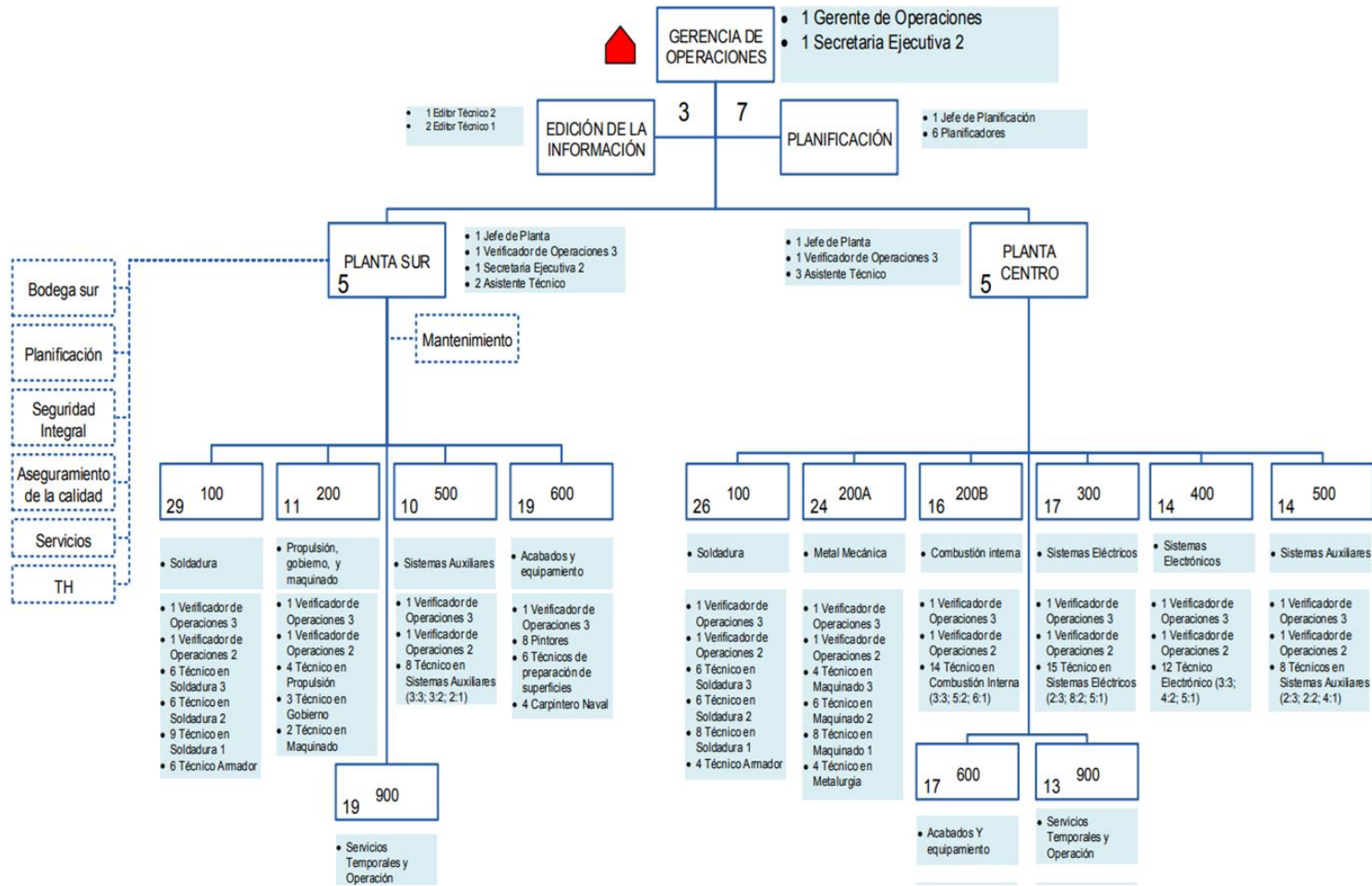
### Procesos agregadores de valor:

La Gerencia de Operaciones está representada por el Gerente de Operaciones y su misión es brindar los servicios definidos y apoyar a la implementación de proyectos de la empresa, de forma efectiva, eficiente y eficaz, cumpliendo con los estándares y normas internacionales, nacionales y empresariales para la actividad naval, marítima e industrial.

Dentro de las atribuciones y responsabilidades se encuentran:

1. Planificar el esfuerzo humano, la infraestructura productiva, materiales, el costo y el tiempo para la ejecución de los trabajos que por prestación de servicios se acuerde con los clientes.
2. Ejecutar los trabajos acordados con los clientes de acuerdo a la planificación establecida.
3. Coordinar con la Gerencia de Proyectos la ejecución de los trabajos, relacionados con los talleres de la planta, para los proyectos.
4. Asignar el personal y la infraestructura productiva a los Jefes de Proyecto para la ejecución de los proyectos.
5. Ejecutar la atención de garantías a clientes aprobadas por la Gerencia Comercial, coordinar dicha atención con la Gerencia de Proyectos cuando corresponda.
6. Coordinar con la Dirección de Talento Humano la contratación de personal calificado cuando la nómina actual abastezca la demanda.
7. Coordinar con la Gerencia Logística la provisión oportuna de los materiales e insumos necesarios para los trabajos de planta.
8. Cumplir con los estándares y normas técnicas establecidas en el ámbito naval, marítimo e industrial para los trabajos desarrollados como parte de prestación de servicios.
9. Coordinar con la Gerencia Logística el mantenimiento de infraestructura productiva para reducir al mínimo la NO disponibilidad de maquinaria, equipos e instalaciones.
10. Cumplir con la normativa establecida en materia de Seguridad y Protección Integral.
11. Coordinar con la Unidad de Aseguramiento de la Calidad la verificación de los trabajos ejecutados.
12. 12. Evaluar y optimizar permanentemente la asignación y el empleo de la fuerza de trabajo humana.
13. Evaluar y optimizar permanentemente la asignación y utilización de la maquinaria, equipos e instalaciones.
14. Coordinar con la Gerencia Comercial y la Gerencia de Operaciones la disponibilidad de la planta para la venta de proyectos y/o servicios.

En la figura 2.3 se detalla el organigrama de la Gerencia de Operaciones de la organización.



**FIGURA 2.3. ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE OPERACIONES**  
(Fuente: ASTINAVE EP, 2020)



### 2.1.9 Descripción de los puestos de trabajo

Los cargos para obreros de ASTINAVE EP se describen tomando como referencia el Manual de Procesos y el Estatuto Orgánico de Gestión por Procesos, y atienden a la especialización industrial de la Empresa, la misma que requiere de Técnicos altamente especializados y certificados para producir soluciones, sistemas y productos que cumplan con los exigentes estándares internacionales militares, navales e industriales.

La identificación del puesto del servidor público asignado para el área de soldadura es de Técnico en soldadura clasificación naval descrito en la tabla 1.

**TABLA 1. DESCRIPCIÓN Y PERFIL DEL PUESTO EN ASTINAVE EP.**

1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN		4. RELACIONES INTERNAS Y EXTERNAS	5. INSTRUCCIÓN FORMAL REQUERIDA	
Código	12.1.2.1.1.3	<b>INTERFAZ</b>	Nivel de Instrucción	Bachillerato
Denominación	Técnico en Soldadura Clasificación Naval	Verificador de Operaciones, Equipo de trabajo	Título Requerido	Si
Rol	Técnico		Área de Conocimiento	Soldadura clasificación naval
Unidad o Proceso	Gerencia de Operaciones			
2. MISIÓN		6. EXPERIENCIA LABORAL REQUERIDA		
Ejecutar los trabajos de soldadura asignados nivel 1G,2G,3G,4G,5G Y 6G de acuerdo con los planos y estándares de clasificación		Tiempo de Experiencia	Al menos 4 años	
		Especificidad de la experiencia	Técnicas de soldadura, GMAW (MIG-MAG), SMAW, TIG certificado (1G,2G,3G,4G,5G Y 6G) por alguna sociedad clasificadora	
3. ACTIVIDADES ESENCIALES		7. COMPETENCIAS TÉCNICAS		8. COMPETENCIAS CONDUCTUALES
Realizar el conocimiento del área y circuitos involucrados en el proceso de soldadura		Interpretación de planos para construcción naval		Dirección de equipos de trabajo
Realizar la verificación de los materiales y equipos a emplearse en el proceso de soldadura		Técnicas de soldadura, GMAW (MIG-MAG), SMAW, TIG certificado (1G,2G,3G,4G,5G Y 6G) por alguna sociedad IACS en acero y aluminio naval		Productividad

Realizar la verificación de los planos constructivos proporcionados para el proceso de soldadura	Metrología	Pensamiento analítico
Realiza la soldadura de circuitos, garantizando el cumplimiento de los estándares requeridos por las autoridades y las sociedades certificadoras	Equipos de soldadura	Calidad del trabajo

(Fuente: Manual de descripción, clasificación y valoración de puestos para obreros de ASTINAVE EP, 2020)

### 2.1.10 Identificación de Peligros y Evaluación de los Riesgos.

Para la evaluación de riesgos mecánicos, identificación y estimación de factores de riesgo físico, químico, ergonómico y psicosocial se aplica el método Binario Simplificado del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).

Una vez identificados y estimados los factores de riesgo no mecánicos se establecen las metodologías para medición y evaluación de éstos definiendo los lineamientos para el control de aquellos que superen el nivel medio de acción en todos los puestos de trabajo, incluyendo a las partes interesadas.

La clasificación internacional de los riesgos laborales según su naturaleza, se describen a continuación:

1. **Mecánicos:** Generados por la maquinaria, herramientas, aparatos de izar, instalaciones, atrapamientos, trabajos en caliente, trabajos en altura, trabajos en espacios confinados, desorden, obstáculos en el piso. Son factores asociados a la generación de accidentes de trabajo.
2. **Físicos:** Originados por iluminación inadecuada, ruido, vibraciones, temperatura, humedad, radiaciones, electricidad y fuego.
3. **Químicos:** Originados por la presencia de polvos minerales, vegetales, polvos y humos metálicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores y líquidos utilizados en los procesos laborales.
4. **Biológicos:** Por el contacto con virus, bacterias, hongos, parásitos, venenos y sustancias sensibilizantes de plantas y animales. Los vectores como insectos y roedores facilitan su presencia.
5. **Ergonómicos:** Originados en la posición, sobreesfuerzo, levantamiento de cargas y tareas repetitivas. En general, por uso

de herramienta, maquinaria e instalaciones que no se adaptan a quien las usa.

6. **Psicosociales:** Los generados en organización y control del proceso de trabajo. Pueden acompañar a la automatización, monotonía, repetitividad, parcelación del trabajo, inestabilidad laboral, extensión de la jornada, turnos rotativos y trabajo nocturno, nivel de remuneraciones, tipo de remuneraciones y relaciones interpersonales.

Cada uno de los factores de riesgo laboral debe ser ubicado en la matriz de riesgos laborales de acuerdo con los siguientes parámetros:

1. Tipo de riesgo
2. Factor de riesgo
3. Riesgo

### 2.1.11 Determinación del Nivel de Riesgo

La evaluación de los riesgos se realiza por el método Binario Simplificado del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).

Para determinar el Nivel de Riesgo, se relaciona la consecuencia o severidad del daño con la probabilidad de que ocurra el daño tal como se especifica en la figura 2.4.

- **Nivel de Riesgo**

El nivel de riesgo es el resultado de la estimación de un factor de riesgo identificado, el cual se determina realizando una observación en las áreas de trabajo de los soldadores, en donde se relaciona la consecuencia generada por algún factor de riesgo y la probabilidad de que ocurra la afectación al colaborador.

		C		
		LIGERAMENTE DAÑINO (LD)	DAÑINO (D)	EXTREMADAMENTE DAÑINO (ED)
P	BAJA (B)	Riesgo Trivial (T)	Riesgo Tolerable (TO)	Riesgo Moderado (MO)
	MEDIA (M)	Riesgo Tolerable (TO)	Riesgo Moderado (MO)	Riesgo Importante (I)
	ALTA (A)	Riesgo Moderado (MO)	Riesgo Importante (I)	Riesgo Intolerable (IN)

FORMULA	<b>NR=C x P</b>
DESCRIPCION	NR=Nivel de Riesgo
	C= Consecuencia
	P= Probabilidad

**FIGURA 2.4. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE RIESGO BINARIO SIMPLIFICADO**  
(Fuente: INSST)

- **Consecuencias**

Las consecuencias son los resultados más probables de un riesgo laboral, debido al factor de riesgo que se estudia, incluyendo desgracias personales y daños materiales.

- **Probabilidad**

Probabilidad de que, una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente sucedan en el tiempo, originando la afectación a la salud del colaborador.

- **Categorización del Nivel de Riesgo (NR)**

Finalmente, una vez aplicada metodología de categorización del nivel de riesgo en el que se relaciona la probabilidad por su consecuencia, su interpretación se la realiza acorde a lo establecido en la siguiente tabla:

Categorización NR	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Riesgo Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Riesgo Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Riesgo moderado (MO)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Riesgo Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados
Riesgo Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

**FIGURA 2.5. CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO**  
(Fuente: INSST)

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Construcción y mantenimiento de buques

La construcción y reparación de buques se cuentan entre las actividades industriales más peligrosas del mundo. A título de ejemplo, y según la Oficina Norteamericana de Estadísticas Laborales (BLS), la construcción y reparación de buques está considerada en todo el mundo una de las tres actividades industriales más peligrosas. Aunque los materiales, los métodos de construcción, las herramientas y los equipos se han perfeccionado extraordinariamente con el paso del tiempo y continúan evolucionando y aunque la formación y el hincapié en materia de salud y seguridad han contribuido a mejorar de manera sustancial las condiciones de trabajo en los astilleros, lo cierto es que en todo el mundo y todos los años se producen lesiones graves e incluso mortales entre los trabajadores del sector de la reparación, la construcción y el mantenimiento de buques. (R.Thorntoon, s.f.).

A pesar de los avances tecnológicos, muchas de las tareas y condiciones asociadas con las operaciones de construcción, botadura, mantenimiento y reparación de buques siguen siendo en la actualidad básicamente con actividades similares que las realizadas hace miles de años. El tamaño y la forma de los componentes de un buque, así como la complejidad propia de su montaje y equipamiento, impiden automatizar los trabajos, aunque el avance tecnológico ha aportado cierto grado de

automatización. Las tareas de reparación se resisten firmemente a la modernización.

El trabajo en el sector exige mucha mano de obra muy cualificada, que con frecuencia se ve obligada a trabajar en circunstancias muy alejadas de las ideales y en condiciones físicas muy difíciles. (Instituto Nacional de Seguridad, 2017).

### 2.2.2 Proceso de soldadura

**Soldadura.** - Es la unión de dos piezas metálicas entre sí por calor, de igual o distinta naturaleza, a veces con presión y con interposición o no de material de aporte. La fuente de calor puede ser: el arco eléctrico, la llama por combustión de gas y las resistencias eléctrica o mecánica. La soldadura, con más de 80 tipos diferentes, une y da continuidad y homogeneidad estructural sin que signifique una identidad química.

En general, la soldadura se caracteriza por: las múltiples técnicas de soldar, la gran cantidad de metales y las muchas sustancias usadas para protección, como aislantes o aglutinantes. (Alonso, mayo 2012)

Por lo tanto, para la evaluación del riesgo higiénico se tiene en cuenta:

- Tipo de soldadura.
- Metal de base (tipo de revestimiento).
- Metal de aporte y protección (gases, escorias, fundentes, desoxidantes).
- Tiempo e intensidad de la exposición
- Eficacia y suficiencia de la ventilación.

Los diferentes procesos de soldadura pueden dividirse en dos grandes grupos:

- a) Homogénea:** sin aporte de metal (el metal se funde por una fuente de energía que permite la unión por presión) o con aporte del mismo material que el de las piezas a unir.
- b) Heterogénea:** se funde un metal de naturaleza diferente a las piezas a unir, previamente decapadas, y que permanecen sólidas en la operación.

**Tipos de soldadura:** se describen someramente las principales y más conocidas formas de soldadura de metales y aleaciones.

Además de destacar las diferencias entre unas y otras también se advierte de los posibles riesgos específicos que cada una de ellas puede generar.

**Soldadura oxigas (acetilénica):** El calor procede de la combustión de un gas (acetileno, metano) en presencia de oxígeno o aire y con un soplete manual, que provoca la fusión del metal de base sin necesidad de electrodo. No obstante, y si es necesario, se puede aportar un metal como relleno de la soldadura de composición similar al de base. El material de aporte es el mismo metal o una aleación que baje el punto de fusión; el uso de fundentes químicos disminuye la oxidación. Se describen someramente las principales y más conocidas formas de soldadura de metales y aleaciones.

**Corte térmico-oxicorte:** Es un corte del metal por fusión y se puede hacer con oxígeno, mediante plasma o al arco con oxígeno se hace sobre aceros (al manganeso o al carbono) que contienen poco cromo.

El metal caliente y expuesto al oxígeno se oxida y funde. La llama acetilénica, de hidrógeno, gas natural o propano, da calor suficiente para vaporizar y separar el metal.

El corte con plasma se basa en establecer un arco de temperatura muy elevada y de gran velocidad entre el electrodo que se encuentra en el soplete y la pieza a cortar.

El corte con arco se emplea para metales no féreos, tipo acero no oxidable o de alto contenido en cromo o tungsteno.

**Soldadura manual de arco eléctrica:** La soldadura de arco eléctrico es, de todos los diferentes procesos de soldadura al arco, la más antigua y versátil. Un arco eléctrico se mantiene entre la punta de un electrodo recubierto y la pieza. A 4000° C las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y se convierten en un cordón de soldadura. El electrodo se fija sobre una pinza porta electrodos de mango aislado.

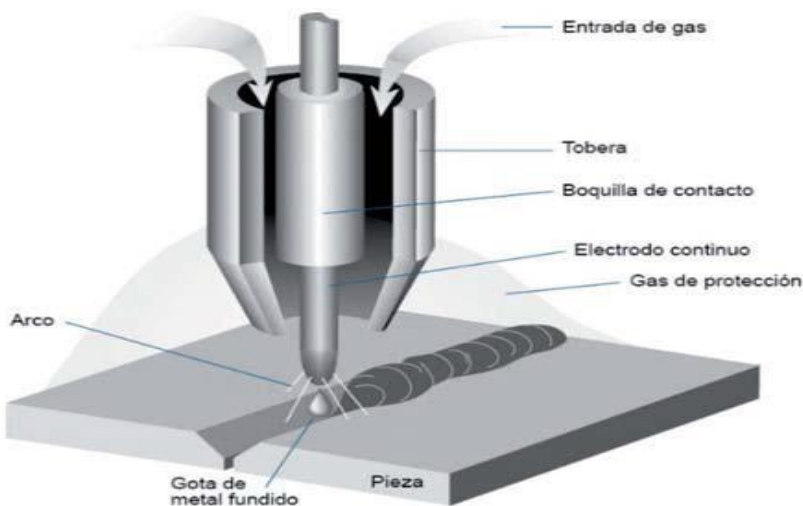
La varilla consta de un alma metálica (electrodo consumible) rodeada de un revestimiento que aísla eléctricamente al metal (evitando cebaduras en las paredes) y con la ventaja de ionizar la atmósfera (arco estable, permite el uso de corriente alterna), proteger el metal de fusión contra la oxidación y producir una escoria que retrase la solidificación del metal y preservar contra las radiaciones.

La escoria también ayuda a dar forma al cordón de soldadura, en especial, en la soldadura vertical y sobre cabeza, y se retira al final por “picado”.

**Soldadura MIG O MAG:** Las soldaduras MIG (metal gas inerte) o MAG (metal gas activo) producen un arco eléctrico sostenido entre un alambre sólido que funciona como electrodo continuo y la pieza de trabajo. El arco y la soldadura fundida son protegidos por un chorro de gas inerte o activo. La emisión de UV es considerable en aleaciones ligeras y el problema se agrava al ser reflectantes el baño de fusión y el entorno. Además, se producen gases nitrosos y ozono en cierta concentración.

La soldadura MIG que es muy versátil, se ha convertido en un proceso aplicable a todos los metales comercialmente importantes tales como el acero, aluminio, acero inoxidable y cobre, entre otros, y materiales de cierto espesor se pueden soldar en cualquier posición (“suelo”, vertical y sobre cabeza).

Los factores que determinan la forma en que los metales se transfieren son: la corriente de soldadura, el diámetro del alambre, la distancia del arco (voltaje), las características de la fuente de potencia y el gas utilizado.



**FIGURA 2.6. SOLDADURA MIG O MAG**

Fuente: Los riesgos de la soldadura y su prevención, 2018.



**Soldadura por arco sumergido:** Es un proceso en el que el calor lo aporta un arco eléctrico generado entre uno o más electrodos y la pieza de trabajo. El arco sumergido en una capa de fundente granulado protege el metal depositado durante la soldadura. El arco, completamente encerrado, usa intensidades de corriente muy elevadas, sin chisporroteo o arrastre de aire, produce una penetración profunda y el proceso es térmicamente deficiente ya que la mayor parte del arco está bajo la superficie de la plancha.

**Soldadura de resistencia por puntos:** La soldadura por resistencia de electro punto es un proceso muy sencillo de unión de láminas metálicas y de uso frecuente en la industria (automotriz, electrodomésticos, conductos, etc.). Las soldaduras son mecánicamente muy resistentes, rápidas y fáciles de ejecutar, siendo casi automático. Para generar calor los electrodos de cobre (de baja resistencia) pasan una corriente eléctrica a través de la pieza de trabajo, el calor generado dependerá de la resistencia eléctrica y la conductividad térmica del metal y el tiempo de aplicación de la corriente.

Cuando estos electrodos se calientan mucho, se pueden formar marcas de calor sobre la superficie del metal. Para prevenir este problema los electrodos se enfrían con agua que fluye por dentro de los electrodos.

Las láminas metálicas que se van a soldar se colocan entre los electrodos que las presionan fuertemente asegurando el contacto y una corriente de bajo voltaje y alto amperaje (kilovoltios-amperios). (Alonso, mayo 2012)

### **2.2.3 Efectos a la salud por exposición a partículas en los procesos de soldadura.**

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasifica el humo de soldadura como un compuesto posiblemente carcinogénico para humanos (Grupo 2B). La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) aún no ha establecido un límite de exposición permisible específicamente para humos de soldadura. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) de Estados Unidos considera que el humo de soldadura es un posible carcinógeno ocupacional y recomienda una reducción en la exposición al humo de soldadura al nivel más bajo posible. Además, la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) ha retirado actualmente el valor límite de umbral para polvo total de 5 mg. En Alemania, el Ministerio Federal de Trabajo y Afiliaciones Sociales ha

establecido un límite de exposición ocupacional (OEL) de 3 m inhalable (10 mg3) y respirable (3 mgm3) de material particulado que también se aplica para soldadura (KEMPLER, 2018).

Con la aparición de nuevos tipos de procedimientos de soldadura y nuevos consumibles, el número de soldadores expuestos a los humos de soldadura crece constantemente, a pesar de la mecanización y la automatización de los procesos. Día a día se incrementa el uso de soldadura en el mundo, se estima que, en la actualidad, entre el 1 y el 2% de los trabajadores de distintos ámbitos profesionales (lo que supone más de 3 millones de personas) están sometidos a humos de soldadura. (Labiano, 2009)

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

#### **2.2.4 Efectos del manganeso**

Otro metal que se encuentra en algunos aceros es el manganeso. La exposición crónica a humos de manganeso puede provocar efectos sobre el sistema nervioso central (una enfermedad parecida al Parkinson). Por este motivo, el manganeso es uno de los tóxicos relacionados con los procesos de soldadura más investigados en los últimos años y, como consecuencia de ello, su límite de exposición profesional (VLA en España) se ha ido reduciendo paulatinamente de manera drástica. (AEPSAL, 2015).

#### **2.2.5 Efectos del plomo**

La intoxicación por plomo ocurre cuando el plomo se acumula en el organismo, a menudo durante meses o años. Incluso las cantidades pequeñas de plomo pueden provocar problemas de salud graves. Si bien existe un tratamiento para la desintoxicación por plomo, tomar algunas precauciones simples puede ayudar a proteger al trabajador de la exposición a este elemento químico antes de que se produzcan daños graves en la salud.

Al principio, la intoxicación por plomo puede ser difícil de detectar. Incluso las personas que parecen sanas pueden tener niveles altos de

plomo en la sangre. Los signos y síntomas no suelen aparecer hasta que se acumulan cantidades peligrosas. (Clinic, 2020).

### 2.2.6 Hipótesis de la investigación

La hipótesis puede ser desarrollada desde distintos puntos de vista, puede estar basada en una conjetura, en el resultado de otros estudios, en la posibilidad de una relación semejante entre dos variables representadas en un estudio, o puede estar basada en una teoría mediante la cual una suposición de proceso nos lleva a la pretensión de que si se dan ciertas condiciones se pueden obtener ciertos resultados, es decir, la relación causa-efecto. (TAMAYO, 1999).

### 2.2.7 Variable Dependiente

En lo que respecta a la variable dependiente, estamos hablando de aquella cualidad o característica cuyo comportamiento se ve afectado por la variable independiente. Se trata de la o las variables que se miden con el fin de poder interpretar los resultados. Dicho de otra manera, es lo que se está observando para ver si cambia, o cómo cambia, si se dan ciertas condiciones (controladas mediante el uso de las variables dependientes).

### 2.2.8 Variable Independiente

Se define como variable independiente a toda aquella variable que se pone a prueba a nivel experimental, siendo manipulada por los investigadores con el fin de probar una hipótesis. Se trata de una propiedad, cualidad, característica o aptitud con poder para afectar al resto de variables, pudiendo alterar o marcar el comportamiento del resto de variables. (MIMENZA, s.f.).

## 2.3 Definición de términos básicos

**Soldadura MAG:** La soldadura MAG es un tipo de soldadura que utiliza un gas protector químicamente activo. El material de aporte tiene forma de varilla muy larga y es suministrado continuamente y de manera automática por el equipo de soldadura. Se utiliza básicamente para aceros no aleados o de baja aleación.

**Soldadura MIG:** Es un proceso de soldadura por arco, bajo gas protector con electrodo consumible. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando éste protegido de la atmósfera

circundante por un gas inerte. También denominada GMAW (Gas Metal Arc Welding o soldadura a gas y arco metálico.

**Soldadura TIC:** La soldadura TIG o soldadura GTAW, se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o zirconio en porcentajes no superiores a un 2%.

**Soldadura por arco sumergido:** También llamado proceso SAW (Submerged Arc Welding) consiste en un alambre (electrodo) desnudo, continuamente alimentado, el cual produce el arco eléctrico con la pieza formando así el pozo de fusión, siendo ambos recubiertos por una camada de flujo granular fusible que protege al metal contra la contaminación atmosférica.

**LEP:** Limite de exposición permisible.

**Riesgos Químicos:** El riesgo químico es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades.

**Vigilancia epidemiológica:** Es el conjunto de actividades que permite reunir la información indispensable para conocer la conducta o historia natural de los riesgos, tanto profesionales como comunes que afectan a una población trabajadora, con el fin de intervenir en los mismos a través de la prevención y el control.

**Carenamiento:** Reparar o componer el casco de la embarcación.

## 2.4 Hipótesis de la investigación

ASTINAVE es un astillero cuyas actividades principales son la construcción y el mantenimiento de estructuras navales de diferente tipo, para lo cual se realizan actividades de soldadura, montaje y desmontajes de sistemas de propulsión, mantenimientos de motores, sistemas eléctricos, electrónicos, maniobras de izaje de cargas e inmersión, las cuales requieren de controles adecuados debido a que la mayoría de actividades ejecutadas son de alto riesgo en donde se realizan trabajos en caliente, trabajos en alturas, espacios confinados, trabajos eléctricos, izaje de cargas, inmersión y trabajos con elementos o equipos a presión, donde los colaboradores están expuestos a estos factores de riesgo.

Con la propuesta de un programa de gestión para la prevención de riesgos laborales del taller de soldadura, la organización cuenta con una herramienta

que una vez implementada aporta en el control adecuado de éstos para minimizar la ocurrencia de afecciones a la salud de estos colaboradores.

## **2.5 Variables**

### **2.5.1 Variable Independiente**

Exposición a factores de riesgo en la actividad de soldadura en la construcción y mantenimiento de estructuras navales.

### **2.5.2 Variable Dependiente**

Programa para la prevención de factores de riesgos laborales para las actividades de soldadura en las construcción y mantenimiento de estructuras navales.

## CAPÍTULO 3

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Alcance de la investigación

Este estudio está enmarcado en el área del taller 100 de soldadura de Astilleros Navales Ecuatorianos, donde sus colaboradores participan en los diferentes procesos se ejecutan en la construcción y reparación de estructuras navales. Se realiza una identificación de peligros y evaluación del riesgo a los cuales los soldadores se exponen en tareas críticas detalladas en el capítulo anterior.

Dando como resultado que el riesgo químico es el que más concentración tiene en las actividades de los soldadores al exponerse al humo de la soldadura sobre todo en espacios confinados y cuando se realiza soldadura de estructuras, por lo cual se va a establecer la metodología correspondiente a la toma de muestras de humos de soldadura, campo de aplicación y sus limitaciones.

Luego se propone un modelo de gestión para la prevención de riesgos laborales para los soldadores y así poder minimizar la exposición a los diferentes riesgos a los cuales se exponen y en lo posterior puedan adquirir una enfermedad ocupacional o causarles un incidente laboral.

#### 3.2 Diseño de la investigación

##### Tipo de Investigación

**No Experimental:** Hernández define el método o bien el diseño no experimental como: “*La investigación no experimental, es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables y en la que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos*” (metodología de la investigación, s.f.). Para la presente investigación se considera un diseño transversal, lo cual permite indagar cuales son las causas por las que se generan los factores de riesgo, en la identificación y medición de factores químicos, para luego evaluarlas y poder controlarlas a fin de minimizar dichas situaciones.

**Descriptiva:** Se busca especificar las propiedades importantes de grupos, personas, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a un análisis.

Se utilizó este tipo de investigación para puntualizar y detallar el problema por el que atraviesa el área de soldadura, así como su afectación a lo largo del tiempo con el fin de tener una perspectiva más clara de cómo ésta ha afectado.

**Documental:** es aquella que procura obtener, seleccionar, compilar, organizar, interpretar y analizar información sobre un objeto de estudio a partir de fuentes documentales, tales como libros, documentos de archivo, hemerografía, registros audiovisuales, entre otros. ("Investigación documental", 2021).

Se utiliza este tipo de investigación donde se revisan las diferentes fuentes bibliográficas y documentos a lo que refiere a la norma vigente para la evaluación de riesgos químicos, con el propósito de establecer un modelo de gestión para la prevención de riesgo laborales.

### 3.3 Cronograma de actividades o diagrama de GANTT

Para realizar el presente proyecto se han definido actividades con tiempos de ejecución establecidos tal como se detalla en la tabla 2.

**TABLA 2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO**

ACTIVIDADES	2020		2021		
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Identificación y Análisis de los Factores de Riesgos Laborales del cargo soldador.					
Ejecución de mediciones de Higiene Industrial para los factores de riesgos químicos y determinación de la concentración en el ambiente de trabajo.					
Evaluación de los resultados obtenidos en las mediciones de Higiene Industrial con los límites de exposición diaria.					
Diseño de un modelo de Gestión para la Prevención de Riesgos Laborales de los colaboradores del taller 100 de soldadura.					

Fuente: Adaptación propia

### **3.4 Matriz de identificación de peligros y estimación riesgos del puesto de Técnico en Soldadura Clasificación Naval.**

Para realizar la identificación de peligros, estimación y análisis de riesgos laborales se elaboró una matriz acorde a la metodología indicada en el numeral 2.1.11, misma se muestra en la tabla 3.



**TABLA 3. MATRIZ DE RIESGOS LABORALES DEL PUESTO SOLDADOR CLASIFICACIÓN NAVAL**

ASTINAVE EP	ESTIMACIÓN DE RIESGOS MÉTODO BINARIO SIMPLIFICADO INSST											
PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	TIPO DE RIESGO	FACTOR DE RIESGO Y/O PELIGRO	RIESGO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			NIVEL DE RIESGO	
	DETALLE			RIESGO	B	M	A	LD	D	ED		
Soldador de Estructuras	Trabajos de soldadura y reparación de estructuras navales.	R. MECÁNICOS	Manipulación de herramientas	Caída de objetos en manipulación	X			X			TRIVIAL	
				Golpes, cortes, por objetos, herramientas	X			X			TRIVIAL	
			Manipulación de conexiones, enchufes y tomas de corriente. Trabajos de Soldadura	Contactos eléctricos Indirectos		X				X		MODERADO
			Trabajo en altura	Caída a distinto nivel		X				X		MODERADO
			trabajo en espacio confinado	Riesgo de asfixia, exposición y caídas		X					X	IMPORTANTE
			Desorden en talleres, patio	Caída al mismo nivel	X				X			TRIVIAL
		Esmerilado, maquinado y uso de herramientas	Proyección de partículas		X				X		MODERADO	
		R. FÍSICOS	Iluminación deficiente	Degeneración sistema y fatiga visuales		X			X			TOLERABLE
			Ruido	Exposición a ruido		X				X		MODERADO

			Radiaciones no ionizantes por arco de soldadura	Exposición a las radiaciones del sol		X			X		<b>MODERADO</b>
			Temperatura elevada	Estrés térmico		X			X		<b>MODERADO</b>
		R. QUÍMICOS	Trabajos de mantenimiento en soldadura, gases y vapores metálicos	Exposición a gases, vapores metálicos		X			X		<b>MODERADO</b>
			Soldadura de estructuras, humos de soldadura	Exposición a humos de soldadura			X		X		<b>IMPORTANTE</b>
		R. BIOLÓGICOS	Uso del Baño	Exposición a bacterias y virus	X				X		<b>TOLERABLE</b>
			Contacto con clientes y personas contagiadas con COVID-19	Exposición a virus SARS-COV-2		X				X	<b>IMPORTANTE</b>
		R. ERGONÓMICOS	Posturas forzadas parado	Fatiga física		X			X		<b>MODERADO</b>
			Levantamiento manual de carga	Fatiga física		X			X		<b>MODERADO</b>
			Movimiento Repetitivo	Fatiga física		X			X		<b>MODERADO</b>
		R. PSICOSOCIALES	Alta responsabilidad	Estrés		X			X		<b>MODERADO</b>
			Trato con clientes y usuarios	Estrés y violencia Laboral	X			X			<b>TRIVIAL</b>
			Temor por contagio de COVID-19	Estrés y ansiedad	X				X		<b>TOLERABLE</b>

Fuente: ASTINAVE EP, 2020

### 3.4.1 Equipos de Protección Personal utilizados por el soldador

Debido a las actividades que se realizan en el taller de soldadura y en el armado de estructuras donde se evidencia que se tiene un nivel considerado de sufrir riesgos, tales como: quemaduras, debido al uso de máquinas de soldar y de equipo de oxicorte, riesgo eléctrico, uso de gases inflamables, atrapamiento entre máquinas y levantamiento de cargas, por ello el soldador usa los siguientes equipos de protección personal.

- Casco de protección para la cabeza, casco de polietileno de alta densidad Tipo 1, clase E (resistencia eléctrica hasta 20000 V) y G (resistencia eléctrica hasta 2200 V), cumplimiento de norma ANSI Z89.1.
- Gafas de protección oscura, con marco termoplástico, permite trabajos donde haya calor y presencia de radiación infrarroja, cumplimiento de norma ANSI Z87.1.
- Tapones de oído, elementos que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen en posición sin ningún dispositivo especial de sujeción, protección contra ruido con nivel de atenuación NPR 24 dB. Cumplimiento de norma ANSI S3.19.
- Botas punta de composite para soldador de cuero con plantillas de Kevlar resistente a la penetración, cumplimiento norma ANSI Z41.
- Mangas, polainas y mandil de cuero para soldador API-Kevlar, Normativa a cumplir: CE EN 388 y EN 407.
- Guantes de soldador API-Kevlar, confeccionados en cuero tipo Split para mayor durabilidad y flexibilidad, cumplimiento de norma CE EN 388.
- Careta de soldar formados de una máscara provista de lentes para filtrar los rayos ultravioletas e infrarrojos, cumplimiento norma ANSI Z87.1.
- Protector facial Protección contra partículas y otros cuerpos extraños, pueden ser de plástico transparente, cristal templado o rejilla metálica, cumplimiento norma ANSI Z87.1.
- Respirador de media cara para doble filtro con válvula de exhalación, cumplimiento de normas NIOSH.
- Filtros para protección contra polvos y neblinas con o sin aceite con capas de carbón activado para niveles de vapores orgánicos y ozono, cumplimiento norma NIOSH P100.

- Arnés de soldadura ignífugo de cuerpo entero para protección contra caídas, con cinta de fibra Poly-Nomex, diseñada para resistir daños de salpicadura calientes de soldadura y esmerilado, cumplimiento de norma ANSI Z359.1

### **3.5 Población y muestra**

La población sujeta en este estudio es de 100 trabajadores del taller 100, quienes ejecutan actividades de construcción y reparación de estructuras navales en los diferentes procesos de aplicación de soldadura, donde utilizan varias técnicas para garantizar la calidad del trabajo que se realiza previa a las pruebas que ejecuta el departamento de calidad.

La muestra se realiza con 10 soldadores que ejecutan actividades combinadas tales como: oxicorte con autógena y soldadura de estructuras navales.

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

El presente estudio investigativo es específicamente documental por lo que es de vital importancia recoger toda la información que genere los análisis del muestreo para el riesgo químico a realizar en el área de trabajo.

Con los resultados obtenidos se propone un programa de prevención de riesgos laborales aplicable a los trabajadores del área de soldadura.

#### **3.6.1 Inconvenientes y limitaciones**

Cuando en una misma toma de muestras, se vayan a captar simultáneamente varios elementos o compuestos metálicos, es necesario tomar como volumen recomendado el del elemento que sea superior.

Para la determinación analítica de cada elemento metálico, generalmente se precisan de 2 a 3 ml de muestra.

Ello significa, que para un volumen de dilución de 10 ml (volumen habitual según el procedimiento analítico) solo puedan determinarse normalmente un número máximo de 4 elementos.

Cuando es necesario determinar un mayor número de elementos por filtro, puede aumentarse el volumen de dilución de la muestra (por ejemplo, a 25 ml); sin embargo, previamente debería incrementarse de

modo proporcional el volumen de muestreo, a fin de mantener el margen de aplicación establecido.

Existen algunos elementos metálicos y ciertos compuestos (ver figuras 3.1 y 3.2), para cuyas muestras ambientales no resulta apropiado el procedimiento general del tratamiento y preparación.

Para ellos es necesario utilizar otros procedimientos más específicos que eliminan la posibilidad de analizar varios elementos en una misma muestra.

En estos casos, la toma de muestras debe efectuarse en exclusiva para la determinación del elemento metálico o compuesto concreto.

A menos que se disponga de otra técnica analítica alternativa no destructiva (como, por ejemplo: Fluorescencia de rayos-x).

Entre dichos elementos metálicos pueden citarse: antimonio, arsénico, estaño, selenio, titanio, wolframio, zirconio..., así como también algunos compuestos de elementos, como aluminio, bario, berilio, cobalto, cromo, molibdeno, vanadio... que tengan difícil solubilización o convenga diferenciar su concentración entre compuestos solubles e insolubles.

Elemento metálico	Estado físico, o compuestos	TLV (c) mg/m <sup>3</sup>	Volumen litros	Margen de aplicación mg/m <sup>3</sup> (d)
Aluminio (a)	α-Alúmina	D	120	0,42 - 4,2
	Metal y óxido	10		
	Humos de soldadura	5		
	Sales solubles	2		
Antimonio (b)	Metal y compuestos, como Sb	0,5	120	0,08 - 3,3
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> manipulación y uso, como Sb	0,5		
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , producción	A2		
Arsénico (b)	Arsénico y comp. solubles como As	0,2	120 (e)	0,03 - 0,2 (e)
	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , producción	A2	30 (f)	0,03 - 0,5 (f)
Bario (a)	Compuestos solubles, como Ba	0,5	120	0,08 - 2,1
Berilio (a)	Metal	0,002, A2	≥ 500 120 (e)	0,001 - 0,04 0,0005 - 0,005 (e)
Bismuto	Teluro de bismuto	10	120	0,08 - 2,5
	Teluro de bismuto, dopado con Se	5		
Cadmio	Polvo y sales, como Cd	0,05	120	0,008 - 0,17
	Humos de CdO como Cd	C 0,05		
	Producción CdO	0,05		
Calcio	Carbonato / marmol	D	120	0,04 - 0,42
	Cianamida	0,5		
	Hidróxido	5		
	Oxido	2		
	Silicato	D		
Cobalto (a)	Metal, polvo y humos	(0,05)	≥ 240	0,02 - 0,2
Cobre	Humos	0,2	120	0,04 - 0,4
	Polvo y nieblas	1		
Cromo (a)	Metal	0,5	120	0,04 - 0,4
	Comp. Cr (II) y Cr (III)	0,5	120	
	Comp. Cr (VI), soluble en H <sub>2</sub> O	0,05	≥ 240	
	Comp. Cr (VI), insoluble en H <sub>2</sub> O	0,05, A1a	≥ 240	
	Cromita mineral, como Cr	0,05, A1a	≥ 240	
Estaño (b)	Metal	2	240	0,4 - 8,3
	Oxidos y comp. inorg., excepto SnO <sub>4</sub> , como Sn	2		
Hierro	Humos de óxido (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), como Fe	5	120	0,04 - 0,42
	Sales solubles, como Fe	1		
Magnesio	Magnesita	D	120	0,004 - 0,04
	Humos de MgO	10		

**FIGURA 3.1. ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTE EN HUMOS METÁLICOS.**

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 110)

Manganeso	Polvo y comp., como Mn	C 5		
	Humos, como Mn	1	120	0,04 - 0,25
	Tetróxido	1		
Molibdeno (a)	Comp. solubles, como Mo	5		
	Comp., insol., como Mo	10	120	1,2 - 3,3
Níquel	Metal	1		
	Comp. solubles, como Ni	0,1	120	0,04 - 0,42
	Tostación sulfuros	1 A,1a		
Plata	Metal	0,1	120	0,008 - 0,33
	Comp. solubles, como Ag	0,01	≥ 240	0,004 - 0,17
Plomo	Inorg., polvos y humos, como Pb	0,15		
	Arsenato, como $Pb_3(AsO_4)_2$	(0,15)	≥ 120	0,08 - 1,7
Selenio (b)	Comp., como Se	0,2		
	Hexafluoruro de Se, como Se	0,2	360	0,07 - 1,4
Talio	Comp. solubles, como Tl	0,1	≥ 360	0,05 - 0,5
Telurio	Comp., como Te	0,1		
	Hexafluoruro de Te, como Te	0,2	≥ 360	0,05 - 0,70
Titanio (b)	Oxido, como Ti	D	120	0,8 - 25,0
Vanadio (a)	Polvo y humos, como $V_2O_5$	0,05	≥ 1000 120 (e)	0,05 - 1,5 0,008 - 0,12 (e)
Zinc	Humos de $ZnCl_2$	1		
	Humos de ZnO	5		
	Polvo de ZnO	D	30	0,03 - 0,3
	Estearato de Zinc	D		
Zirconio (b)	Compuestos, como Zr	5	240	1,6 - 16,7
Wolframio (b)	Comp. solubles, como W	1	≥ 360	0,3 - 14
	Comp. insolubles, como W	5	240	1 - 52

**FIGURA 3.2. CONTINUACIÓN ELEMENTOS QUÍMICOS PRESENTE EN HUMOS METÁLICOS.**

(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 110)

### 3.6.2 Equipo y material de muestreo

#### Bomba de aspiración

Bomba para muestreo personal y ambiental, cuyo caudal debe mantenerse dentro del valor determinado, con una exactitud de  $\pm 5\%$ . Las especificaciones se detallan en la tabla 4.

La calibración de la bomba debe realizarse con el mismo tipo de soporte o unidad de captación, con el fin de que la pérdida de carga sea similar a la que se tendrá en el muestreo.



**FIGURA 3.3. BOMBA PARA MUESTREO**

(Fuente: Adaptación propia)

**TABLA 4. DATOS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS**

DATOS DEL EQUIPO	
CÓDIGOS DE EQUIPOS	BOMBA
MARCA	GILIAN
MODELO	610
SERIE	20131240512

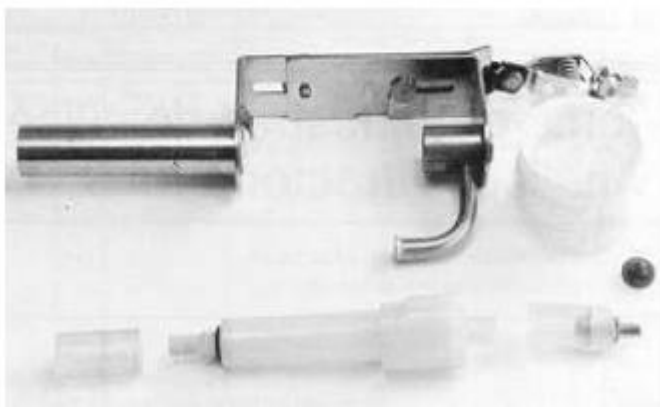
(Fuente: Adaptación propia)

#### Unidad de captación

##### Filtro

Filtro de membrana de ésteres de celulosa, de 37 mm de diámetro y 0,8 micras de porosidad.

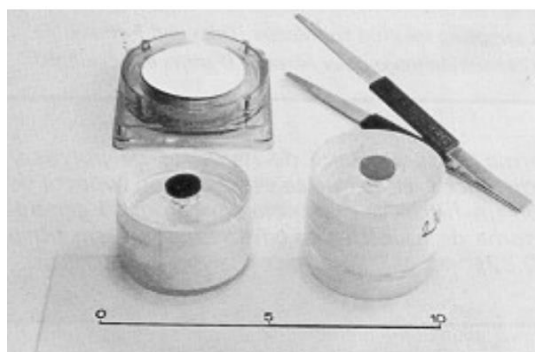




**FIGURA 3.4 COMPONENTES DE LA UNIDAD DE CAPTACION**  
(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 60)

#### **Portafiltros o cassettes**

Cassettes de poliestireno de 2 ó 3 cuerpos, de 37 mm de diámetro en los que se coloca el filtro sobre el soporte de celulosa.



**FIGURA 3.5. PORTAFILTROS O CASSETTES PARA METALES**  
(Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 110)

El sistema de captación y muestreo requiere de otros elementos tales como: tubo flexible, Adaptador, Cronómetro, Termómetro y manómetro.

### 3.6.3 Condiciones de muestreo

Las muestras de aire se toman a un caudal generalmente entre 1 y 3 lpm.

El volumen de aire recomendado es variable en función de la sensibilidad y margen de trabajo del método analítico de cada elemento, y de los límites de concentración establecidos (TLVs) para cada elemento o sus distintos estados físicos, solubilidades o compuestos (ver tabla).

El volumen de aire más generalmente es el de 120 litros (60 minutos 2 lpm), salvo para aquellos elementos o compuestos en que es necesario un mayor volumen de aire.

### 3.6.4 Procedimiento del muestreo

La metodología que se utiliza para la toma de muestras del aire en el puesto de trabajo con respecto a las actividades de soldadura en la construcción y mantenimiento en el casco de las estructuras navales y realizar el análisis de la cantidad de plomo y manganeso existente en este es la MTA/MA - 025/A16 Determinación de metales y sus compuestos iónicos en aire. Método de captación en filtro / espectrofotometría de absorción atómica con llama.

Este método describe el procedimiento a seguir y el equipamiento necesario para la determinación de metales como el aluminio, cadmio, cinc, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, plata y plomo y sus compuestos iónicos en el ambiente de los puestos de trabajo, a través de su captación en filtro y análisis por espectrofotometría de absorción atómica.

Este método para la toma y análisis de muestras se ha desarrollado para establecer las concentraciones medias ponderadas en el tiempo de metales en el aire, para tomas de muestra personales, así como en lugares fijos. Por lo antes expuesto, se puede utilizar para medir y comparar con los valores límite de exposición profesional y mediciones periódicas. También se puede utilizar para ejecutar mediciones de evaluación inicial de la concentración media ponderada en el tiempo.

- Antes de proceder al muestreo hay que calibrar la bomba de aspiración, tiene que estar a un caudal 2 lts/min que es lo pide el

método; y luego con firmeza colocarla a la cintura del operario a muestrear.

- Se retira la tapa de salida del portafiltros para instalar la boquilla o adaptador.
- Se instala el tubo de muestra directamente a la bomba con el portafiltros, y la longitud del tubo se hace pasar por la espalda y el hombro del operario.
- Se coloca la boquilla o adaptador a nivel de la clavícula de la persona en la zona de respiración del trabajador fijándola con un prendedor, para así tomar medidas efectivas en cuanto a la absorción de polución, de químicos o componentes que hay en el ambiente del usuario.
- Activar la bomba e iniciar el muestreo.



**FIGURA 3.6. MEDICIÓN DE HUMOS METÁLICOS A TRABAJADOR.**

(Fuente: Adaptación propia, 2020)

- Durante el muestreo, verificar el buen funcionamiento del equipo.
- En caso de presentarse alguna inconformidad en el muestreo, reiniciar el procedimiento o anular la muestra.
- Cuando se termine el muestreo en una jornada laboral de 8 horas, se apaga la bomba y se anotan los datos como: tiempo de muestreo, caudal, temperatura ambiente y presión.
- Al terminar el muestreo, retirar con mucho cuidado el portafiltros del tubo con el adaptador, asegurando bien la tapa junto con los tapones, colocar una etiqueta con las denominaciones correspondientes.
- Lo recomendable es enviar en cada lote de filtro muestreados un filtro blanco, para saber si los filtros utilizados están óptimas condiciones.
- Etiquetar el filtro blanco.

### **3.6.5 Transporte y Almacenamiento**

Colocar los cassettes muestreados, junto con el blanco (o blancos) en cajas, u otros envases o maletines convenientemente protegidos para evitar cualquier tipo de daño, alteración o pérdida de su contenido durante su envío o transporte al laboratorio.

Mantener las precauciones anteriores mientras dure el almacenamiento de las muestras, hasta el momento de su análisis.

## **3.7 Técnicas de procedimientos y análisis de datos**

### **3.7.1 Humos metálicos**

#### **Medición de humos metálicos**

Para la medición de elementos o compuestos químicos derivados de los humos metálicos, se procede a monitorear el ambiente de trabajo en el área de trabajo a la hora de iniciar la operación de los diferentes puestos de trabajo por verse afectados debido a la polución generada por el proceso de soldadura

A continuación, en la tabla 5 se identifican los siguientes puestos de trabajos durante el estudio de toma de muestra de humos metálicos.

**TABLA 5. PUNTOS DE MUESTREO PARA LA MEDICIÓN DE HUMOS METÁLICOS EN JORNADAS DE 8 HORAS**

<b>PUNTO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>AREA</b>	<b>TIEMPO DE MUESTREO</b>
<b>S-01</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-02</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-03</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-04</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-05</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-06</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-07</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-08</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-09</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00
<b>S-10</b>	Técnico de soldadura clasificación naval	Estructuras Navales	08:00

(Fuente: Adaptación propia, 2020)

Dentro del ensayo de toma de muestra de humos metálicos se analiza el contaminante Manganeseo, debido a la existencia del elemento químico en las planchas de acero cuando se efectúa el proceso de corte térmico; no obstante, por la variedad de soldadura que hay en el proceso y por protocolo de higiene industrial se realiza también medición del contaminante químico Plomo.

### **3.7.2 Método de muestreo**

Para la determinación de Manganeseo y Plomo en ambientes laborales, se utiliza el procedimiento específico, de acuerdo con el método de análisis NIOSH 7300, que consiste en la utilización de una bomba

personal con una operación de flujo de aire de 1.7 lpm para obtener un volumen determinado de aire luego del muestreo.

Las actividades simplificadas de muestreo son: unir el cartucho porta filtro que contiene el filtro de PVC a la bomba personal por medio de tubos flexibles, luego del muestreo se sellan los extremos del cartucho porta filtro y posterior se los envían para el análisis.

### 3.7.3 Método de análisis en laboratorio

Luego del muestreo establecido, se envían los cartuchos porta filtros con los filtros de PVC al laboratorio ubicado en Estados Unidos para el análisis respectivo, el cual es realizado acorde a lo establecido en el método 7300; el análisis se realiza mediante un espectrofotómetro con la muestra previamente digerida.

En Ecuador, por la falta de normativa legal vigente con respecto a los límites permisibles determinados para contaminantes químicos como el plomo y manganeso en los ambientes laborales, los resultados obtenidos serán comparados con los Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España, adoptados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST); siendo imperativo, por el trabajo de fin de estudio relacionado al ámbito de aplicación de la normativa española. Los valores límites de exposición para los contaminantes antes mencionados se detallan a continuación: Ver tabla 6.

**TABLA 6. LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL EN JORNADAS DE 8 HORAS PLOMO Y MANGANESO**

Contaminante	INSST VLA-ED® 8 H (mg/m <sup>3</sup> )
<b>Plomo (Pb)</b>	0.15
<b>Manganeso (Mn)</b>	0.05

Fuente: (Límites de exposición profesional a químicos del INSST 2019)

## CAPÍTULO 4

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Resultados de los análisis y comparación con los VLA-ED® (mg/m<sup>3</sup>)

La ubicación de los puntos de muestreo está establecida de acuerdo con lo descrito en la Tabla 7, los cuales fueron a trabajadores que realizan actividades de soldadura.

Los trabajadores tienen una jornada laboral normal desde las 08:00 hasta las 17:00, con variaciones de tiempo dependiendo del trabajo específico de cada día, el horario de almuerzo es de 12:00 – 13:00 aproximadamente.

Los trabajadores utilizan equipos de protección personal como gafas especiales de seguridad, protección respiratoria, protección auditiva, entre otros.

**TABLA 7. DATOS Y RESULTADOS DE LAS MUESTRAS**

CÓDIGO	PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN ENCONTRADA (mg/m <sup>3</sup> )	SUPERA LÍMITE PERMISIBLE INSST
S-01	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.11	NO
			Manganeso	0.08	SI
S-02	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.0023	NO
			Manganeso	0.040	NO
S-03	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0,0015	NO
			Manganeso	0,012	NO
S-04	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.19	SI
			Manganeso	0.14	SI
S-05	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.20	NO
			Manganeso	0.48	SI
S-06	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.0020	NO
			Manganeso	0.11	SI

CÓDIGO	PUESTO DE TRABAJO	ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN ENCONTRADA (mg/m3)	SUPERA LÍMITE PERMISIBLE INSST
S-07	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.0020	NO
			Manganeso	0.032	NO
S-08	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.0035	NO
			Manganeso	0.010	NO
S-09	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.14	NO
			Manganeso	0.22	SI
S-10	Técnico Soldador Clasificación Naval	Actividades de corte y soldadura	Plomo	0.0015	NO
			Manganeso	0.0099	NO

(Fuente: Adaptación propia)

De acuerdo con la información de los resultados obtenidos se puede concluir que los colaboradores muestreados con codificación S-01, S-04, S-05, S-06 y S-09 superan los límites máximos de exposición diaria para manganeso y plomo.

## 4.2 Medidas de prevención y protección

Luego de realizadas las tomas de muestras y análisis respectivos para determinar los niveles de exposición diaria por parte de los colaboradores del taller 100, los resultados indican que los elementos químicos plomo y manganeso superan los límites de exposición diaria en algunos de los trabajadores del taller de soldadura por las actividades de reparación y construcción de estructuras navales, por tal motivo, se establecen medidas de prevención y protección, las cuales se detallan a continuación:

1. Establecer procedimientos de trabajo seguro para realizar las actividades de soldadura en el mantenimiento y construcción de estructuras navales.
2. Garantizar el etiquetado de los elementos químicos peligrosos de acuerdo con la norma INEN 2266, transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos.
3. Establecer un programa de orden y limpieza con la aplicación de medidas higiénicas personales.
4. Realizar una programación de trabajo para que se alternen las actividades de corte de planchaje con autógena, soldadura de estructuras navales.



5. Aplicación de medidas de ventilación forzada a través de sistemas de extracción y renovación de aire cuando las actividades se realicen en espacios confinados, reducidos con poca ventilación.
6. Inspección del uso y mantenimiento de los equipos de protección personal. Esta actividad es realizada por los técnicos de seguridad industrial y jefes de talleres a fin de garantizar el buen uso de estos equipos y el confort percibido por los trabajadores al usarlos, de esta manera se obtiene información necesaria para determinar su reposición al finalizar su tiempo de vida útil.
7. Inspecciones de seguridad programadas: Ejecutada por personal del área de Seguridad y Salud Ocupacional tanto en áreas operativas y administrativas de acuerdo con un cronograma previamente establecido evidenciando y registrando acciones o condiciones subestándares, en las diferentes actividades de los colaboradores en la manipulación de maquinarias, equipos y en procesos operativos los cuales el personal se expone y puede generar daños o lesiones al personal.
8. Capacitación en temas de seguridad, higiene y salud ocupacional: Las capacitaciones se coordinan entre el área de Seguridad y Salud Ocupacional y el área de Talento Humano, las cuales pueden ser con facilitadores externos o internos, para esto se definen los siguientes temas de capacitaciones los cuales permiten mantener una cultura de aprendizaje y así comprometer a los colaboradores al bienestar colectivo, dentro de los principales temas tenemos los siguientes:
  - Toxicología laboral, consecuencias de la exposición a químicos peligrosos.
  - Identificación de factores de riesgo químicos, estructura y contenido de la ficha de datos de seguridad, etiquetado, manipulación y almacenamiento de químicos peligrosos.
  - Equipos de protección personal, uso adecuado, mantenimiento y reposición.
  - Actuación en caso de emergencias por intoxicación o conatos de incendio.
  - Prevención de trabajos en alturas.
  - Prevención de trabajos en espacios confinados.
  - Prevención de riesgos eléctricos.
  - Prevención de trabajos en caliente.
  - Prevención de riesgos mecánicos derivados de las actividades de soldadura.
9. Diálogos de seguridad diarios de cinco minutos: Esto debe realizarse antes de empezar la jornada laboral donde el Jefe del área de soldadura junto al técnico de Seguridad y Salud Ocupacional dan una explicación

específica y breve de algún tema puntual de no más de 5 minutos que sugiera algún colaborador presente en el momento del dialogo para así despejar alguna duda de las actividades programadas en el día de labores, lo cual aporta en la mejora de cultura de prevención de riesgos de los colaboradores.

10. Investigación de accidentes e incidentes: La gestión relacionada con los incidentes de trabajo al notificarlas de forma oportuna, para realizar una adecuada investigación con su respectivo análisis de causas y establecimiento de medidas correctivas aportan en que estos no ocurran nuevamente.
11. Programas de vigilancia de salud ocupacional: El programa de vigilancia de la salud es planificado y ejecutado por el Medico prevencionista de la empresa acorde como lo estipula el Acuerdo Ministerial 1404. Dicho programa contempla las evaluaciones médicas de acuerdo con los factores de riesgos laborales a los cuales los colaboradores del área de soldadura se encuentran expuestos.
12. Instalar señalización de advertencia y para el uso obligatorio de equipos de protección personal para protección contra los factores de riesgo identificados en el puesto de trabajo.

#### **4.3 Programa de prevención y protección para el taller 100 de soldadura.**

El programa de prevención y protección para los peligros identificados y los riesgos evaluados de los colaboradores del taller 100 de soldadura que se está proponiendo se encuentra alineado al artículo 1 de la Resolución 957 *“Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y salud en el trabajo”*, cada uno de sus puntos enmarcados de la siguiente manera:

1. Gestión Administrativa: En este apartado el programa es integrado a la planificación de la empresa, además se asignan los recursos necesarios para su implementación en la que la Dirección de la empresa junto con la Unidad de Seguridad y Salud lideran dicha implementación.
2. Gestión Técnica: Es aplicable en la programación de evaluaciones periódicas de riesgo laboral si los procesos cambian, existen accidentes laborales, para establecer controles y dar seguimiento a las medidas de control establecidas junto con la instalación de señalética.
3. Gestión del Talento Humano: Se realiza el establecimiento con la evaluación de riesgos y la matriz elaborada, se determina las necesidades de formación, en la que se aplica el desarrollo del programa de capacitación que se propone en el presente diseño.
4. Procesos operativos básicos: Con el diseño se establece procedimientos para el control operativo en las actividades de soldadura con el objeto de reducir el nivel de riesgo, tales como: la

implementación de 5s, vigilancia de la salud de los trabajadores (vigilancia epidemiológica), investigación de accidentes, programas de dotación y buen uso de los equipos de protección individual.

Con este diseño se da cumplimiento al artículo 55 de la Resolución CD 513 del IESS, con respecto a los mecanismos de la Prevención de Riesgo del Trabajo, ya que se implementan mecanismos para reducir estos riesgos mediante acciones técnicas de identificación de peligros, medición, evaluación, establecimiento de controles, vigilancia ambiental laboral y de salud junto a evaluaciones periódicas de los riesgos laborales.

La implantación del presente programa es liderada por la Dirección de la empresa quien designa los recursos necesarios (económico, humano e infraestructura) para este propósito.

A continuación, se detalla en la tabla 8 el diseño del programa de prevención y protección para el área de soldadura:

**TABLA 8. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN**

N°	Descripción	Fecha inicio	Fecha fin	Responsable implantación	Responsable del seguimiento
1	Elaboración e implantación de procedimientos de trabajo seguros para operación de trabajos de soldadura	01/03/2021	30/04/2021	Jefe de la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo	Jefe taller de soldadura
2	Elaboración de procedimientos seguros para la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas.	01/03/2021	30/04/2021	Jefe de la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo	Jefe taller de soldadura
3	Toma de muestras y análisis en laboratorios para determinación de la exposición diaria con la aplicación de las nuevas medidas.	01/06/2021	01/07/2021	Jefe de la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo	Jefe taller de soldadura
4	Toma de muestras y análisis en laboratorios para determinación de la exposición diaria para seguimiento.	12/01/2021	12/31/2021	Jefe de la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo	Jefe taller de soldadura
5	Diseñar e implantar la herramienta de las 5 S para mejorar el orden, limpieza de las áreas	01/03/2021	30/06/2021	Jefe de taller de soldadura	Jefe Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo

N°	Descripción	Fecha inicio	Fecha fin	Responsable implantación	Responsable del seguimiento
	de trabajo e higiene de los colaboradores.				
6	Adquisición de equipos para ventilación forzada por trabajos de oxicorte y soldadura en espacios reducidos, confinados con falta de ventilación, para renovación del aire.	01/03/2021	31/06/2020	Jefe de Adquisiciones	Jefe Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo
7	Elaboración y ejecución de un programa de dotación, buen uso y cuidado de equipos de protección personal para vías respiratorias, protección del cuerpo, ojos y rostro.	01/03/2021	31/12/2021	Jefe Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo	Jefe taller de soldadura
8	Adquisición de equipos de protección personal para el cuerpo, del sistema respiratorio y rostro para ejecución del programa de EPPs.	01/03/2021	31/03/2021	Jefe de Adquisiciones	Jefe Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo
9	Elaboración y ejecución de un plan de capacitación en prevención de riesgos laborales para los colaboradores del Taller 100 de soldadura.	01/03/2021	31/12/2021	Jefe Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo	Jefe Taller de soldadura
10	Elaboración de un programa de vigilancia de la Salud acorde al Acuerdo Ministerial 1404.	01/03/2021	31/12/2021	Jefe Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo	Jefe taller de soldadura
11	Diseño, elaboración e instalación de señalética de advertencia y uso obligatorio de equipos de protección personal contra los factores de riesgos laborales de acuerdo con la norma NTE INEN ISO 3864-1.	01/03/2021	31/06/2021	Jefe de Adquisiciones	Jefe Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo
12	Actualización de la matriz de riesgos laborales una vez aplicados los controles.	01/06/2021	30/06/2021	Jefe Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo	Jefe taller de soldadura

(Fuente: Adaptación propia)

## **CAPÍTULO 5**

### **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Los factores de riesgo que se identificaron y analizaron en las actividades de soldadura ejecutadas en el mantenimiento y construcción de estructuras navales que pueden generar afecciones considerables a la salud de los colaboradores fueron: trabajos en alturas, trabajos en espacios confinados, trabajos en caliente, uso de elementos a presión, gases inflamables, superficies calientes, manipulación de objetos y herramientas, uso de equipos eléctricos, ruido, calor, radiaciones no ionizantes, humos y polvos metálicos, manipulación de cargas, posturas forzadas, ritmos elevados de trabajo.

Se realizó una estimación de riesgos laborales a través de la metodología Binaria Simplificada, para luego establecer los riesgos significativos y aquellos que requerían de mediciones de Higiene Industrial. Los riesgos químicos debido a la concentración de humos y partículas metálicas fueron estimados como uno de los riesgos significativos, debido a que las actividades se realizaban en áreas con poca ventilación.

Se diseñó un programa de prevención para los factores de riesgos laborales, en el cual se establecieron las acciones a realizar de acuerdo con la normativa legal vigente, determinando fechas de cumplimiento, responsables de la ejecución y seguimiento de las actividades cuyo objetivo es garantizar el bienestar de los colaboradores del taller 100 de soldadura.

#### **5.2 Recomendaciones**

Establecer un grupo de trabajo interdisciplinarios para la ejecución y control de las actividades, comprometido a cumplir las actividades establecidas en el diseño del modelo de gestión, para que se realice un seguimiento a su implementación.

Facilitar los recursos necesarios por parte de la alta dirección para cumplir los objetivos del presente proyecto, brindando el apoyo necesario involucrándose completamente en el reforzamiento de una cultura de prevención para la organización.

Se recomienda la implantación del modelo de gestión propuesto para la prevención de riesgos laborales en las actividades de soldadura del taller 100,

con este se espera controlar los riesgos evaluados debido a que las actividades establecidas están enfocadas en acciones preventivas y de protección de los colaboradores, impactando de manera positiva en el bienestar físico, mental y social, motivando el crecimiento profesional y el compromiso de la mejora en la productividad.

## BIBLIOGRAFÍA

- "*Investigación documental*". (8 de marzo de 2021). Obtenido de <https://www.significados.com/investigacion-documental/>
- AEPSAL. (23 de junio de 2015). *Gaceta de la Protección Laboral*. Obtenido de <https://www.aepsal.com/soldadura-y-humos-metalicos/>
- Alonso, M. B. (mayo 2012). *Los riesgos de la soldadura y su prevención. centros para el control y la prevención de enfermedades*. (noviembre de 2012). Obtenido de [https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2013-104\\_sp/default.html#:~:text=La%20OSHA%20establece%20el%20LEP,de%2030%20d%C3%ADas%20a%20a%C3%B1o.](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2013-104_sp/default.html#:~:text=La%20OSHA%20establece%20el%20LEP,de%2030%20d%C3%ADas%20a%20a%C3%B1o.)
- Clinic, M. (Mayo de 2020). *MayoClinic.org*. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/lead-poisoning/symptoms-causes/syc-20354717>
- Instituto Nacional de Seguridad, S. y. (2017). *Riesgos Laborales durante las operaciones de reparación y mantenimiento en seco de buques de pesca*. Madrid.
- KEMPLER. (20 de agosto de 2018). <https://www.kemper.>
- Labiano, J. M. (Mayo de 2009). OSALAN. Obtenido de [https://www.osalan.euskadi.eus/s94-contpub/es/contenidos/libro/higiene\\_200920/es\\_200920/adjuntos/EI%20%20Soldador.pdf](https://www.osalan.euskadi.eus/s94-contpub/es/contenidos/libro/higiene_200920/es_200920/adjuntos/EI%20%20Soldador.pdf)
- metodología de la investigación*. (s.f.). Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lad/hernandez\\_s\\_j/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/hernandez_s_j/capitulo3.pdf)
- MIMENZA, O. C. (s.f.). *VARIABLE DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE*. Obtenido de <https://psicologiamente.com/miscelanea/variable-dependiente-independiente>
- R.Thorntoon, J. (s.f.). *enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+92.+Construcci%C3%B3n+y+reparaci%C3%B3n+de+buques+y+embarcaciones+de+recreo>
- TAMAYO, M. T. (1999). *hipotesis de la investigación*. Obtenido de [https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/documentodeconsultacomplementario-el\\_proyecto\\_de\\_investigacion.pdf](https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/documentodeconsultacomplementario-el_proyecto_de_investigacion.pdf)
- Thorntoon, J. R. (s.f.). *CONSTRUCCION Y REPARACION DE BUQUES Y EMBARCACIONES DE RECREO*.