



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y**  
**APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE EMISIONES DE GASES EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA, EN LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ACERO NEGRO, EN LA EMPRESA “INDUACERO CÍA. LTDA.”, UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, SECTOR EL NIÁGARA, PERIODO 2013”**

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero en Ingeniería Industrial

**Autores:**

Rocha Chiluisa Cristian Santiago

Villamarin Salgado Pablo Ulices

**Director:**

Ing. Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán

LATACUNGA - ECUADOR

2013



### FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- CHILUISA ROCHA CRISTIAN SANTIAGO
- VILLAMARIN SALGADO PABLO ULICES

Con la tesis, cuyo título es: **“ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE EMISIONES DE GASES EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA, EN LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ACERO NEGRO, EN LA EMPRESA “INDUACERO CÍA. LTDA.”, UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, SECTOR EL NIÁGARA, PERIODO 2013”**

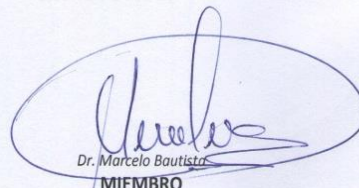
Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

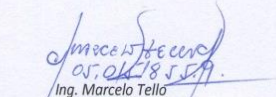
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de noviembre del 2013

Para constancia firman:

  
Ing. Edison Salazar  
**PRESIDENTE**

  
Dr. Marcelo Bautista  
**MIEMBRO**

  
Ing. Marcelo Tello  
**OPOSITOR**

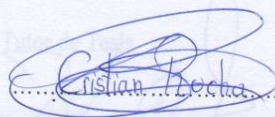
AVAL DE AUTORÍA DE TESIS

Nosotros, Rocha Chiluisa Cristian Santiago, con C.I. 050312766-4 y Villamarin Salgado Pablo Ulises, con C.I. 050348987-4, estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas en la carrera de Ingeniería Industrial declaramos expresamente que somos los autores y responsables de las ideas, datos y resultados obtenidos en esta investigación y el patrimonio intelectual de tema: **ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE EMISIONES DE GASES EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA, EN LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ACERO NEGRO, EN LA EMPRESA "INDUACERO CÍA. LTDA.", UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, SECTOR EL NIÁGARA, PERIODO 2013.**

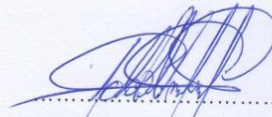
normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI, vigente.

Por lo expuesto considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a su estudio, aprobación y presentación pública.

Latacunga, octubre del 2013

  
.....

Cristian Santiago Rocha Chiluisa  
C.I. 050312766-4

  
.....

Pablo Ulises Villamarin Salgado  
C.I. 050348987-4

### AVAL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente Tesis de grado: **ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE EMISIONES DE GASES EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA, EN LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ACERO NEGRO, EN LA EMPRESA "INDUACERO CÍA. LTDA.", UBIKADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, SECTOR EL NIÁGARA, PERIODO 2013.** De autoría de los postulantes Rocha Chiluisa Cristian Santiago con C.I. 050312766-4 y Villamarin Salgado Pablo Ulices con C.I. 050348987-4, de la carrera de Ingeniería Industrial CERTIFICO: que ha sido prolijamente revisada. Por lo tanto, autorizo la presentación; misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI, vigente.

Por lo expuesto considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a su estudio, aprobación y presentación pública.

Latacunga, octubre del 2013

Tutor de Tesis



Ing. Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán

Ing. Javier Estrella

GERENTE GENERAL

INDUACERO CIA. LTDA.

Unidad en nuestra Tecnología

Carretera Industrial  
Km. 4 - Sector Niágara  
Latacunga - Cotacachi - Cotacachi  
Teléfono: 031 543 076 - Telefax: 031 543 476  
E-mail: info@inducero.net  
www.inducero.net



## INDUACERO Cía. Ltda.

Industria de Acero del Ecuador

DISEÑO, CONSTRUCCION Y MONTAJE DE EQUIPOS INDUSTRIALES

### AGRADECIMIENTOS

Latacunga 19 de noviembre de 2013.

### CERTIFICADO

Yo, Cristobal Javier Estrella Villavicencio en calidad de Gerente General de Induacero Industria del Ecuador Cía. Ltda., con RUC 0590060933001, mediante el presente certifico lo siguiente.

Los Señores Rocha Chiluisa Cristian Santiago con CI: 0503127664 y Villamarin Salgado Pablo Ulices con CI: 0503489874; egresados de la Universidad Técnica de Cotopaxi UTC, carrera de Ingeniería Industrial; realizaron en nuestra empresa, el Proyecto de tesis "ANALISIS, EVALUACION Y CONTROL DE EMISION DE GASES EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA EN LA CONSTRUCCION DE TANQUES DE ACERO NEGRO" en la empresa "INDUACERO CIA. LTDA.", ubicada en la ciudad de Latacunga Sector el Niagara, periodo 2013.

El presente documento puede ser utilizado en los fines que los interesados creyeren conveniente.

Atentamente,

Ing. Javier Estrella

GERENTE GENERAL

INDUACERO CIA. LTDA.

**Seguridad en nuestra Tecnología**

Oficinas y Planta Industrial

Av. Americana Sur Km. 4 - Sector Niágara

Teléfono: (03) 2813 935 / 099 843 076 Telefax: (03) 2813 936

Latacunga - Ecuador

Correo: induacero@andinanet.net

www.induacero.com.ec

## **AGRADECIMIENTOS**

*Gracias Dios, por permitirme escribir estas palabras.*

*Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas, unidad de ciencias de la ingeniería, a la carrera de ingeniería industrial y a los apreciados docentes quienes nos ayudaron a formarnos como personas y profesionales.*

*Un afectuoso agradecimiento a la empresa INDUACERO por abrimos las puertas y darnos la apertura para desarrollar la investigación en tan prestigiosa empresa.*

*Gracias a mis padres, hermanita, abuelitos y tíos por ayudarme a culminar con éxito mi objetivo.*

*Gracias, a mis amigos que me apoyaron incondicionalmente y me permitieron entrar en su vida.*

*Gracias a todas las personas que apoyaron para culminar con éxito este logro.*

**Cristian Rocha Chiluisa**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Doy gracias infinitamente a Dios, por haberme dado la sabiduría salud y valor necesario para culminar una etapa más de mi vida.*

*Agradezco infinitamente a mis padres, abuelita, hermano y en si a toda mi familia ya que han sido el pilar fundamental para alcanzar este logro.*

*A los docentes de la UNIVERSIDAD que aportaron con sus conocimientos y consejos para hacer de mí no solo un profesional sino también una persona de bien, útil a la sociedad.*

*Cómo olvidar a mis compañeros y amigos que he conseguido en el trayecto de esta vida universitaria ya que con ellos compartí gran parte de mi vida, gracias por sus enseñanzas.*

*Un agradecimiento muy especial, a la empresa Induacero, por haberme proporcionado valiosa información para realizar mi trabajo de tesis.*

*Finalmente, agradezco a todas aquellas personas quienes me ayudaron incondicionalmente.*

*De ustedes muy agradecido.*

**Pablo Villamarin Salgado**

## **DICATORIA**

*Este trabajo de investigación dedicado Dios, por protegerme y guiarme en mi vida y darme la fuerza necesaria para no desmayar y culminar con éxito mi objetivo propuesto.*

*Dedicado a mis queridos padres; Rodrigo Rocha y Elena Chiluisa por brindarme sus consejos y su ejemplo de lucha y constancia y darme su apoyo incondicional en cada instante de mi vida y permitir llegar a donde hoy me encuentro, a mi querida hermanita Pamela, a mis abuelitos; Teófilo y Carmen quienes han cuidado de mí y son el pilar fundamental de mi vida.*

*A mis apreciados tíos: Gabriel, Carlos y Luis quienes están siempre junto a mí brindándome sus consejos y guiándome por el camino del bien quienes han sido mi inspiración de superación.*

**Cristian Rocha Chiluisa**



## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios que ha sido la fuerza y la guía necesaria durante esta etapa tan hermosa de mi vida.*

*También lo dedico a mis Padres; Manuel Fernando Villamarin y Gloria Mercedes Salgado que con su paciencia e infinito apoyo me han permitido llegar a donde estoy, a mi querida abuelita María Laura Salgado quien con su infinito amor y cuidado a hecho de mí una persona de bien; a mi hermano Cristian a mi cuñada Cinthya a mis Sobrinas Laura y Sophia quien con su cariño y consejos han sabido apoyarme; y en sí, gracias a toda mi familia que siempre han estado a mi lado.*

**Pablo Villamarin Salgado**

## ÍNDICE

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1 Acero Negro.....	1
1.2. La soldadura.....	2
1.2.1. Introducción.....	2
1.2.2 Procesos de soldadura de Arco con Electrodo Revestido (SMAW) y Soldadura de Arco con Gas Protector (GMAW).....	2
1.2.3 Soldadura de Arco con Electrodo Revestido (Smaw).....	3
1.2.4. Principios de operación del proceso SMAW.....	4
1.2.5. Variables del proceso SMAW.....	5
1.2.6. Tipos de Revestimientos.....	6
1.2.7. Aplicaciones del proceso SMAW.....	9
1.2.8. Soldadura de Arco con Gas Protector (Gmaw).....	10
1.2.8.1 Principios de operación del proceso GMAW.....	10
1.2.8.2 Variables del proceso GMAW.....	11
1.2.8.3 Aplicaciones del proceso GMAW.....	12
1.2.9. Soldadura al Arco con Gas Protector y Electrodo de Tungsteno (GTAW).....	13
1.3 Tanques de acero negro.....	15
1.3.1. Recipiente de presión.....	15
1.4. Gases de soldadura.....	16
Fórmula 1.....	17
1.4.1. Origen de los efectos nocivos de los vapores y gases.....	20
1.4.2. Consideraciones Básicas para las emisiones al aire.....	24
1.4.3. Norma de calidad de aire ambiente.....	24
1.4.4. De los planes de alerta, alarma y emergencia de la calidad del aire.....	26
1.4.5. De los límites de humo vapores y gases de soldadura.....	32
1.5 Detector gases.....	35

1.5.1. Altaír 4 .....	35
1.5.2. Aplicaciones del Detector Multigas Altaír 4.....	35
1.6. GLOSARIO DE TERMINOS .....	36
CAPITULO II .....	40
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	40
INDUACERO .....	40
2.1 ANTECEDENTES.....	40
2.1.2 MISIÓN .....	41
2.1.3 VISIÓN .....	41
2.2 POLÍTICA DE CALIDAD .....	41
2.2.1 CERTIFICACIONES DE CALIDAD.....	41
2.2.2 FUNCIÓN DE LA PLANTA.....	42
2.2.3 PRINCIPIOS CORPORATIVOS.....	42
2.2.4 UBICACIÓN DE LA PLANTA .....	42
2.2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	42
2.2.6. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	44
2.3 Presentación, Análisis e Interpretación de Información y Metodología de Desarrollo.....	45
2.4 Análisis de los resultados de la entrevista realizada a los directivos de la empresa INDUACERO.....	45
2.5 Análisis de los resultados de la encuesta realizada al personal que se encuentra trabajando en la empresa INDUACERO. ....	49
2.6 Verificación de la encuesta .....	56
2.7. Fichas de muestreo.....	57
2.8. Verificación de las Mediciones.....	75
2.9. Comparación con la NORMA DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE, Libro VI Anexo 4.....	75
CAPITULO III.....	80
PROPUESTA.....	80

3.1 Datos Informativos.....	80
3.2 Desarrollo de la propuesta.....	83
3.3 La higiene industrial.....	83
3.3.1 Reglas de higiene industrial .....	83
3.3.2 Reglas de higiene industrial .....	83
3.3.3 Código de Trabajo.....	86
3.3.4. Normas 2393 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).....	86
3.4 Medidas de control para la emisión de gases en los procesos de soldadura. ..	92
3.4.1 Medidas generales de control.....	92
3.4.2 Fichas de evaluación de riesgos higiénicos de acuerdo al proceso de soldadura. ....	93
3.5. Protección Respiratoria .....	99
3.5.1 Equipos de protección.....	100
3.5.2 Respiradores Libre Mantenimiento.....	101
3.5.3. Uso y mantenimiento de los protectores respiratorios .....	107
Algunas indicaciones prácticas de interés en los aspectos de uso y mantenimiento del protector son:.....	107
3.5.3.1 Limitaciones de uso.....	109
3.5.3.2 Duración de los filtros.....	109
3.6. Definiciones .....	110
BIBLIOGRAFÍA.....	115
ANEXO 1 Modelo de Entrevista .....	
ANEXO 2 Modelo encuesta.....	
Anexo3 Ficha de muestreo.....	
ANEXO 4 Imágenes inducero.....	
Anexo 5 Fotografías de medición gases.....	

Anexo 6 Esquema de la Planta Inducero.....

Anexo 7 Diagrama de procesos.....

Anexo 8 Tabla de la distribución del Chi-cuadrado.....

Anexo 9.....

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Origen y efectos nocivos de los humos metálicos y gases.....	22
Tabla 2. Tlv's de agentes químicos nocivos .....	23
Tabla 3. Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.....	27
Tabla 4. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión. Norma para fuentes en operación antes de Enero de 2003.....	28
Tabla 5. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión. Norma para fuentes en operación a partir de Enero de 2003. ....	29
Tabla 6. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fundición de metales.....	30
Tabla 7. Límites permisibles de humos y gases de soldadura.....	32
Tabla 8. Datos de generación de humos.....	34
Tabla N-9: ¿Se ha realizado antes un análisis de gases emitidos por los procesos de soldadura dentro de la empresa? .....	49
Tabla N-10: ¿Identifica usted algún vapor o gas de soldadura? .....	50
Tabla N-11: ¿Cree usted que la emisión de vapores y gases de soldadura afectan su salud?.....	51
Tabla N-12: ¿Ha recibido charlas sobre protección o medidas preventivas sobre este tema?.....	52
Tabla N-13: ¿Cree usted que trabajar en espacios con poca ventilación podrían afectar sus vías respiratorias?.....	53
Tabla N-14: ¿Utiliza el siempre el equipo de protección mientras suelda?.....	54
Tabla N-15: ¿Cree usted que su equipo de protección es suficiente para mitigar la inhalación? .....	55
Tabla N-16. Nivel de emisividad Proceso Smaw.....	93
Tabla N-17. Nivel de emisividad Proceso Gmaw .....	94
Tabla N-18. Valores Límites de Exposición Proceso Smaw .....	95

Tabla N-19. Valores Límites de Exposición Proceso Gmaw.....	96
Tabla N-20. Medidas de control preventivo .....	97
Tabla N-21. Protección respiratoria Proceso Smaw .....	98
Tabla N-22. Protección respiratoria Proceso Gmaw .....	99
Tabla N-23. Riesgos de Seguridad.....	107
Tabla N-24. Riesgos de Higiene.....	108

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°- 1. Formación de un cordón de soldadura Smaw.....	4
Gráfico N°-2. Principio del proceso GMAW .....	11
Gráfico N°-3. Componentes del proceso GMAW .....	12
Gráfico N°-4. Esquema de soldadura con electrodo de tungsteno y gas.....	12
Gráfico N°-5. Polvo metálico.....	17
Gráfico N°-6. Formación de gases por procesos de soldadura.....	19
Gráfico N°-7. Tamaño de partículas en el aire en micras.....	21
Gráfico N°-8. Multigas Altaír.....	35
Gráfico N°-9. Organigrama INDUACERO .....	44
Gráfico N°-10: ¿Se ha realizado gases emitidos por los procesos de soldadura dentro de la empresa?.....	49
Gráfico N-11: ¿Identifica usted algún vapor o gas de soldadura? .....	50
Gráfico N-12: ¿Cree usted que la emisión de vapores y gases de soldadura afectan su salud?.....	51
Gráfico N-13: ¿Ha recibido charlas sobre protección o medidas preventivas sobre este tema?.....	52
Gráfico N-14: ¿Cree usted que trabajar en espacios con poca ventilación podrían afectar sus vías respiratorias?.....	53
Gráfico N-15: ¿Utiliza el siempre el equipo de protección mientras suelda?.....	54
Gráfico N-16: ¿Cree usted que su equipo de protección es suficiente para mitigar la inhalación? .....	55
Gráfico N-17: Diagrama de muestreo de la planta principal Induacero .....	58
Gráfico N-18: Diagrama de muestreo de la planta Cautivo Induacero .....	59
Gráfico N°- 19 Método de control Banding.....	92
Gráfico N°-20 Partes fundamentales de un respirador .....	102
Gráfico N°-21. Respiradores Libre Mantenimiento .....	104



Gráfico N°-22. Filtros para partículas ..... 105

## RESUMEN

El análisis, evaluación y control de la emisión de gases es un proceso que implica técnicas de medición, mismas que demuestran resultados cuantitativos de posibles contaminantes siguiendo un método previamente establecido. Debido a que la empresa desconoce de los posibles daños, se ha realizado el presente estudio para tomar correcciones inmediatas, a mediano o a largo plazo, si éstas fueran necesarias. Las normas ecuatorianas de emisiones de fuentes fijas son la base para determinar los rangos de contaminación en el caso de haberlo, tomando muy en cuenta el período de trabajo de cada uno de los empleados. El estudio de investigación se desarrolló en la Empresa INDUACERO de la ciudad de Latacunga, con el objetivo de realizar un análisis, evaluación y control de las emisiones de gases en los procesos de soldadura, para la construcción de tanques de acero negro. Esta investigación permitió identificar tipos de riesgos que ocasiona la emisión de gases, fenómeno que es perjudicial tanto para el ambiente como para la salud. Por otra parte al realizar la investigación se logró establecer que nunca se realizó un análisis de gases emitidos en los procesos de soldadura en la empresa objeto de estudio. En síntesis, mediante esta investigación se logró identificar, verificar y clasificar los niveles de contaminantes que se originan en cada uno de los procesos identificados; para en lo posterior establecer un control de estos gases a través de una guía que mitigará la emisión en aquellos procesos de soldadura existentes en la empresa y de esta manera proteger el ambiente y el entorno laboral.

## **ABSTRACT**

The analysis, evaluation and gas emissions control is a process that involves measurement techniques, the same which throw quantitative results of possible contaminants next a previously established method. Due to the enterprise disown of the possible damages, it has made the present study to take immediate corrections, to medium or long term, if these are necessary. The Ecuadorian Standards of emissions from stationary sources are the basis for determining the contamination ranges if any, taking into account the period of employment of each employee. The research study was developed in the INDUACERO Enterprise of Latacunga city, with the purpose of making an analysis, evaluation and gas emissions control in the welding processes for the construction of black steel tanks. This research will allow identify risks types that produce the gases emission, a phenomenon that is harmful such as to the environment and the health. Moreover, for making the research will be achieve to establish that was never making an analysis of emitted gases in the welding processes in the enterprise study aim. In short, through this research will be reach to identify, verify, classify and evaluate of contaminant levels what originate from each of the identified process, later, it establishes a control of these gases through a guide that will mitigate the emission those existent processes welding in the enterprise and thereby, protects the environment and the workplace.




### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica De Cotopaxi, yo Lic. Marcía Janeth Chiluisa Chiluisa con la C.C. 050221430-7 CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión de la Traducción del Abstract; con el tema: "ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE EMISIONES DE GASES EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA, EN LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ACERO NEGRO, EN LA EMPRESA "INDUACERO CÍA. LTDA, UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, SECTOR EL NIÁGARA, PERIODO 2013", cuyos autores son: .Cristian Santiago Rocha Chiluisa con C.C. 050312766-4 y Pablo Ulices Villamarín Salgado con C.C. 050348987-4, y director de tesis Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán.

Latacunga, Octubre del 2013

Docente:

  
-----  
Lic. Marcía Janeth Chiluisa Chiluisa

C.I. 050221430-7

## INTRODUCCIÓN

Con el Análisis y evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura, se pudo identificar, clasificar y determinar los porcentajes de contaminación; para luego controlar la emisión de los mismos, en la construcción de tanques de acero negro, en la empresa INDUACERO Cía. Ltda., ubicada en la ciudad de Latacunga, sector el Niágara, periodo 2013.

El proyecto de investigación se basó en las emisiones de gases en los procesos de soldadura y con esto sabemos los tipos y la cantidad de contaminantes arrojados en el proceso de construcción de tanques con acero negro. Con los resultados que se obtuvieron en el análisis, evaluación y control, la empresa podrá tomar los correctivos necesarios para mitigar el nivel de contaminación en el área de trabajo y de esta manera se podría brindar un ambiente adecuado.

En consecuencia es importante invertir en equipos de protección personal como última alternativa, lo más adecuado es acatar a la fuente directamente con la finalidad mitigar el problema.

Los objetivos alcanzados fueron:

- Realizar un Análisis, Evaluación y Control de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro.
- Medir y analizar la emisión de gases en el proceso de soldadura.
- Identificar los tipos y porcentajes de contaminación de los gases en los procesos de soldadura.
- Crear un procedimiento para mitigar la emisión de los gases

La hipótesis propuesta en la investigación fue la siguiente.

¡El adecuado análisis y evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro, en la empresa Induacero Cía. Ltda., nos permitirá identificar sus tipos, clasificación y porcentajes de los contaminantes; para controlar las emisiones de los mismos! Con el desarrollo de la investigación se pudo verificar.

Los métodos utilizados en la investigación realizada fueron, el método analítico-sintético, el método inductivo que permite conocer el proceso de manera general para a lo posterior dar una solución mediante los resultados, métodos y técnicas expuestas.

Las técnicas utilizadas para realizar la investigación fueron la, observación que nos permitió conocer al personal de la empresa, La entrevista se realizó al gerente general, supervisor de producción de planta y al supervisor de control de calidad, fue de gran utilidad para la investigación porque nos permite conocer a fondo el problema, la encuesta permitió recopilar datos a través de un cuestionario y se aplicó a los operadores de producción de la empresa INDUACERO CIA LTDA. El presente trabajo de investigación cuenta con tres capítulos.

El primer capítulo está compuesto en parte teórica o cuerpo de la tesis el cual nos permitiría identificar el contenido necesario para el desarrollo de la investigación.

El segundo capítulo en sí, es la recolección de datos para realizar el análisis, evaluación y control de la emisión de gases en los procesos de soldadura a través de encuestas entrevistas, mediciones y observaciones.

El tercer capítulo es la propuesta, que en nuestro caso, es un sistema de control y protección en las emisiones de gases a través de una guía, la misma que servirá para mitigar dichas emisiones.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 Acero Negro.

**Según:** <http://www.quiminet.com>

Es un acero con un contenido bajo de carbono, y sin ningún tratamiento superficial adicional. Debido a eso, el proceso de fabricación final y la ausencia de tratamiento hacen que se oscurezca la superficie, por la fina capa de carbono que suele quedar encima.

El acero negro es comúnmente conocido como el acero básico, es decir, el hierro normal y corriente que sale directamente del proceso de fundición. Este tipo de acero no ha pasado o sufrido algún tratamiento.

Existen diferentes tipos de aceros negros, las cuales se definen por su composición de carbono y su dureza, creando diferentes calidades en el acero negro.

#### *1.1.2. Producción del acero negro.*

**Según:** <http://www.catedu.es>

El acero en sus distintas clases está presente de forma abrumadora en nuestra vida cotidiana en forma de herramientas, utensilios, equipos mecánicos y formando parte de electrodomésticos y maquinaria en general así como en las estructuras de las viviendas que habitamos y en la gran mayoría de los edificios modernos

Se utiliza en la Industria cementera, silos, tolvas, cribadoras, chimeneas, tuberías, lavaderos de carbón, depósitos de agua, petróleo, fuel-oíl, etc. Construcciones metálicas, puentes, estructuras, fachadas de edificios, puertas metálicas, hormigoneras, grúas, palas excavadoras. Vagones ferrocarril, chasis de camiones, basculantes, cisternas, semirremolques.

## **1.2. La soldadura**

### ***1.2.1. Introducción***

Se define soldar como la tarea de unir, por diferentes métodos, dos piezas de igual o distinta naturaleza, mediante la transformación de la superficie de contacto al estado líquido, utilizando calor y/o compresión. [1]

**[1] Según: CHINCHILLA, Sibaja Ryan. Seguridad en el trabajo. 2007 pág. 153**

Existen múltiples técnicas de soldado lo cual, unido a la gran cantidad de metales existentes y las sustancias que usan como protectores, aislantes o aglutinantes, hace que se modifique extraordinariamente el examen de los riesgos higiénicos inherentes a este proceso industrial.

Para realizar el estudio higiénico en el puesto de soldadura se debe tener en cuenta:

- El material base que, en ocasiones, va recubierto con sustancias protectoras contra la corrosión.
- El metal de aportación con sus correspondientes sustancias protectoras de soldadura (gases, escorias, fundentes, desoxidantes, etc.).

Al aplicar el foco calorífico sobre el material base, se origina los óxidos correspondientes que pasan al ambiente en forma de humos.

### ***1.2.2 Procesos de soldadura de Arco con Electrodo Revestido (SMAW) y Soldadura de Arco con Gas Protector (GMAW)***

**Según: JEFFUS Larry, Manual de soldadura.2008. pág. 19.**

La ingeniería ha buscado continuamente desarrollar y mejorar el área de la soldadura. El primer proceso de soldadura moderno fue el de Soldadura de Arco

Con Electrodo de Carbón; su principio era establecer un arco eléctrico entre un electrodo de carbón puro, no consumible y el metal base. Luego, aparecería el SMAW; el cual suple la necesidad de suministrar aporte metálico en la soldadura,



mientras el soldador dirige el arco eléctrico con ambas manos y forma un cordón de soldadura de buenas características.

Con el pasar del tiempo, buscando superar las limitaciones existentes, se fueron adoptando distintas ideas innovadoras y surgieron nuevos procesos; uno de ellos fue el GMAW, en el cual se utiliza un electrodo consumible continuo para evitar los frecuentes cambios de palillo y las consecuentes paradas del proceso.

### ***1.2.3 Soldadura de Arco con Electrodo Revestido (Smaw)***

Se realiza utilizando el calor producido al establecerse un arco eléctrico entre dos conductores de distinta polaridad. La temperatura alcanzada por este procedimiento supera los 3500°C, necesarios para fundir la zona de soldadura. [2]

**[2] Según: AGUEDA Eduardo. Elementos fijos. 5ta edición. 2010. pág. 122**

El electrodo revestido constituye el metal de aporte de la soldadura y está formado por un núcleo central metálico conductor de la corriente eléctrica, llamado “alma”, recubierto por una capa no conductora de la corriente llamada “revestimiento”, constituida de polvos aglomerados adheridos al alma metálica.

Las funciones principales del revestimiento son las de proteger el metal fundido del aire que lo rodea, durante la transferencia a través del arco, y terminado el arco durante la solidificación del cordón, y aportar parte de los elementos que se transferirán a la pileta líquida para dar la composición química final de la misma.

Terminada la soldadura quedará sobre el cordón un depósito de escoria (residuos de la fusión del revestimiento más suciedades levantadas en el baño de soldadura)

**Como funciona:** El arco se inicia cuando la punta del electrodo toca el metal base (material a soldar), provocando un corto circuito que da lugar al paso de la corriente eléctrica, luego, se eleva el electrodo separándolo del metal base un par de milímetros, permitiendo de ese modo la formación del arco eléctrico.

Debido a la pequeña superficie por la cual pasa la corriente eléctrica la temperatura se eleva rápidamente en esa zona y se produce (por ionización) una estabilización del arco.

Establecido el arco eléctrico, el calor generado por el mismo produce la fusión tanto del metal base, como del extremo del electrodo.

A medida que se va consumiendo el electrodo se avanza con el mismo depositando el metal fundido sobre la superficie de la pieza, una vez solidificado el metal depositado forma el cordón de soldadura.

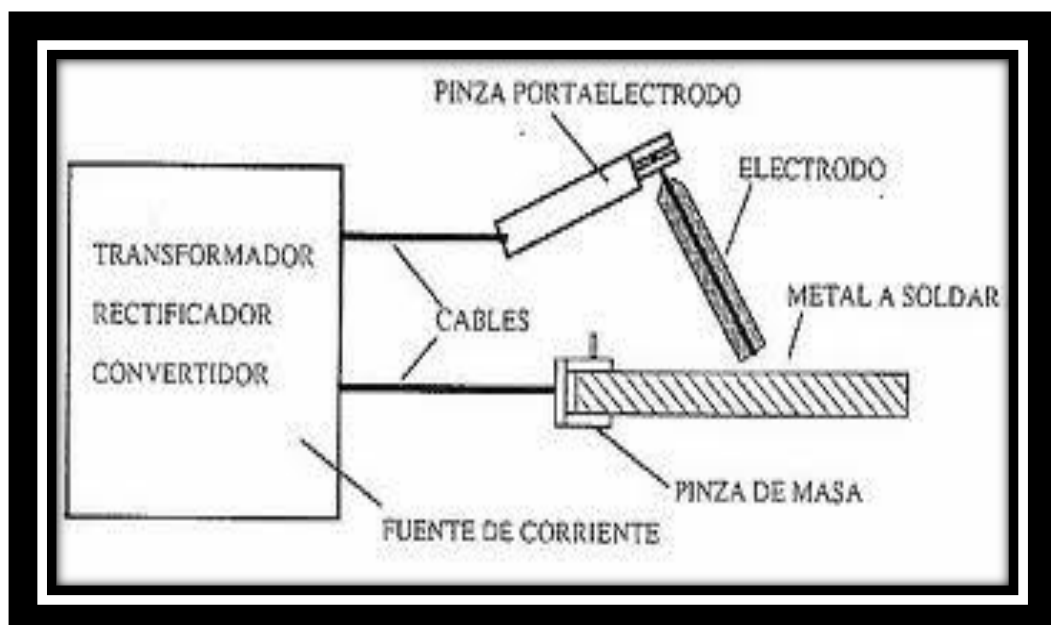
La temperatura del arco eléctrico, medida en su parte central, es aproximadamente de unos 5000°C, esto produce la fusión casi instantánea del metal, generando pequeñas gotas de metal fundido en el extremo del electrodo que son transferidas a través del arco hacia la pileta líquida.

#### 1.2.4. Principios de operación del proceso SMAW

Según: AGUEDA Eduardo. Elementos fijos. 2010.

El principio de operación de este proceso de soldadura consiste en establecer y mantener un arco eléctrico entre el extremo del electrodo revestido y el metal base. El intenso calor originado en el arco eléctrico funde el metal base fusionándose con el metal de aporte depositado por el electrodo sobre el charco de soldadura (ver la Gráfico N°-1).

**Gráfico N°- 1. Formación de un cordón de soldadura Smaw**



Fuente: Ingemecanica

A su vez, el revestimiento del electrodo suministrará gases protectores alrededor del arco que evitarán los efectos nocivos del oxígeno e hidrógeno atmosféricos en el metal fundido; y añadirá sustancias químicas para crear una capa protectora de escoria sólida sobre el cordón de soldadura, cuando éste se solidifique.

#### ***1.2.5. Variables del proceso SMAW***

**Según: LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURA (AWS)**

Este proceso consta de las siguientes variables:

El electrodo revestido, el cual puede contener diferentes tipos de composiciones tanto en su núcleo como en el revestimiento. En éste último, pueden encontrarse: estabilizadores de arco, formadores de escoria, elementos que facilitan la extrusión, polvo de hierro para incrementar la velocidad de depósito del metal; sodio y potasio que mantienen la conductividad entre el extremo del electrodo y el metal base, al ionizarse frente al calor; desoxidantes y finalmente, elementos aleantes para mejorar las propiedades mecánicas de la soldadura.

La Sociedad Americana de soldadura (AWS) designa la especificación A 5.1 para el metal de aporte del proceso SMAW aplicable en aceros al carbono; y clasifica a los electrodos de acero de bajo carbono con la letra E más cuatro dígitos (cinco si los esfuerzos son mayores a 100 ksi); de los cuales los dos primeros corresponden al mínimo esfuerzo de tensión, en ksi; el tercer dígito indica la posición en que se espera que el electrodo suelde satisfactoriamente ( 1 = todas, 2 = plana y filete horizontal, 3 = vertical hacia abajo ); y el cuarto dígito señala el tipo de revestimiento del electrodo y la corriente a emplear.

Los electrodos E6010 y E6011 tienen las siguientes características: poseen penetración profunda, un fuerte arco de aspersion y pueden ser usados en todas las posiciones de soldadura. Se preparan para adicionar un bajo volumen de escoria de fácil remoción; los depósitos tienen buenas propiedades mecánicas y los resultados radiográficos son aceptables. El principal componente del revestimiento es la celulosa, la misma que se descompone en el arco para proveer el gas protector. Los gases formados por la descomposición de la celulosa y el alto contenido de humedad (mayor al 5%) determinan las características del arco.

Cuando se usa corriente alterna el potasio contenido en el revestimiento de los electrodos E6011 ayuda a mantener estable el arco eléctrico.

Los electrodos E7018 contienen carbonato de calcio, el cual proporciona los gases protectores; fluoespato como formador de escoria; polvo de hierro, estabilizadores de arco, desoxidantes y elementos aleantes. Poseen bajo hidrógeno, por lo que es preciso seguir atentamente las indicaciones de almacenamiento dadas por el fabricante, con el fin de protegerlos de la humedad. Pueden trabajar con corriente alterna o DCEP. Pueden trabajar en todas las posiciones de soldadura. Poseen poca penetración pero el cordón logrará alta resistencia a los esfuerzos. Son electrodos aplicados frecuentemente en pases de soldadura de relleno y acabado.

#### ***1.2.6. Tipos de Revestimientos***

Los electrodos son clasificados según el tipo de su revestimiento.

Los 3 principales tipos son:

A) Celulósicos

B) Rutílicos

C) Básicos

#### **A) Celulósicos (Típico el E 6010)**

El componente principal del revestimiento de este tipos de electrodos es la celulosa, que al descomponerse genera mucho dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e hidrógeno (H<sub>2</sub>), lo cual da una muy buena protección gaseosa.

La característica distintiva de los electrodos celulósicos es su enfriamiento rápido, por tal motivo son utilizables en toda posición, aún en vertical descendente. Es muy agresivo dando como resultado una buena penetración. La escoria producida es escasa y de fácil remoción.

**Aplicaciones:** La principal utilización de estos electrodos es en la soldadura de juntas en ductos (gasoductos, oleoductos, acueductos, etc.) en vertical

descendente, también son empleados para ejecutar la soldadura de raíz (en juntas de penetración total) en todo tipo de cañerías.

### **B) Rutílicos (Típico el E-6012 /TIPO R13/ o E-6013 /TIPO R11/)**

El componente principal de los revestimientos de estos electrodos es el óxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), rutilo, pudiendo contener hasta un 50 % (en peso).

Es un electrodo de fácil encendido, mantenimiento y manejo del arco, y deja un aspecto muy parejo del cordón depositado. La escoria que produce es bastante densa de color opaco, más bien oscuro, y se desprende fácilmente, a tal punto, que a medida que el metal depositado se va enfriando, la capa de escoria comienza a separarse sola del cordón.

La característica de este tipo de revestimiento hace que este electrodo sea de suave fusión y poca penetración. Permiten realizar soldaduras en todas posiciones.

**Aplicaciones:** Estos electrodos son comúnmente empleados en trabajos de herrerías, carpintería metálica y en estructuras no sometidas a grandes esfuerzos y de poca o muy baja responsabilidad.

### **C) Básicos**

En el recubrimiento de estos electrodos predomina la calcita y la fluorita. Contiene a su vez compuestos desoxidantes. Puede contener además una pequeña proporción de rutilo.

Se los denomina también de bajo hidrógeno, dado que estando bien secos, los niveles de H<sub>2</sub> en la atmósfera del arco son sustancialmente bajos. Este es un aspecto de gran importancia, especialmente cuando se deben ejecutar soldaduras de aceros de media y alta aleación, en grandes espesores o juntas con condiciones severas de restricción, donde la presencia de hidrógeno en el metal depositado es sumamente perjudicial, en lo se refiere a posible fisuración por hidrógeno.

La escoria es densa de color pardo oscuro y brillante y se adhiere con bastante fuerza al cordón depositado.

En estos electrodos la generación de gases no es tan abundante como en el caso de los celulósicos, debiéndose emplear un arco muy corto y casi perpendicular al metal base para asegurar la protección del mismo.

El encendido y manejo de estos electrodos es bastante dificultoso, requiere de mucha práctica y habilidad por parte del soldador.

Advertencia: El revestimiento básico absorbe humedad del medio ambiente con mucha facilidad por consiguiente, es muy importante que estos electrodos estén conservados en cajas herméticamente cerradas, depositadas en recintos climatizados, o en su defecto, colocados en hornos o termos porta electrodos con temperatura.

**Aplicaciones:** Este tipo de electrodo es utilizado masivamente en todas aquellas juntas, ya sea de cañerías, equipos (tanques, recipientes a presión, torres, etc.), conjuntos y estructuras, cuyas soldaduras están sometidas a grandes presiones y/o esfuerzos. Son utilizados en soldaduras de grandes espesores, materiales de difícil soldabilidad y/o exigencias radiográficas.

El porta electrodo, el mismo que sirve para sostener al electrodo y le provee la energía eléctrica suministrada por la fuente de poder.

La fuente de energía, la cual que debe ser capaz de proporcionar corrientes alternas, continuas o ambas, según se requiera. El proceso de soldadura SMAW se desarrolla apropiadamente con máquinas de característica de corriente constante (amperaje constante), ya que con las de voltaje constante por su baja relación voltio/amperios se sobrecargaría la máquina hasta dañarse; es decir, la máquina utilizada necesita acoplarse al efecto de la resistencia cambiante, constituida por el electrodo de longitud variable, durante el proceso. En el proceso SMAW, cuando se desee alcanzar mayor penetración con el electrodo al usar corriente continua, la fuente de poder deberá estar conectada desde el polo positivo al porta electrodo, y desde el polo negativo al metal base.

### ***1.2.7. Aplicaciones del proceso SMAW***

**Según: JEFFUS Larry. Manual de soldadura Gtaw. 2008. Pág. 27.**

El proceso SMAW es ampliamente usado por la accesibilidad de su aplicación, porque su costo en pequeños volúmenes de producción es menor al de otros procesos, se lo puede implementar en cualquier lugar que cumpla las normas de seguridad requeridas; y con cualquier posición de soldadura.

Se lo usa para soldar aceros al carbono, aceros de baja aleación, aceros inoxidables y aceros aleados resistentes al calor. Las fundiciones, los aceros de altos esfuerzos y los aceros endurecibles también se pueden soldar con SMAW siguiendo adecuadamente las indicaciones correspondientes de precalentamiento y pos calentamiento. Las aleaciones de Níquel también son soldables con SMAW, pero se prefiere utilizar GMAW o GTAW. Pocas aleaciones de cobre y aluminio son soldables con SMAW. Los metales más suaves, tales como, el zinc, el plomo y el estaño, los cuales son de bajo punto de fusión y ebullición, los metales refractarios y los reactivos, no son soldables con SMAW.

El proceso de SMAW es usado en una gran variedad de construcciones, como por ejemplo: se lo utiliza en los astilleros para soldar todas las partes metálicas de las embarcaciones, desde el casco hasta la estructura interna y los tubos de traslado de líquidos; también, se lo emplea para realizar reparaciones en bombas, engranajes, hélices y ejes.

Con el SMAW se construye las estructuras de casas, edificios, galpones, torres y puentes. También, se fabrican tuberías, como por ejemplo las de dragas; se aplica en tanques y otros objetos metálicos de gran tamaño, en donde, pese a emplear también otros procesos de soldadura de mayor rapidez, el pase de raíz se realiza con un electrodo revestido de alta resistencia a los esfuerzos y bajo hidrógeno, ya que es necesario evitar al máximo la porosidad y fragilidad del cordón de soldadura.

### **1.2.8. Soldadura de Arco con Gas Protector (Gmaw)**

Es un proceso de unión por fusión que utiliza un arco eléctrico que se establece entre el extremo del electrodo y la pieza a soldar, protegiéndose de la acción del oxígeno, la humedad y el nitrógeno del aire ambiente mediante un flujo de gas distribuido alrededor del punto de fusión a una ligera presión. [2]

**[2] Según: AGUEDA Eduardo. Elementos fijos. 5ta edición. 2010. pág. 140**

Actualmente, el GMAW recibe esta denominación, la misma que fue aprobada por la AWS, pero anteriormente se conocía como Metal Inert Gas / Metal Active Gas (MIG/MAG); debido a que para proteger la soldadura contra los efectos atmosféricos durante su realización se pueden emplear Argón, Helio o una mezcla de estos gases inertes (MIG); o también dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y nitrógeno (N<sub>2</sub>), los cuales son gases activos (MAG). También, se utilizan mezclas de Argón más dióxido de carbono, mismas que si son bien elegidas, mejoran las características del cordón de soldadura.

#### ***1.2.8.1 Principios de operación del proceso GMAW***

**Según: AGUEDA Eduardo. Elementos fijos. 2010**

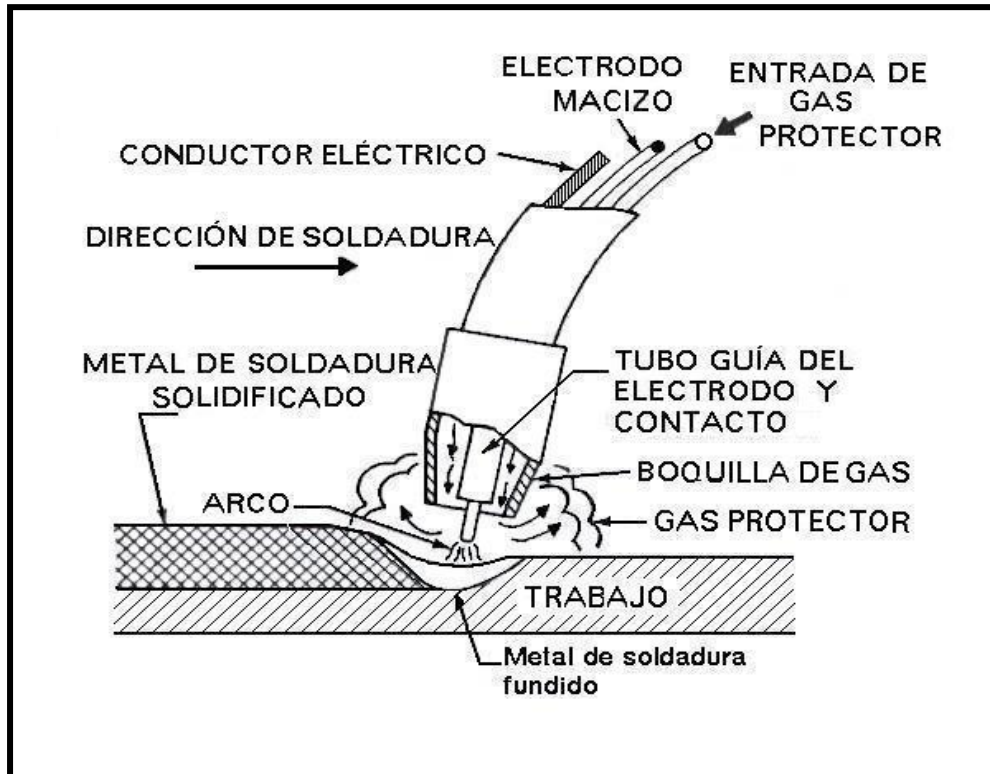
El GMAW se basa en la producción de soldaduras con un electrodo metálico continuo consumible sin revestimiento; cuyas dimensiones y composición deberán ser compatibles con las características de diseño de la unión y el tipo de metal a soldar. El electrodo establecerá un arco eléctrico sobre la unión de los metales base para formar el cordón de soldadura, el arco irá fundiendo el metal base mientras se deposita el metal de aporte (Gráfico N°-2). La protección gaseosa será aportada por un gas adecuadamente elegido que emanará alrededor del electrodo y cubrirá además el charco de soldadura, el arco y el área adyacente en el metal de trabajo; aislando la soldadura del medio ambiente, pues el oxígeno (O<sub>2</sub>) y el hidrógeno provocarían porosidad, fragilidad y fisuras en el cordón de soldadura al enfriarse.

El GMAW es semiautomático cuando el depósito de la soldadura se realiza mediante pistola manual, pero la alimentación del electrodo es automática.



EL GMAW es automático cuando tanto la alimentación del metal de aporte como la ejecución de la soldadura

**Gráfico N°-2. Principio del proceso GMAW**



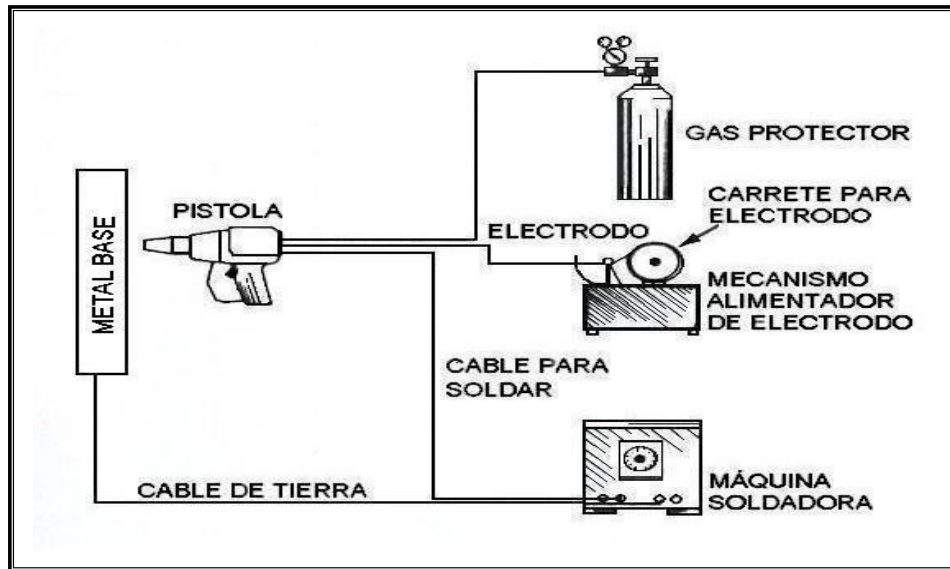
**Fuente: Ingemecanica**

Son realizados por la máquina soldadora; en cuyo caso el operador se encarga de darle los parámetros de trabajo.

#### ***1.2.8.2 Variables del proceso GMAW***

El equipo básico usado en el proceso de soldadura GMAW semiautomático, aplicado en este trabajo, se detalla a continuación:

**Gráfico N°-3. Componentes del proceso GMAW**



Fuente: Ingemecanica

### **1.2.8.3 Aplicaciones del proceso GMAW**

**Según: JEFFUS Larry. Manual de soldadura Gtaw. 2008**

El GMAW fue en sus inicios usados para soldar aleaciones de acero al magnesio y aluminio; y en aceros inoxidable, debido a que sus resultados eran satisfactorios y más rápidos, por tanto, más económicos. Luego, se extendió su uso en otras aleaciones y metales. Los metales más fáciles de soldar con GMAW son: los aceros al carbono, los de baja aleación y los inoxidables, las aleaciones resistentes al calor, el aluminio y las aleaciones de aluminio de las series 3000, 5000 y 6000, el cobre, las aleaciones de cobre, magnesio y las de alto zinc.

Existen otros metales que se pueden soldar con GMAW pero que necesitan procedimientos especiales; como lo son: los aceros de altos esfuerzos, las aleaciones de aluminio de las series 2000 y 7000, las aleaciones de cobre con alto porcentaje de zinc, tales como el bronce al manganeso; además, las fundiciones, el acero austenítico al manganeso, el titanio y las aleaciones de titanio; y los metales refractarios. Estos procedimientos podrían incluir: precalentamiento o pos calentamiento del metal base, el uso de metales de aporte especiales, un mayor control en la eficacia de la protección gaseosa y el uso de gas de protección secundario.

El proceso de soldadura de arco con gas de protección es muy usado en nuestro medio en soldaduras de aluminio, como por ejemplo al realizar las soldaduras necesarias en la construcción de lanchas guardacostas para la Armada del Ecuador.

También es empleado en soldaduras de tuberías de acero para dragas, como las mencionadas en la aplicación del proceso SMAW y para fabricaciones metálicas de gran tamaño y espesor, en donde el GMAW es empleado para dar los sucesivos pases de relleno y acabado en dichas soldaduras, en razón de que la continuidad en el proceso disminuye el tiempo de operación y por ende los costos.

### **1.2.9. Soldadura al Arco con Gas Protector y Electrodo de Tungsteno (GTAW)**

**Según: TEJEDOR Carlos. Guía de soldadura. 2009 págs. 19 – 28.**

La soldadura Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) o Soldadura TIG es también conocida como soldadura Heliarc, es un proceso en el que se usa un electrodo no consumible de tungsteno sólido. El electrodo, el arco y el área alrededor de la soldadura fundida son protegidas de la atmósfera por un escudo de gas inerte. Si algún metal de aporte es necesario es agregado a la soldadura desde el frente del borde de la soldadura que se va formando.

La Soldadura TIG fue desarrollada inicialmente con el propósito de soldar metales anticorrosivos y otros metales difíciles de soldar, no obstante al pasar del tiempo, su aplicación se ha expandido incluyendo tanto soldaduras como revestimientos endurecedores en prácticamente todos los metales usados comercialmente.

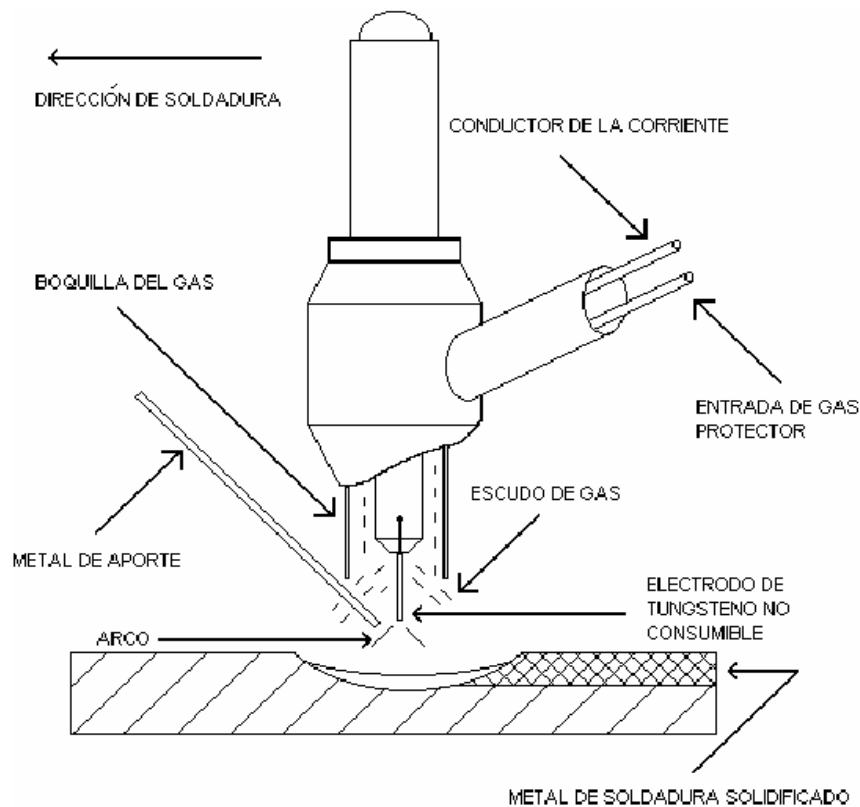
En cualquier tipo de proceso de soldadura la mejor soldadura, que se puede obtener, es aquella donde la soldadura y el metal base comparten las mismas propiedades químicas, metalúrgicas y físicas. Para lograr esas condiciones la soldadura fundida debe estar protegida de la atmósfera durante la operación de la soldadura, de otra forma, el oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera se combinarían, literalmente, con el metal fundido resultando en una soldadura débil y con porosidad. En la soldadura TIG la zona de soldadura es resguardada de la atmósfera por un gas inerte que es alimentado a través de la antorcha, Argón y

Helio pueden ser usados con éxito en este proceso. El Argón es mayormente utilizado por su gran versatilidad en la aplicación exitosa de una gran variedad de metales, además de su alto rendimiento permitiendo soldaduras con un bajo flujo para ejecutar al proceso. El Helio genera un arco más caliente, permitiendo una elevación del voltaje en el arco del 50-60%. Este calor extra es útil especialmente cuando la soldadura es aplicada en secciones muy pesadas. La mezcla de estos dos gases es posible y se usa para aprovechar los beneficios de ambos, pero la selección del gas o mezcla de gases dependerá de los materiales a soldar. Dado que la atmósfera está aislada 100% del área de soldadura y un control muy fino y preciso de la aplicación de calor, las soldaduras TIG, son más fuertes, más dúctiles y más resistentes a la corrosión que las soldaduras hechas con el proceso ordinario de arco manual (electrodo cubierto). Además del hecho de que no se necesita ningún fundente, hace este tipo de soldaduras aplicable a una amplia gama de diferentes procedimientos de unión de metales.

La fuente de poder para TIG puede ser AC o DC, sin embargo, algunas características sobresalientes obtenidas con cada tipo, hacen a cada tipo de corriente mejor adaptable para ciertas aplicaciones específicas.

Se podrán encontrar varias tablas muy útiles acerca del tipo de gases a utilizarse, además del tipo de corriente que se recomienda escoger para diferentes circunstancias. El escudo de gas que expulsa la antorcha es muy importante para asegurar soldaduras de calidad. La forma de todas las partes internas y externas de la boquilla han sido creadas para lograr las características apropiadas del flujo de gas.

**Gráfico N°-4. Esquema de soldadura con electrodo de tungsteno y gas**



Fuente: Cortesía de Ciro Bazán

### **1.3 Tanques de acero negro.**

El traslado de sustancias y residuos peligrosos, requiere de tomar medidas de prevención y control para evitar efectos adversos.

Para garantizar un transporte seguro con mínimos impactos ambientales, los tanques y remolques utilizados en esta actividad, deben cumplir con características especiales, como sistemas de aseguramiento de la carga, condiciones técnicas, entre otros.

Actualmente, predominan en el mercado una gran variedad de productos en el área que brindan importantes beneficios para el traslado seguro.

#### **1.3.1. Recipiente de presión**

Un recipiente de presión, depósito bajo presión es un contenedor estanco diseñado para contener fluidos (gases o líquidos) a presiones mucho mayores que la presión ambiental.

La presión diferencial entre el interior del recipiente y el exterior es potencial peligrosa. Históricamente los aparatos a presión han sido una fuente importante de accidentes laborales. Consecuentemente, el diseño, manufactura y manipulación de estos dispositivos están regulados actualmente mediante normas ingenieriles exigentes. Por esas razones, el diseño y certificación de un recipiente diseñado para contener presión varía de país a país, y requiere definir parámetros tales como la máxima presión admisible y la temperatura máxima admisible.

#### **1.4. Gases de soldadura**

En la Industria mundial existen multitud de procesos laborales que causan contaminación, en los que se involucra como principales agentes a:

- ✓ Humos
- ✓ Gases
- ✓ Vapores

Los humos y gases provenientes de los procesos de soldadura son químicamente muy complejos, su composición y cantidad dependen del material de aporte, del metal base, proceso de soldadura, nivel de corriente y otros factores del proceso. Estos constituyen una amenaza para la seguridad y salud de los trabajadores, sino se cuenta con la adecuada protección.

Los Humos son partículas sólidas originadas por los materiales consumibles de soldadura, por el metal base, y los recubrimientos presentes. Los Gases son producidos durante el proceso de soldadura o por el proceso de radiación que se crea a los alrededores. Los gases pueden crearse en grandes cantidades cuando se aplica el corte por plasma o altos amperajes de metales muy reflectivos como el aluminio y el acero inoxidable.

Un solo soldador produce entre 20 g. y 40 g. de polvo metálico (Gráfico N°-5.) por hora, (proveniente de los humos metálicos y gases de soldadura), es decir que por año produciría aproximadamente entre:

**Fórmula 1.**

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

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

**Gráfico N°-5. Polvo metálico**



**Fuente: Oslan**

En casi todos los procesos de soldadura nos encontramos fundamentalmente:

a) Humos metálicos que dependerán de una serie de factores como son punto de fusión y vaporización.

El plomo, zinc y cadmio tienen bajos estos parámetros por lo que forman fácilmente humos metálicos al soldar estos metales.

Asimismo hay que tener en cuenta el tipo de soldadura a emplear siendo aquella que alcance mayor temperatura la que con más facilidad producirá humos metálicos.

Entre los humos metálicos que nos podemos encontrar en los procesos de soldeo, distinguiremos aquellos que son:

1. Tóxicos o irritantes: cadmio, cromo manganeso, zinc, mercurio, níquel, titanio, Vanadio, plomo, molibdeno.

2. Neumoconióticos poco peligrosos: aluminio, hierro, estaño, carbón.

3. Neumoconióticos muy peligrosos: asbestos, sílice, cobre, berilio.

b) Gases que se desprenden al soldar, bien porque se utilice para protegerla soldadura (CO<sub>2</sub>, argón, helio, etc.) o bien porque se desprenden de los revestimientos de electrodos o piezas a soldar.

Así encontramos vapores nitrosos, con mayor concentración. Las operaciones realizadas al arco con electrodos revestidos son las que dan una mayor concentración de estos vapores y por consiguiente el más peligroso es el corte al arco con electrodo de tungsteno. Cuando el soplete quema al vacío, las concentraciones de NO<sub>2</sub> son mayores que durante el proceso de soldeo.

El mayor peligro de los óxidos de nitrógeno consiste en que su presencia pasa inadvertida hasta que sobreviene la intoxicación.

El ozono (O<sub>3</sub>) es otro de los gases que nos vamos a encontrar, producido por la emisión de rayos ultravioleta que generan las operaciones de soldeo. La producción de O<sub>3</sub> es menor cuando el gas protector es argón que cuando es helio. En cuando al proceso de soldadura, a mayor densidad de corriente mayor concentración de ozono, siendo la soldadura al plasma la que mayor concentración de ozono produce.

El argón, helio y CO<sub>2</sub> son gases no tóxicos pero que pueden crear problemas de asfixia por desplazamiento de oxígeno del recinto, si éste es cerrado, pequeño o insuficientemente ventilado. El dióxido de carbono puede pasar a CO en el arco, siendo muy peligroso pues impide el proceso de oxigenación de la sangre.

Por último debemos destacar que es muy importante la posición en que el operario se encuentra con respecto a los humos de soldadura, distancia del operario al electrodo y el grado de ventilación que exista en el recinto donde se efectúe el soldeo.



Con respecto a los humos, el operario se coloca paralelamente a los mismos (posición correcta) perpendicular a ellos, o intermedia.

La ventilación es necesaria siempre en los sitios donde se suelda continuamente ya que los humos se van acumulando. Esta necesidad se hace mayor cuando los locales son reducidos o se suelda dentro de tanques, depósitos, etc.

En el sector industrial de la metalmecánica, es alta la exposición de soldadores y operadores a los humos y gases de soldadura, como lo muestra el Gráfico N°-6., en consecuencia es necesario reducirla, porque los están expuestos a partículas nocivas como: Cromo, Manganeso, Níquel, Óxidos de Hierro, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno, Ozono, Fluoruros, entre otros; cuyos efectos nocivos van desde irritaciones tracto respiratorias y de ojos, reacciones alérgicas, fiebre de los humos metálicos, dolores de cabeza, mareos y otras complicaciones que pueden ocurrir inmediatamente hasta enfermedades crónicas a lo largo del tiempo como: bronquitis, asma, siderosis y algún tipo de cáncer. El origen de los principales componentes y sus potenciales efectos sobre la Salud, se muestran en la Tabla 1.

#### **Gráfico N°-6. Formación de gases por procesos de soldadura.**



**Fuente: El soldador y sus humos**

El tamaño de la partícula del humo de soldadura es una variable importante a considerar, porque éste determina el grado de penetración o retención en el sistema respiratorio humano. Si bien es cierto que el tamaño varía según el proceso, estudios han determinado que en promedio una partícula de 0.3  $\mu\text{m}$  es suficiente para penetrar en el Sistema Respiratorio.

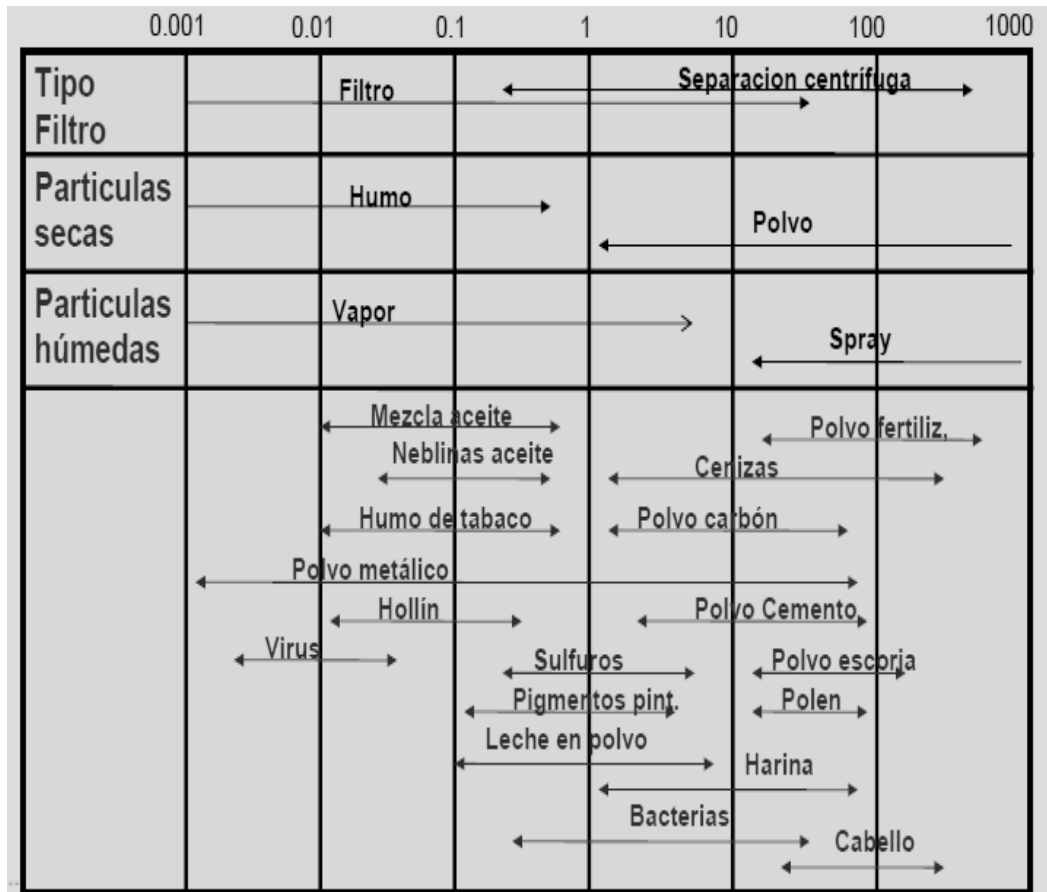
#### **1.4.1. Origen de los efectos nocivos de los vapores y gases**

**Según: LABIANO Jesús María Rojas. El Soldador y Sus Humos. Editorial Oslan.2009.pags. 12, 13, 14.**

El vapor inhalado visible de tamaño mayor a 10  $\mu\text{m}$ . es retenido en la nariz y la garganta, el tamaño entre 1 y 10 alcanza los bronquios y las partículas menores a 1  $\mu\text{m}$ . (Cromo, Manganeso y Níquel) alcanzan los pulmones, esto significa que el 99% de partículas finas llegan al pulmón. (Gráfico N°-7.), indica una escala comparativa del tamaño de partícula en el aire.

El Manganeso provoca daños en el sistema Nervioso Central y enfermedades Neuropsiquiátricas, así mismo el cromo Hexavalente (Cr VI), es un reconocido agente peligroso y causa cáncer, úlceras en el tabique nasal, dermatitis y problemas de Fertilidad. Cabe indicar que estos son los contaminantes que la ventilación general no consigue captar.

**Gráfico N°-7. Tamaño de partículas en el aire en micras.**



Fuente: Nederman

**Tabla1. Origen y efectos nocivos de los humos metálicos y gases**

<b>HUMOS METÁLICOS Y GASES</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>EFFECTOS SOBRE LA SALUD Y SINTOMAS</b>
<b>Cromo (Cr)</b>	Procesos de soldadura, acero inoxidable. Galvanizados. Pigmento de galvanizado. Pigmento cromo	Irritación de la piel, irritación del tracto respiratorio, efectos sobre la nariz, ojos y oídos, efectos crónicos
<b>Manganeso (Mn)</b>	Procesos de soldadura, acero alta resistencia	Neumonitis química, efectos crónicos incluidos trastornos del sistema nervioso.
<b>Níquel (Ni)</b>	Proceso de soldadura: Acero inoxidable, cromados y galvanizados	Dermatitis, asma, trastornos respiratorios, efectos crónicos incluyendo cáncer, irritación del tracto respiratorio, disfunción renal.
<b>Óxido de Hierro</b>	Proceso de soldadura tanto en hierro como en acero	Efectos sobre la nariz e irritación pulmonar.
<b>Fluoruros</b>	Protección para electrodos.	Irritación de ojos, nariz y garganta; problemas gastrointestinales, efectos crónicos, incluyendo problemas de huesos y articulaciones
<b>Ozono</b>	Formado en el arco de soldadura	Efectos agudos, incluyendo hemorragias y derrames en pulmón.
<b>Óxido de Nitrógeno</b>	Formado en el arco de soldadura	Neumonitis, edema pulmonar, bronquitis crónica, enfisema y fibrosis pulmonar.
<b>Monóxido de carbono</b>	Generado durante la soldadura al arco.	Dolor de cabeza, náuseas, efecto dióxido de carbono generado durante los crónicos cardiovasculares e incluso muerte.

Fuente: Anónimo

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin

Los datos específicos de las emisiones de los contaminantes, producidos por varios procesos de soldadura son provistos por los Fabricantes en las Material Safety Data Sheets. (MSDS). La Tabla 2, muestra un extracto de los Límites máximos permisibles de exposición promedio para una persona que trabaja 8, horas diarias (TLV's) de los principales agentes contaminantes (Cromo, Manganeso y Níquel), proveniente de la ACGIH.

**Tabla 2. Tlv's de agentes químicos nocivos**

EINECS	CAS	Agente Químico	LIMINITEs ADOPTADOS		NOTAS	FRASESR
			VLA-ED			
			ppm	mg/m <sup>3</sup>		
231-846-0	7758-97-6	Cromato de plomo			TR1	61-33-40-50/53-62
		Como Cr		0,012		
		Como Pb		0,5	VLB	
		Cromo metal, Compuestos Inorgánicos Cr (II)Q (III), Como Q		0,5		
231-105-1	7439-96-5	Manganeso Elemental compuestos inorgánicos como Mn.				
		níquel, compuestos inorgánicos excepto aquellos que están expresamente indicados en esta tabla				
		Compuestos insolubles, como N		0,2	c,Sen,r	
		Compuestos solubles, como Ni		0,1	c,Sen,r	

Fuente: MSDS

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin

#### **1.4.2. Consideraciones Básicas para las emisiones al aire**

**Según: NORMA DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE, Libro VI Anexo 4**

A continuación se refiere al extracto de la Norma de Calidad de Aire Ambiente – Libro VI Anexo 4, vigente en el país, al capítulo 4.1, del cual se extrae lo referente a los contaminantes: Material Particulado menor a 10 y 2.5  $\mu\text{m}$ . (PM10 y PM2.5) de los elementos listados en el inciso 1.2, Óxidos de Nitrógeno, Monóxido de Carbono y Ozono, que son elementos constitutivos de los vapores y gases de los procesos de soldadura.

#### **1.4.3. Norma de calidad de aire ambiente**

De los contaminantes del aire ambiente.

Para efectos de esta norma se establecen como contaminantes comunes del aire ambiente a los siguientes:

- Partículas Sedimentables.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 (diez) micrones. Se abrevia PM10.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 2.5 (dos enteros cinco décimos) micrones. Se abrevia PM2.5.
- Óxidos de Nitrógeno: NO y NO<sub>2</sub>, y expresados como NO<sub>2</sub>.
- Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>.
- Monóxido de Carbono.
- Oxidantes Fotoquímicos, expresados como Ozono.

**Partículas sedimentables.-** La máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado (1 mg/cm<sup>2</sup> x 30 d).

**Material particulado menor a 10 micrones (PM10).-** El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de

cincuenta microgramos por metro cúbico ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), valor que no podrá ser excedido más de dos veces en un año.

**Material particulado menor a 2.5 micrones (PM2.5).**- Se ha establecido que el promedio aritmético de la concentración de PM2.5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder sesenta y cinco microgramos por metro cúbico ( $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

**Dióxido de azufre (SO2).**- El promedio aritmético de la concentración de SO2 determinada en todas las muestras en un año no deberá exceder de ochenta microgramos por metro cúbico ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder trescientos cincuenta microgramos por metro cúbico ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), más de una vez en un año.

**Monóxido de carbono (CO).**- La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico ( $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) más de una vez en un año. La concentración máxima en una hora de monóxido de carbono no deberá exceder cuarenta mil microgramos por metro cúbico ( $40.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) más de una vez en un año.

**Oxidantes fotoquímicos, expresados como ozono.**- La máxima concentración de oxidantes fotoquímicos, obtenida mediante muestra continua en un período de una hora, no deberá exceder de ciento sesenta microgramos por metro cúbico ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), más de una vez en un año. La máxima concentración de oxidantes fotoquímicos, obtenida mediante muestra continua en un período de ocho horas, no deberá exceder de ciento veinte microgramos por metro cúbico ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), más de una vez en un año.

**Óxidos de nitrógeno, expresados como NO2.**- El promedio aritmético de la concentración de óxidos de nitrógeno, expresada como NO2, y determinada en

todas las muestras en un año, no deberá exceder de cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m<sup>3</sup>). La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 µg/m<sup>3</sup>) más de dos (2) veces en un año.

Los valores de concentración de contaminantes comunes del aire, establecidos en esta norma, así como los que sean determinados en los programas públicos de medición, están sujetos a las condiciones de referencia de 25 °C y 760 mm Hg.

Las mediciones observadas de concentraciones de contaminantes comunes del aire deberán corregirse de acuerdo a las condiciones de la localidad en que se efectúen dichas mediciones, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

#### **Fórmula 2**

$$C_c = C_o \times \frac{760 \text{ mmHg}}{P_{bl} \text{ mmHg}} \times \frac{(273 + t^{\circ}C)^{\circ}K}{298^{\circ}K}$$

Dónde:

C<sub>c</sub>: concentración corregida

C<sub>o</sub>: concentración observada

P<sub>bl</sub>: presión atmosférica local, en milímetros de mercurio.

t°C: temperatura local, en grados centígrados.

#### ***1.4.4. De los planes de alerta, alarma y emergencia de la calidad del aire***

La Entidad Ambiental de Control establecerá un Plan de Alerta, de Alarma y de Emergencia ante Situaciones Críticas de Contaminación del Aire, basado en el establecimiento de tres niveles de concentración de contaminantes. La ocurrencia de estos niveles determinará la existencia de los estados de Alerta, Alarma y Emergencia.

Se definen los siguientes niveles de alerta, de alarma y de emergencia en lo referente a la calidad del aire (Tabla 3). Cada uno de los tres niveles será declarado por la Entidad Ambiental de Control cuando uno o más de los



contaminantes comunes indicados excedan la concentración establecida en la siguiente tabla, o cuando las condiciones atmosféricas se espera que sean desfavorables en las próximas 24 horas.

**Tabla 3. Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire.**

<b>CONTAMINANTE Y PERIODO DE TIEMPO</b>	<b>ALERTA</b>	<b>ALARMA</b>	<b>EMERGENCIA</b>
Monóxido de carbono Concentración promedio en 8 horas	15000	30000	40000
Oxidantes Fotoquímicos, expresados como ozono Concentración promedio en 1 hora	300	800	800
Óxidos de nitrógeno Concentración promedio en 1 hora	1200	2300	3000
Dióxido de azufre concentración promedio en 24 horas	800	1600	2100
Material particulado PM10 Concentración en 24 horas	250	400	500

Nota: Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg.

**Fuente: Norma de Calidad de Aire Ambiente – Libro VI Anexo 4**

**Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin**

**Según: NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN, Libro VI Anexo 3**

La norma vigente en el país sección 4.1.2, del cual se extrae lo referente a los Valores Máximos Permisibles de emisión los contaminantes.

### Valores máximos permisibles de emisión

Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión existentes, son los establecidos en la Tabla 4 de esta norma.

**Tabla 4. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión. Norma para fuentes en operación antes de Enero de 2003**

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	VALOR	UNIDADES
Partículas Totales	Sólido	355	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido	355	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	1100	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido	700	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	500	mg/Nm <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre	Sólido	1650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido	1650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Fuente: Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes fijas de Combustión – Libro VI Anexo 3,

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin

Los valores de emisión máxima permitida, para fuentes fijas de combustión nuevas, son los establecidos en la Tabla 5 de esta norma.

**Tabla 5. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión. Norma para fuentes en operación a partir de Enero de 2003.**

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	VALOR	UNIDADES [1]
Partículas Totales	Sólido	355	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido [2]	355	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido	850	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido [2]	550	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	400	mg/Nm <sup>3</sup>
Dióxido de Azufre	Sólido	1650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Líquido [2]	1650	mg/Nm <sup>3</sup>
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable

Fuente: Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes fijas de Combustión – Libro VI Anexo 3,

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin

La Entidad Ambiental de Control utilizará los límites máximos permisibles de emisiones indicados en las Tablas 4 y 5 para fines de elaborar su respectiva norma (ver Reglamento a la Ley de Prevención y Control de Contaminación). La Entidad Ambiental de Control podrá establecer normas de emisión de mayor exigencia, esto si los resultados de las evaluaciones de calidad de aire que efectúe indicaren dicha necesidad.

El Ministerio del Ambiente definirá la frecuencia de revisión de los valores establecidos como límite máximo permitido de emisiones al aire. De acuerdo a lo establecido en el reglamento para la prevención y control de la contaminación, se analizará la conveniencia de unificar los valores de emisión para fuentes en operación antes de Enero de 2003 y posteriores a esta fecha. La revisión deberá considerar, además, las bases de datos de emisiones, así como de los datos de concentraciones de contaminantes en el aire ambiente, efectúe la Entidad Ambiental de Control.

De los límites máximos permisibles de emisiones al aire para procesos específicos

Fundición de metales

**Tabla 6. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fundición de metales.**

CONTAMINANTE EMITIDO	OBSERVACIONES	FUENTES EXISTENTES	FUENTES NUEVAS	UNIDADES
Partículas Totales	Cubilotes: de 1 a 5 t/h mayor a 5 t/h	600	250	mg/Nm <sup>3</sup>
		300	150	mg/Nm <sup>3</sup>
	Arco eléctrico: menor 5t mayor 5t	350	250	mg/Nm <sup>3</sup>
		150	120	mg/Nm <sup>3</sup>

**Fuente:** Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes fijas de Combustión – Libro VI Anexo 3,

**Elaborado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

El control de la emisión de contaminantes a la atmósfera es uno de los objetivos principales para cumplir con la legislación vigente, teniendo en cuenta siempre a considerar las presencias nuevas contaminantes.

El control de las Fuentes de emisión requiere de un conocimiento exhaustivo de la naturaleza del contaminante, de las características de la fuente y de la normativa. Para realizar un correcto diseño será necesario conocer las propiedades termodinámicas y las posibles reacciones químicas implicadas. A medida que los gases pasan a través de los conductos, chimeneas, ventiladores, sistemas de depuración, etc., se producen cambios en la temperatura y la presión que ocasionan cambios en la densidad y en la velocidad del gas.

Siguiendo los principios de la gestión medioambiental se toman las siguientes medidas:

1. Efectuar cambios en el proceso con el fin de prevenir la contaminación o de minimizar su impacto.
2. Depurar los efluentes gaseosos. Los factores a tener en cuenta en el diseño y operación de sistemas de depuración son múltiples.
3. Dispersar las emisiones.

1.4.5. De los límites de humo vapores y gases de soldadura.

**Tabla 7. Límites permisibles de humos y gases de soldadura**

COMPUESTOS		TWA (8h)	OLOR UMBRAL	TÍPICAS CONCENTRACIONES EXPULSADAS	LEGISLACIÓN AMBIENTAL ECUADOR
GASES		mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
	CO	55	0	3	
	HF	2	2.7		
	NO <sub>2</sub>	9	0	0.2 - 1	400 -500
	NO	30	51	0.01	400-500
	O <sub>3</sub>	2	0.2	0.04	
HUMOS			HUMOS DE SOLDADURA mg/m <sup>3</sup>		PARTÍCULAS ARCO ELÉCTRICO
	Cr (IV)	0.05	5	230 - 350	
	Cd	0.05			
	Zn				
	Cu	0.2			
	Ni	0.1			
	Pb				
	Co				
	Mn	0.2			
MATERIAL		μg/m <sup>3</sup>	POLVO RESPIRABLE (mg/m <sup>3</sup> )		μg/m <sup>3</sup> (24h)
PARTICULADO	PM <sub>2.5</sub>	40	5		65
	PM <sub>10</sub>	75			150

**Fuente:** Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes fijas de Combustión – Libro VI Anexo 3

**Elaborado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

La Tabla 8 muestra las cantidades generadas de Humos metálicos de soldadura provenientes de los electrodos de procesos que se utilizan en el Taller de Soldadura (SMAW, GMAW, FCAW), dichas cantidades son recopiladas y estimadas de la norma AWS F3.2M/F3.2:2001 Ventilation Guide for Weld Fume, considerando que los soldadores producen dichos humos en 6 horas de la jornada laboral, de tal manera que para el proceso SMAW con electrodo E6011 de

3.2 mm. De diámetro, por ejemplo, a una tasa de generación de humo de 0.45 g/min. Al año se tendría:

**Fórmula 3.**

$$0.45 \frac{g}{\min} \times \frac{60 \min}{1h} \times \frac{6h}{1día} \times \frac{24días}{1mes} \times \frac{12meses}{1año} = 46.66 \text{ Kg/año}$$

**Tabla 8. Datos de generación de humos**

PROCESO Y CLASE	GAS	DIÁMETRO	AMPERAJE	VOLTAJE	TASA DE	PESO	GENERACIÓN	GENERACIÓN	HUMO GENERADO POR
DE MATERIAL	PROTECTOR	(mm)	(A)	(V)	GENERACIÓN	CONVERTIDO	DE HUMO	DE HUMO	CANTIDAD DE ELECTRODO
DE APORTE					DE HUMO	A HUMO (%)	MESUAL	ANUAL	CONSUMIDO
					(g/min)		(Kg/mes)	(Kg/mes)	(Kg/100Kg electrodo)
SMAW (E6018)		3.2 mm	135	24 - 25	0.4	1.55	3.46	41.47	1.57
SMAW (E6011)		3.2 mm	165	33	0.45	1.1	3.89	46.66	3.84
SMAW (E7024)		3.2 mm	200	33	0.65	1	5.62	67.39	2.05
SMAW (E3XX-16)		3.2 mm	105	25	0.1	0.35	0.86	10.37	0.54
FCAW (E3XXT1-1)	Ar 25% CO2	1.2 mm	200	27	0.45	0.55	3.89	46.66	0.87
	75%								
FCAW (E70-T5)	Ar 25% CO2	2.4 mm	300	28	0.75	1.9	6.48	77.76	1.2
	75%								
FCAW (E71T-1)	Ar 25% CO2	1.3 mm	220	24	0.45	0.55	3.89	46.66	1.2
	75%								
ALAMBRESÓLIDO	Ar 20% CO2	1.2 mm	270	28	0.45	0.5	3.89	46.66	0.79
(ER70S-6)	80%								
TOTAL					3.7	7.5	31.98	383.63	12.06

Fuente: norma AWS F3.2M/F3.2:2001

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin



## **1.5 Detector gases**

A lo largo de la última década, los detectores Multigas han deslumbrado a multitudes y han mantenido a salvo a los trabajadores. Pero como sucede con todos los éxitos, y dado que la tecnología ha evolucionado.

### ***1.5.1. Altaír 4***

#### **Según: Manual Altaír 4**

El nuevo Detector Multigas Altaír 4 está diseñado con la tecnología más avanzada disponible en cualquier detector de gas portátil en el mercado. Su diseño mejora el desempeño y asegura que el Detector Altaír 4 tendrá mejor rendimiento que la competencia.

### ***1.5.2. Aplicaciones del Detector Multigas Altaír 4***

Tiene una amplia gama de aplicaciones como Petróleo, Gas e Industria Petroquímica. Industria Farmacéutica. Espacios Confinados. Servicio Contra Incendios. Servicios Públicos y Telecomunicaciones. Obras Municipales y Aguas Residuales. Minería, etc.

**Gráfico N°-8. Multigas Altaír**



**Fuente: Manual Altaír 4x**

## 1.6. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Acero Austenítico.** Esta familia de aceros se obtiene adicionando elementos formadores de austenita, tales como níquel, manganeso y nitrógeno.

**Aglutinantes.** Son materiales capaces de unir fragmentos de uno o más materiales para formar un conjunto compacto.

**AWS.** Sociedad Americana de Soldadura

**Calcita.** Mineral formado por carbonato de calcio cristalizado.

**Celulosa.** La celulosa tiene una estructura lineal o fibrosa, en la que se establecen múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas de glucosa, haciéndolas impenetrables al agua, lo que hace que sea insoluble en agua.

**CO<sub>2</sub>.** Dióxido de carbono.

**Compresión.** Reducción del volumen de una cosa sometiéndola a una presión.

**Corrosión.** Es la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas.

**Desoxidantes.** Previenen la formación de óxidos, así como disolver o facilitar la remoción de los óxidos y de todas aquellas sustancias indeseables de las superficies a soldar.

**Disolventes Clorados.** Son importantes en la industria, se producen a gran escala. La gran mayoría de estos productos se usan como intermedios químicos, es decir, se usan como materias primas de base para fabricar otros productos químicos.

**Electrodo.** Es una varilla metálica, de composición aproximada a la del metal a soldar y recubierta por una sustancia que recibe el nombre revestimiento.

**Emisiones.** Son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanen como residuos o productos de la actividad humana o natural.

**Esfuerzos.** Son magnitudes físicas con unidades de fuerza sobre área utilizadas en el cálculo de piezas prismáticas como vigas o pilares y también en el cálculo de placas y láminas

**Extrusión.** Es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija.

**Fisuración.** Hendidura longitudinal poco profunda con grietas.

**Fluorita.** El nombre de fluorita deriva del latín fluere que significa fluir, se concentra y elimina impurezas.

**Glicéridos.** Constituyen un importante grupo de lípidos que pueden considerarse estructuralmente como producto de la esterificación de ácidos grasos con la glicerina.

**GMAW.** Soldadura de Arco con Gas Protector.

**GTAW.** Soldadura de arco eléctrico con electrodo de tungsteno y gas de protección.

**H<sub>2</sub>.** Hidrógeno

**Humos Irritantes.** Son de acción irritante se caracterizan por producir extensas y profundas lesiones a nivel de las mucosas de la vía aérea.

**Humos Neumoconióticos.** Corresponden a sustancias químicas sólidas, que se van depositando y acumulando en los pulmones, originando reacciones específicas, de acuerdo con el producto.

**Humos Tóxicos.** Son aquellos que pueden ocasionar daños a la salud a corto, mediano y largo plazo, teniendo como característica que ingresan al cuerpo generalmente por vía pulmonar.

**Ionización.** Es el fenómeno químico o físico mediante el cual se producen iones, estos son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutro.

**Metales Refractarios.** Son materiales capaces de resistir las condiciones del medio en el que está inmerso sin alteraciones importantes en sus propiedades físico-químicas

**Neuropsiquiátricas.** Estudio de las enfermedades neurológicas y psiquiátricas que trata de establecer una relación entre las alteraciones del sistema nervioso y los trastornos mentales.

**NO<sub>2</sub>.** Óxido de nitrógeno.

**O<sub>3</sub>.** Ozono

**Percloroetileno.** es un líquido incoloro, no inflamable, pesado y con un olor parecido al éter. Normalmente usado como disolvente en limpieza de textiles y metales.

**Polvo de hierro.** Las limaduras de hierro son trozos de hierro muy pequeños que tienen el aspecto de un polvo oscuro brillante. Muy a menudo se utilizan en demostraciones científicas para mostrar la dirección de un campo magnético.

**PM<sub>10</sub>.** Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 (diez) micrones.

**Ppm.** Partículas por millón.

**Rutílicos.** Es un tipo electrodo que sirve para la soldadura de aceros al carbono comerciales en todas las posiciones, incluyendo la vertical descendente.

**Soldadura.** Es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, generalmente metales , usualmente logrado a través de la fusión en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y pudiendo agregar un material de relleno fundido.

**SMAW.** Soldadura de Arco con Electrodo Revestido.

**TiO<sub>2</sub>.** Óxido de titanio.

**Termodinámicas.** Estudio de los vínculos existentes entre el calor y las demás variedades de energía.

**Tricloroetileno.** Es un líquido incoloro, no inflamable, de aroma y sabor dulce y se usa como solvente para eliminar grasa de partes metálicas, aunque también es un ingrediente en adhesivos, líquidos para remover pintura y para corregir escritura a máquina y quitamanchas.

**TLV's.** Límites máximos permisibles.

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **INDUACERO**

##### **2.1 ANTECEDENTES**

Fundada en 1999, es la empresa ecuatoriana con mayor crecimiento en los últimos años que se dedica al diseño, construcción y montaje de equipos industriales.

Su fuerza, experiencia, dinamismo y solidez, le han permitido en poco tiempo conquistar el mercado metalmecánico de la industria en general. Su compromiso es mantener este nuevo concepto, invirtiendo en el talento y tecnología, para continuar ofreciendo soluciones innovadoras, que agreguen ventajas competitivas a los negocios de sus clientes.

Durante su primera década de existencia Induacero ha incorporado y desarrollado, modernos procesos metalúrgicos y de control de la producción; que sumados a su amplia infraestructura y maquinaria de punta, le permiten fabricar los más variados equipos para todo proceso industrial.

Actualmente el Gerente General de la empresa es el Ing. Xavier Estrella.

El presente estudio se va a llevar a efecto en la producción de tanques de acero negro; con el apoyo incondicional del Ing. Xavier Estrella., centrada en su totalidad en controlar y verificar que gases emite dicho proceso de transformación de la materia prima.

##### **Base Legal**

Su estructura legal está considerada de la siguiente forma:

CONFORMACIÓN:

**EMPRESA**

CALIFICACIÓN INDUSTRIAL:

**MEDIANA EMPRESA**

### **2.1.2 MISIÓN**

Diseñar, construir y comercializar tanques metálicos para el sector industrial con precios competitivos y cumpliendo con los estándares de calidad.

### **2.1.3 VISIÓN**

Liderar a nivel nacional la construcción de tanques metálicos con mejoramiento continuo y calidad; y mejorar la calidad de vida de nuestros colaboradores.

## **2.2 POLÍTICA DE CALIDAD**

Es política de INDUACERO, diseñar y construir equipos industriales que cumplan con los requisitos y expectativas de sus clientes y los propios de la organización. Para lograrlo, todos quienes formamos INDUACERO, estamos comprometidos con la calidad de nuestros productos y la eficiencia de nuestros procesos, con el fin de garantizar así, la satisfacción de los clientes, el bienestar del personal y la confianza de los socios.

### **2.2.1 CERTIFICACIONES DE CALIDAD**

Sociedad general de Sur validación



La Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión



Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos



### ***2.2.2 FUNCIÓN DE LA PLANTA***

INDUACERO fabrica equipos para las siguientes industrias

- Lácteos
- Café, aceites, jabones y grasa
- Brócoli, atún y mariscos
- Química y farmacéutica
- Petróleo, cemento y minas
- Transporte
- Vehículos para emergencias

### ***2.2.3 PRINCIPIOS CORPORATIVOS***

Entre los principios Corporativos de INDUACERO contempla lo siguiente:

- ❖ Valorar al talento humano y contribuir con el desarrollo
- ❖ Buscar la satisfacción de nuestros clientes
- ❖ Realizar con excelencia toda nuestra actividad
- ❖ Encontrar la satisfacción de nuestros clientes
- ❖ Participar proactivamente en el desarrollo de la empresa, la comunidad y el país.

### ***2.2.4 UBICACIÓN DE LA PLANTA***

País: **ECUADOR**

Provincia: **COTOPAXI**

Ciudad: **LATACUNGA**

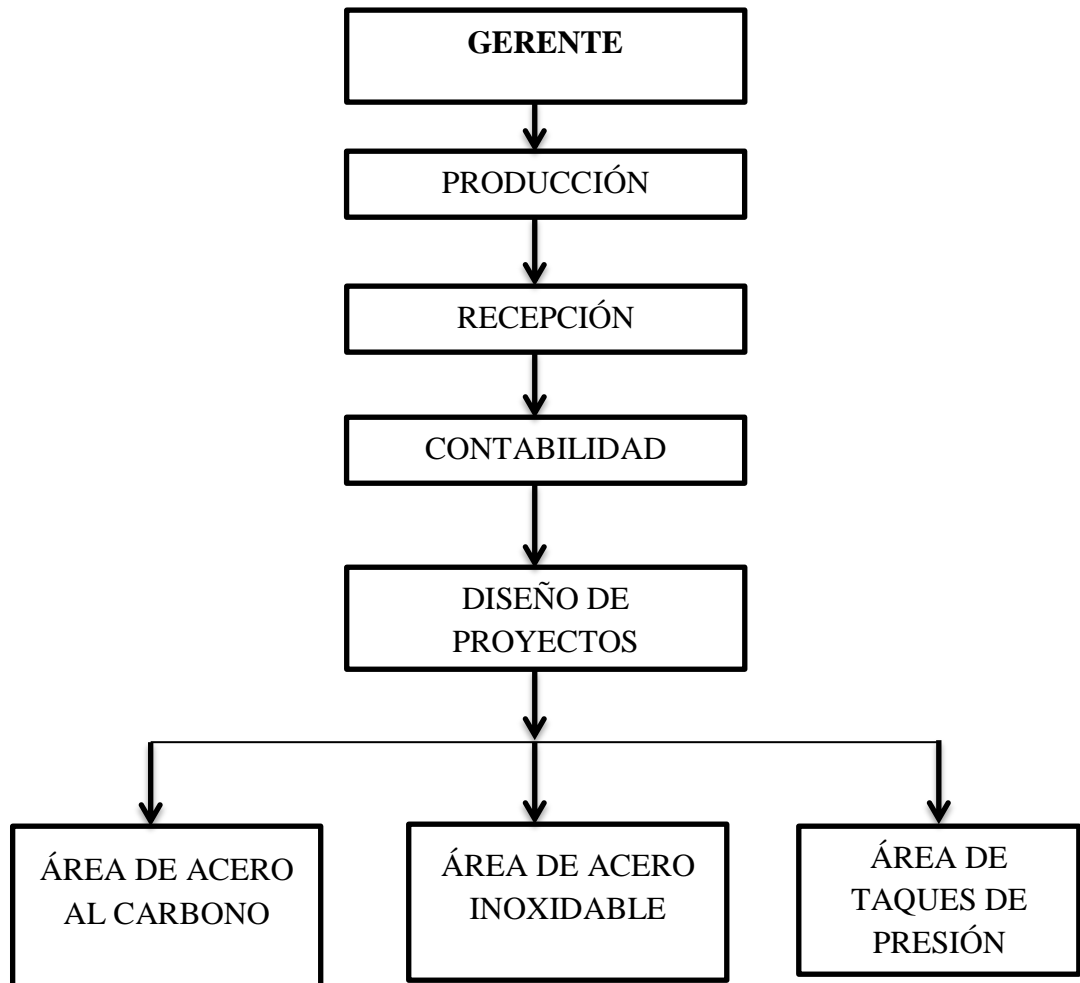
Dirección: **Panamericana Sur Km. 4 - Sector Niágara**

### ***2.2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL***

La empresa INDUACERO posee una estructura organizacional del tipo jerárquico lineal.



**Gráfico N°-8 Organigrama INDUACERO**  
ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE LA EMPRESA “INDUACERO”

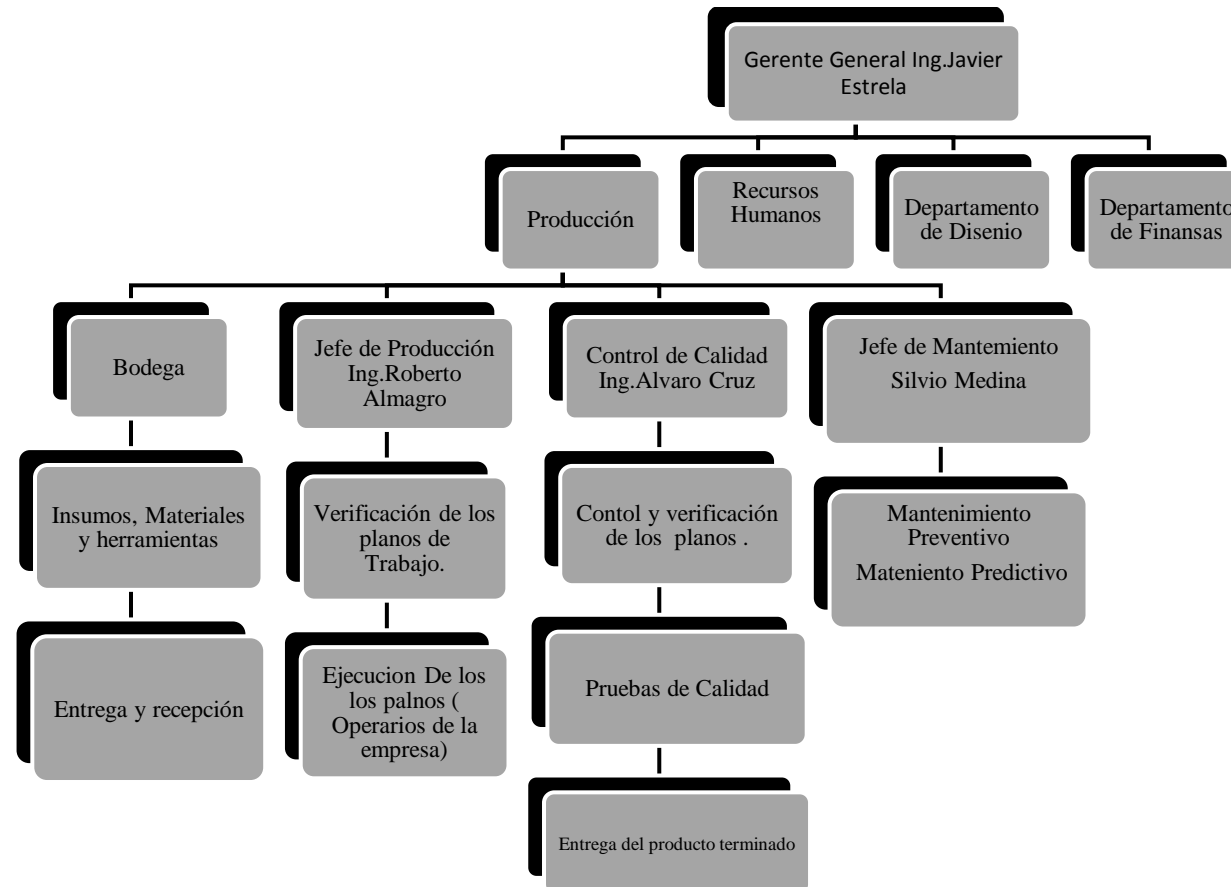


**Fuente: Empresa Induacero Cía. Ltda.**

**Elaborado por: Tesistas**

## 2.2.6. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Gráfico N°-9. Organigrama INDUACERO



Fuente: Empresa Induacero Cía. Ltda.

Elaborado por: Tesistas

### **2.3 Presentación, Análisis e Interpretación de Información y Metodología de Desarrollo.**

Se realiza el análisis de las encuestas aplicadas a todo el personal que se encuentra en el área de Acero al carbono dentro de la empresa INDUACERO, y gracias a las respuestas proporcionadas por los mismos, analizaremos los datos de forma cuantitativa y cualitativamente, los mismos que facilitaran el desarrollo de del análisis y evaluación de vapores y gases emitidos en el proceso de soldadura.

### **2.4 Análisis de los resultados de la entrevista realizada a los directivos de la empresa INDUACERO.**

Las entrevistas que se plantío están dirigidas a las siguientes personas como se plantea en el siguiente cuadro:

Entrevistado	Nombre	# de Entrevistas
Gerente General	Ing. Javier Estrella	1
Jefe de producción	Ing. Roberto Almagro	1
Jefe de Control de Calidad	Ing. Álvaro Cruz	1
	Total	3

<b>ENTREVISTA GERENTE GENERAL</b>	
PREGUNTAS	INTERPRETACION
1. ¿Qué opina usted de realizar un análisis de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro dentro de su empresa?	A mi parecer estoy de acuerdo es algo nuevo que se implementaría en la empresa.
2. ¿De qué manera ayudaría realizar la evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura?	Identificar cualquier anomalía dentro del mismo proceso.
3. ¿Sabiendo usted que los gases emitidos por la soldadura son perjudiciales para el entorno laboral desearía saber si existe o no contaminación dentro de su empresa? ¿Por qué?	Si deseo saber ya que me ayudaría a identificar ciertos tipos de riesgos que se pueda dar con la emisión de estos gases.
4. ¿Cuál es su criterio de la contaminación por emisión de gases en los distintos procesos de soldadura?	Por lo que se es perjudicial tanto para el ambiente como para la salud por lo que no es sería bueno que se dé esto dentro de la empresa.
5. ¿Cree que cuenta con la protección necesaria para mitigar este problema?	Estoy seguro que la protección brindada a cada soldador es la suficiente para mitigar este tipo de riesgos.

**Realizado por:** Los tesisistas

<b>ENTREVISTA JEFE DE PRODUCCIÓN.</b>	
PREGUNTAS	INTERPRETACION
1. ¿Qué opina usted de realizar un análisis de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro dentro de su empresa?	Algo novedoso dentro de la empresa.
2. ¿De qué manera ayudaría realizar la evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura?	Ver si existen emisiones altas o gases contaminantes.
3. ¿Sabiendo usted que los gases emitidos por la soldadura son perjudiciales para el entorno laboral desearía saber si existe o no contaminación dentro de su empresa? ¿Por qué?	Claro de esta manera si existiera tomar las precauciones necesarias.
4. ¿Cuál es su criterio de la contaminación por emisión de gases en los distintos procesos de soldadura?	Los gases de soldadura son peligrosos si no son controlados y manejados a tiempo.
5. ¿Cree que cuenta con la protección necesaria para mitigar este problema?	Contamos con la protección necesaria dentro del proceso antes mencionado.

**Realizado por:** Los tesisistas

<b>ENTREVISTA SUPERVISOR CONTROL DE CALIDAD</b>	
PREGUNTAS	INTERPRETACION
1. ¿Qué opina usted de realizar un análisis de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro dentro de su empresa?	Algo nuevo e innovador que serviría de mucho a la empresa para detectar posibles contaminantes
2. ¿De qué manera ayudaría realizar la evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura?	Identificaría posibles contaminantes al ambiente
3. ¿Sabiendo usted que los gases emitidos por la soldadura son perjudiciales para el entorno laboral desearía saber si existe o no contaminación dentro de su empresa? ¿Por qué?	Si, por que nos ayudaría a saber qué tipos y el nivel de emisividad dentro de los procesos.
4. ¿Cuál es su criterio de la contaminación por emisión de gases en los distintos procesos de soldadura?	Sé que son dañinos a la salud y al ambiente y se pueden convertir en algo peligroso sino es controlado a tiempo.
5. ¿Cree que cuenta con la protección necesaria para mitigar este problema?	Si estoy seguro que dentro de los procesos de soldadura no existen niveles que alerten un peligro de emisividad.

**Realizado por:** Los testistas

## ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS

De la entrevista aplicada se demuestra, que el estudio será un aporte de gran importancia para la toma de decisiones acerca de la protección que debe tener los trabajadores para realizar los distintos procesos de soldadura y de esta manera precautelar la salud de los mismos que su ambiente de trabajo sea el adecuado.

### 2.5 Análisis de los resultados de la encuesta realizada al personal que se encuentra trabajando en la empresa INDUACERO.

#### 1. ¿Se ha realizado antes un análisis de vapores y gases emitidos por la soldadura dentro de la empresa?

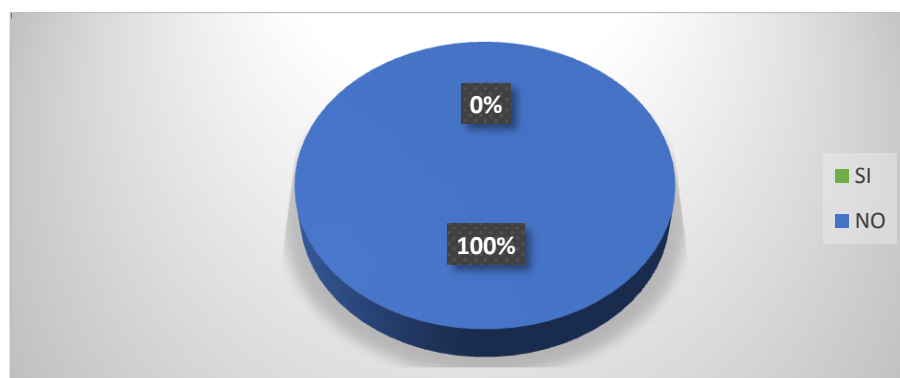
**Tabla N-9: ¿Se ha realizado antes un análisis de gases emitidos por los procesos de soldadura dentro de la empresa?**

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	0%	0
NO	100%	14
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>

Realizado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin

Fuente: Encuesta

**Gráfico N°-10:**



Realizado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin

Fuente: Encuesta

**ANÁLISIS:** Bueno, vemos que en su totalidad las personas están de acuerdo que se haga este análisis por lo tanto es aceptable continuar con la investigación.

## 2. ¿Identifica usted algún gas de soldadura?

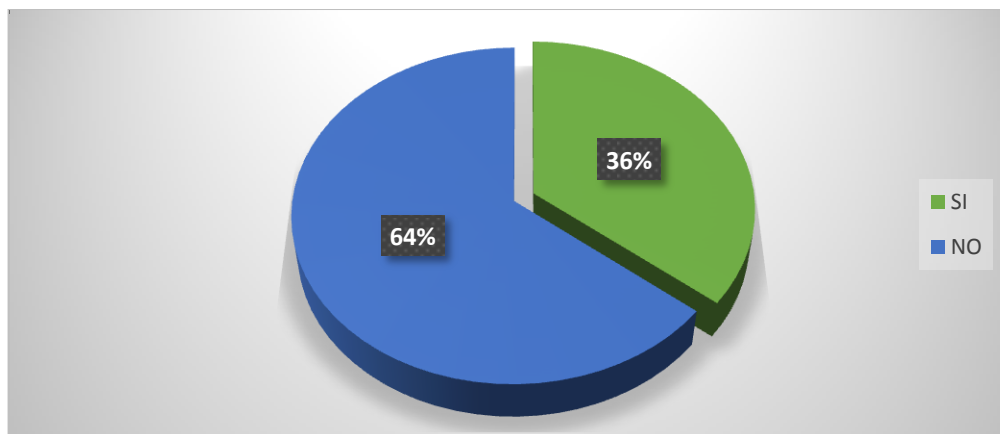
**Tabla N-10: ¿Identifica usted algún vapor o gas de soldadura?**

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	36%	5
NO	64%	9
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>

**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**Grafico N-11:**



**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

## ANÁLISIS

Según los resultados obtenidos, el 64% no percibe vapor o gas de soldadura, en tanto que, el 36% si lo percibe.



### 3. ¿Cree usted que la emisión de gases de soldadura afectan el ambiente?

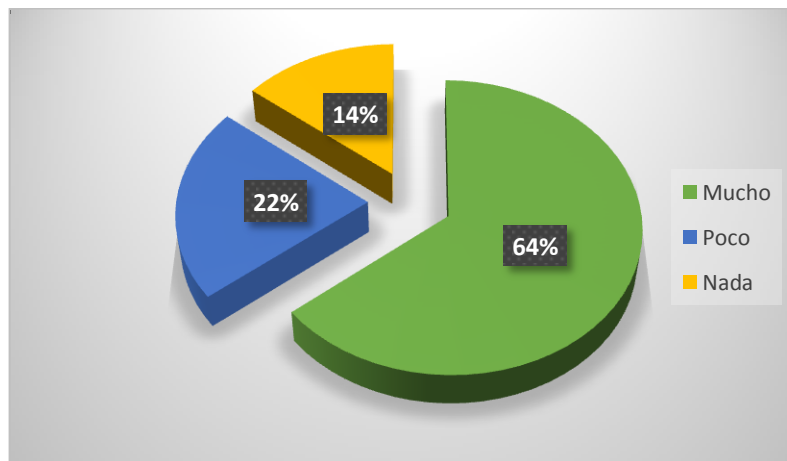
**Tabla N-11: ¿Cree usted que la emisión de vapores y gases de soldadura afectan su salud?**

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
Mucho	64%	9
Poco	22%	3
Nada	14%	2
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>

**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**Grafico N-12:**



**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

### ANÁLISIS

La mayoría de personas están conscientes que los gases pueden ser peligrosos, otro porcentaje manifiesta que son poco perjudiciales para su salud y un mínimo de personas indican o aseguran que dichos gases no perjudican su salud.

**4. ¿Ha recibido charlas sobre protección o medidas preventivas sobre este tema?**

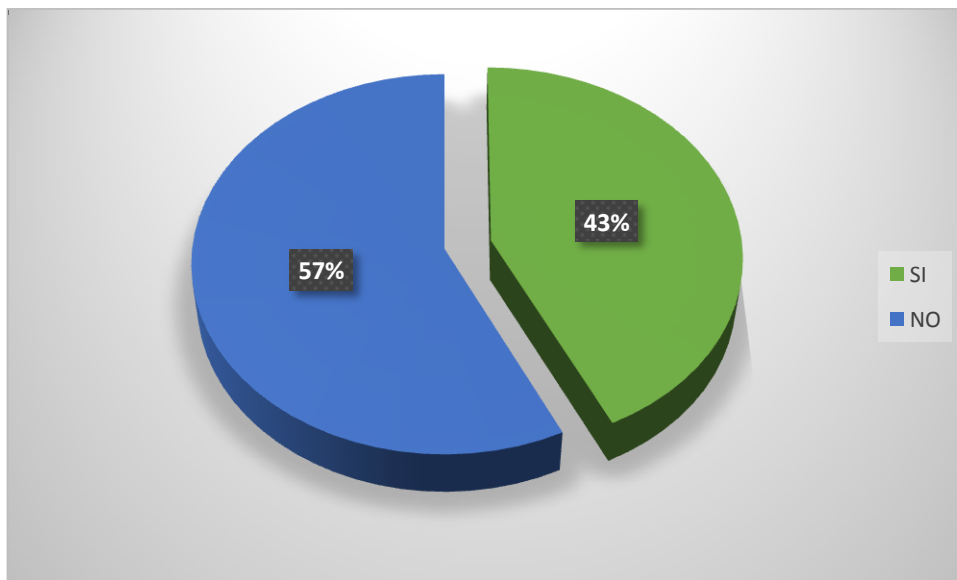
**Tabla N-12: ¿Ha recibido charlas sobre protección o medidas preventivas sobre este tema?**

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	43%	6
NO	57%	8
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>

**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**Grafico N-13:**



**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**ANÁLISIS**

La mayoría de personas manifiestan que no han recibido algún tipo de charlas sobre el tema esto indica que falta capacitación dentro de la empresa.

**5. ¿Cree usted que trabajar en espacios con poca ventilación podrían afectar sus vías respiratorias?**

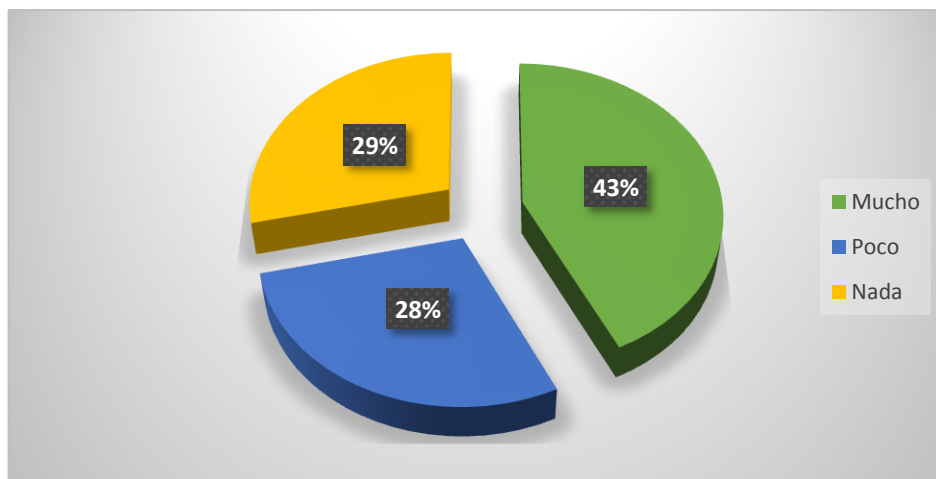
**Tabla N-13: ¿Cree usted que trabajar en espacios con poca ventilación podrían afectar sus vías respiratorias?**

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
Mucho	43%	6
Poco	28%	4
Nada	29%	4
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>

**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**Grafico N-14:**



**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**ANÁLISIS**

El trabajar en espacios con poca ventilación puede afectar las vías respiratorias la mayoría de personas están muy consiente de esos, esto ayudará a desenvolverse mejor en su trabajo si toma las medidas de seguridad necesarias.

## 6. ¿Utiliza siempre el equipo de protección mientras suelda?

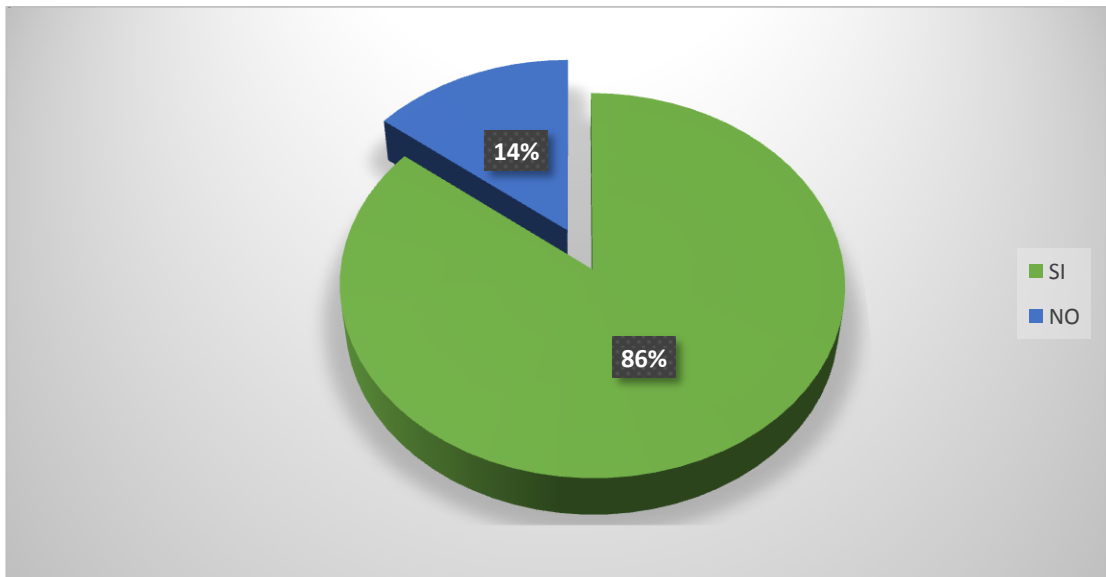
**Tabla N-14: ¿Utiliza el siempre el equipo de protección mientras suelda?**

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	86%	12
NO	14%	2
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>

**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**Grafico N-15:**



**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

## ANÁLISIS

La mayoría de persona si utiliza constantemente su equipo de protección para soldar, por lo tanto, estamos tratando con personal de una gran conciencia de cuidado personal.

**7. ¿Cree usted que su equipo de protección es suficiente para mitigar la inhalación?**

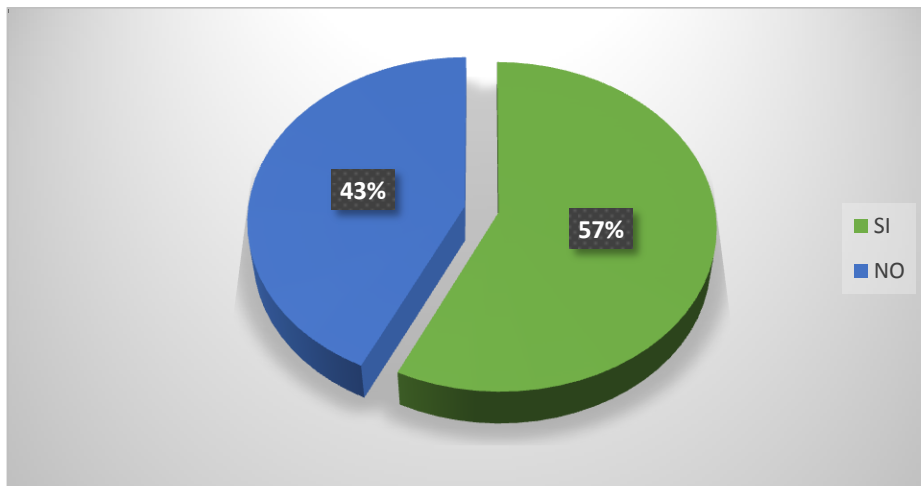
**Tabla N-15: ¿Cree usted que su equipo de protección es suficiente para mitigar la inhalación?**

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	57%	8
NO	43%	6
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>

**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**Grafico N-16:**



**Realizado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Fuente:** Encuesta

**ANÁLISIS**

Pese a ser un personal que está consciente del cuidado de su salud, está consiente que el equipo de protección que utiliza no es suficiente para mitigar daños que se puedan dar, como muestra la gráfica.

## **2.6 Verificación de la encuesta**

Se demostró que con el adecuado análisis y evaluación de la emisión de vapores y gases en el proceso de soldadura para la fabricación de tanques de acero negro, podremos determinar la incidencia en la salud de los trabajadores, con el objetivo de preservar la seguridad de los operadores y el medio que los rodea.

La verificación de la Encuesta planteada se ha podido confirmar en la aplicación de realizada a 14 actores, dando los resultados relativos de la misma que se muestra en la tabla siguiente.

## 2.7. Fichas de muestreo

En estas fichas están los datos obtenidos de las mediciones en un periodo de ocho horas laborables con el fin de identificar o verificar si el equipo de protección que utiliza cada trabajador cumple las exigencias necesarias para tener una protección adecuada.

Para la transformación de ppm a mg/m<sup>3</sup> utilizaremos la siguiente formula:

### Formula 4

$$\mu\text{mg} / \text{m}^3 = (\text{valor ppm}) (\text{peso molecular}) (1000) / 24.5$$

Para lo cual debemos conocer los pesos moleculares de los siguientes contaminantes:

Monóxido de Carbono (CO) = 28.01 g/mol.

Propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) = 44.1 g/mol

Butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) = 58 g/mol

Hidrogeno (H) = 2.1 g/mol

**Grafico N-17: Diagrama de muestreo de la planta principal Induacero**



Fuente: autoría propia






**Grafico N-18: Diagrama de muestreo de la planta Cautivo Induacero**



**Fuente:** autoría propia

## MUESTREO EN LAS SOLDADURAS QUE UTILIZAN EL PROCESO SMAW

		FICHA DE MUESTREO GASES # 1									
Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
<b>SMAW</b>	Monóxido de carbono	<b>3000</b>	<b>10000</b>	3429,8	9146,12	5716,32	3429,8	3429,8	9146,12	<b>5716,33</b>	No contamina
<b>Lincoln Electric Rx 450 #5 (70A-450A)</b>		Butano	<b>6000</b>	<b>33700</b>	4734,7	11836,7	9469,4	9469,4	11836,7	5716,2	<b>8843,85</b>
	Propano	<b>10200</b>	<b>55400</b>	3600	7200	9000	4500	7600	10200	<b>7016,67</b>	no nocivo
	hidrogeno	<b>3100</b>	<b>15700</b>	857,14	1542,7	1114,3	1200	1542,7	1840,3	<b>1349,52</b>	no nocivo


**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.

Con una deficiencia del 2% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 2




Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
SMAW Lincoln Electric Rx 450 #3 (70A-450A)	Monóxido de carbono	3000	10000	5716,32	8008,8	10289,4	7536,4	9469,4	10289,4	8551,62	No contamina
	Butano	6000	33700	4734,7	9469,4	7102,04	5255,17	7102,04	8144,13	6967,91	no nocivo
	Propano	10200	55400	5400	9000	9000	9000	9000	9000	8400	no nocivo
	hidrogeno	3100	15700	1114,3	1542,9	1714,3	1050,7	1250	1714,3	1397,75	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.  
Con una deficiencia del 2% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 3




Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles (µmg/m3)		Muestras VLA-ED (µmg/m3)						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
<b>SMAW</b> <b>Lincoln Electric Rx 450 #9 (70A-450A)</b>	Monóxido de carbono	<b>3000</b>	<b>10000</b>	3429,8	9146,12	6859,6	6859,6	7437,3	8811,9	<b>7090,72</b>	No contamina
	Butano	<b>6000</b>	<b>33700</b>	4734,7	9469,4	4734,7	4734,7	4734,7	4734,7	<b>5523,82</b>	no nocivo
	Propano	<b>10200</b>	<b>55400</b>	9000	9000	10800	7600	9000	10800	<b>9366,67</b>	no nocivo
	hidrogeno	<b>3100</b>	<b>15700</b>	1285,71	1457,14	1542,9	1285,71	1285,71	1542,9	<b>1400,01</b>	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg. Con una deficiencia del 2% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 4




Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
SMAW Lincoln Electric Rx 450 #4 (70A-450A)	Monóxido de carbono	3000	10000	3429,8	9146,12	10298,4	5253,8	8811,9	10298,4	7873,07	No contamina
	Butano	6000	33700	2367,34	9469,4	4734,7	4734,7	7244,4	7244,4	5965,82	no nocivo
	Propano	10200	55400	3600	9000	9000	3600	7600	9000	6966,67	no nocivo
	hidrogeno	3100	15700	1114,3	1457,14	1628,6	1114,3	1250,14	1525,6	1348,35	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.  
Con una deficiencia del 2% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 5




Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
SMAW Lincoln Electric #10 (70A-450A)	Monóxido de carbono	3000	10000	6859,6	9146,12	8008,8	6859,6	9146,12	8008,8	8004,84	No contamina
	Butano	6000	33700	9469,4	9469,4	14204,1	7244,4	9469,4	14204,1	10676,80	no nocivo
	Propano	10200	55400	3600	9000	10800	3600	10800	10800	8100	no nocivo
	hidrogeno	3100	15700	1028,6	1457,14	1628,6	1028,6	1525,6	1628,6	1382,86	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.  
Con una deficiencia del 2% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 6



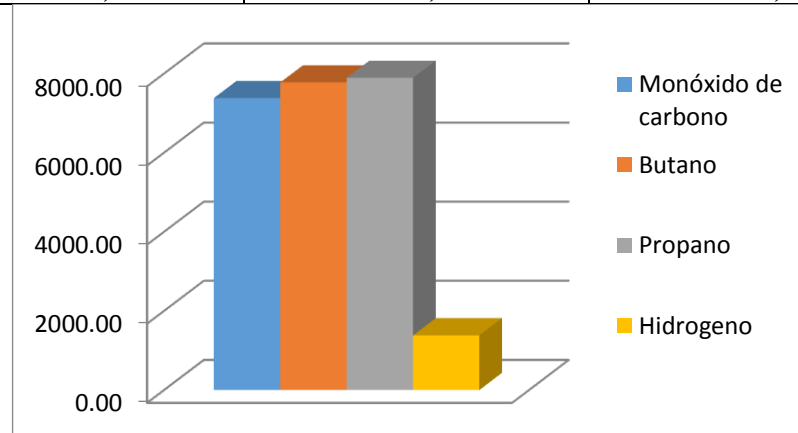
Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
<b>SMAW</b> <b>Lincoln Electric Rx 450 #6 (70A-450A)</b>	Monóxido de carbono	<b>3000</b>	<b>10000</b>	3429,8	8008,8	6859,6	6859,6	8008,8	9146,12	<b>7052,12</b>	No contamina
	Butano	<b>6000</b>	<b>33700</b>	4734,7	9469,4	9469,4	4734,7	9469,4	14204,1	<b>8680,28</b>	no nocivo
	Propano	<b>10200</b>	<b>55400</b>	5400	9000	10800	3600	5400	10800	<b>7500</b>	no nocivo
	hidrogeno	<b>3100</b>	<b>15700</b>	1200	1457,14	1714,3	1200	1200	1714,3	<b>1414,29</b>	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.

Con una deficiencia del 2% de oxígeno según el instrumento utilizado.

### PROCESO SMAW PROMEDIOS GENERALES

Soldaduras	Monóxido de carbono	Butano	Propano	Hidrogeno
Lincoln Electric Rx 450 #5	5716,33	8843,85	7016,67	1349,52
Lincoln Electric Rx 450 #3	8551,62	6967,91	8400	1397,75
Lincoln Electric Rx 450 #6	7052,12	8680,28	7500	1414,29
Lincoln Electric Rx 450 #9	7090,72	5523,82	9366,67	1400,01
Lincoln Electric #10	8004,84	10676,8	8100	1382,86
Lincoln Electric Rx 450 #4	7873,07	5965,82	6966,67	1348,35
<b>Promedio</b>	<b>7381,45</b>	<b>7776,41</b>	<b>7891,67</b>	<b>1382,13</b>






Fuente: Fichas de medición

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin



## MUESTREO EN LAS SOLDADURAS QUE UTILIZAN EL PROCESO GMAW

		FICHA DE MUESTREO GASES # 1									
Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
<b>GMAW</b> <b>Maletín LN-25 #1 (15A-325A)</b>	Monóxido de carbono	<b>3000</b>	<b>10000</b>	2286,5	10289,4	5716,32	3255,5	8811,9	10298,4	<b>6776,34</b>	No contamina
	Butano	<b>6000</b>	<b>33700</b>	2367,34	7102,04	4734,7	2367,34	4737,7	4734,7	<b>4340,64</b>	no nocivo
	Propano	<b>10200</b>	<b>55400</b>	3600	5400	9000	3600	5400	9000	<b>6000</b>	no nocivo
	hidrogeno	<b>3100</b>	<b>15700</b>	1114,3	1285,71	1714,3	852,3	1525,7	1714,3	<b>1367,77</b>	no nocivo


**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.

Con una deficiencia del 2,5% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 2




Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
<b>GMAW</b>	Monóxido de carbono	<b>3000</b>	<b>10000</b>	5722,44	10298,4	12575,91	3564,44	10298,4	12575,91	<b>9172,58</b>	No contamina
<b>Miller Dialarc #1 (5A-225A)</b>											
	Butano	<b>6000</b>	<b>33700</b>	4734,7	4734,7	9469,4	4734,7	7563,7	9469,4	<b>6784,43</b>	no nocivo
	Propano	<b>10200</b>	<b>55400</b>	5400	5400	10800	5400	7600	10800	<b>7566,67</b>	no nocivo
	hidrogeno	<b>3100</b>	<b>15700</b>	1200	1542,9	1714,3	1200	1450	1525,7	<b>1438,82</b>	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.  
Con una deficiencia del 2,5% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 3



Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
<b>GMAW</b>	Monóxido de carbono	<b>3000</b>	<b>10000</b>	2286,5	10298,4	9146,12	9146,12	10298,4	8811,9	<b>8331,24</b>	No contamina
<b>Maletín LN-25 #4 (15A-325A)</b>											
	Butano	<b>6000</b>	<b>33700</b>	4734,7	9469,4	9469,4	7563,7	9469,4	9469,4	<b>8362,67</b>	no nocivo
	Propano	<b>10200</b>	<b>55400</b>	5400	7200	10800	3600	7200	10800	<b>7500</b>	no nocivo
	hidrogeno	<b>3100</b>	<b>15700</b>	1200	1542,9	1800	1200	1200	1800	<b>1457,15</b>	no nocivo


**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.

Con una deficiencia del 2,5% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 4




Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
GMAW	Monóxido de carbono	3000	10000	2286,5	3429,8	12575,91	3429,8	9146,12	12575,91	7240,67	No contamina
Miller XMT 350 #2 (5A-425A)											
	Butano	6000	33700	2367,34	7102,04	9469,4	4764,7	7102,04	8721,4	6587,82	no nocivo
	Propano	10200	55400	3600	5400	10800	3600	5400	9000	6300	no nocivo
	hidrogeno	3100	15700	1285,71	1285,71	1714,3	1285,71	1525,7	1714,3	1468,57	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.  
Con una deficiencia del 2,5% de oxígeno según el instrumento utilizado.



FICHA DE MUESTREO GASES # 5



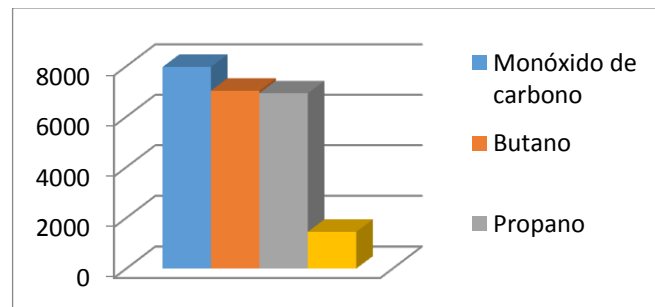
Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )		Muestras VLA-ED ( $\mu\text{mg}/\text{m}^3$ )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
<b>GMAW</b>	Monóxido de carbono	<b>3000</b>	<b>10000</b>	3429,8	10298,4	9146,12	8811,9	9146,12	9146,12	<b>8329,74</b>	No contamina
<b>Maletín LN-25 #2 (15A-325A)</b>											
	Butano	<b>6000</b>	<b>33700</b>	4734,7	11836,73	9469,4	7102,04	9469,4	11836,73	<b>9074,83</b>	no nocivo
	Propano	<b>10200</b>	<b>55400</b>	5400	7200	10800	5400	7200	7600	<b>7266,67</b>	no nocivo
	hidrogeno	<b>3100</b>	<b>15700</b>	1371,42	1542,9	1800	1200	1371,42	1800	<b>1514,29</b>	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.

Con una deficiencia del 2,5% de oxígeno según el instrumento utilizado.

### PROCESO GMAW PROMEDIOS GENERALES




Soldaduras	Monóxido de carbono	Butano	Propano	Hidrogeno
Lincoln Electric Maletín LN 25 #1	6776,34	4340,64	6000	1367,77
Miller MT 350 #2	7240,67	6587,82	6300	1468,57
Lincoln Electric Maletín LN 25 #4	8331,24	8362,67	7500	1457,15
Lincoln Electric Maletín LN25 #2	8329,74	9074,83	7266,67	1514,29
Miller #1	9172,58	6784,43	7566,67	1438,82
<b>Promedio</b>	<b>7970,114</b>	<b>7030,08</b>	<b>6926,67</b>	<b>1449,32</b>



Fuente: Fichas de medición

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin

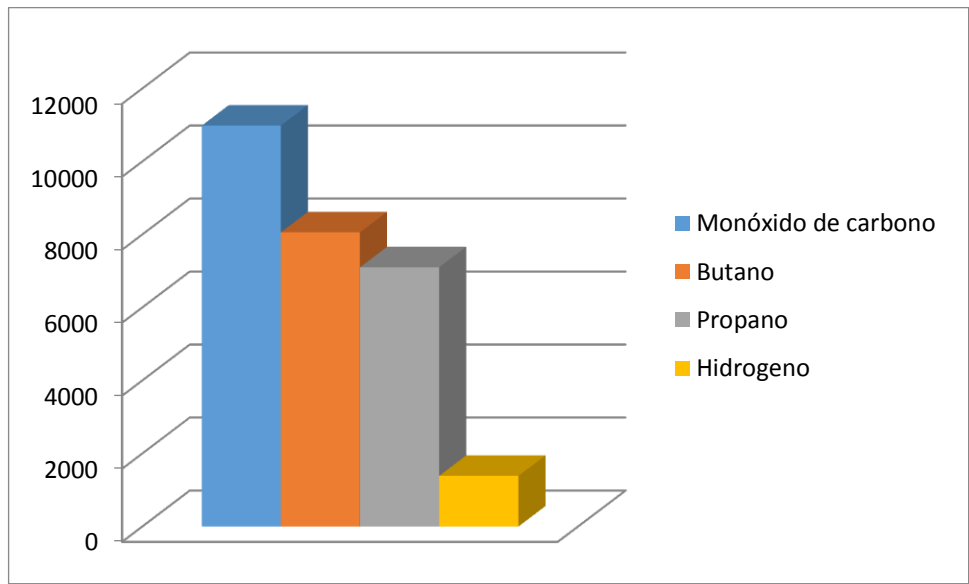
## MUESTREÓ EN LAS SOLDADURAS QUE UTILIZAN EL PROCESO CORTE POR PLASMA

		FICHA DE MUESTREO GASES # 1									
Proceso y soldadura	Contaminante	Valores permisibles (µg/m <sup>3</sup> )		Muestras VLA-ED (µg/m <sup>3</sup> )						Promedio	Resultados de contaminación
		Mínimo	Máximo	#1	#2	#3	#4	#5	#6		
<b>Corte Y plasma</b> <b>Plasma Cebora # 4 (18A-240A)</b>	Monóxido de carbono	<b>3000</b>	<b>10000</b>	12575,91	10298,4	11469,78	9146,12	10929,4	11469,78	<b>10981,57</b>	<b>Contamina</b>
	Butano	<b>6000</b>	<b>33700</b>	4734,7	7102,04	11836,73	5728,3	7102,04	11836,73	<b>8056,76</b>	no nocivo
	Propano	<b>10200</b>	<b>55400</b>	3600	7200	12000,6	3600	7200	9000	<b>7100,1</b>	no nocivo
	hidrogeno	<b>3100</b>	<b>15700</b>	1200	1028,6	1628,6	1200	1450	1800	<b>1384,53</b>	no nocivo

**Nota:** Las mediciones y los contaminantes expuestos son de acuerdo al instrumento Altaír 4; además las mismas se las realizó a condiciones normales de 25 °C y 760 mm Hg.  
 Con una deficiencia del 3,5% de oxígeno según el instrumento utilizado.

### PROCESO CORTE Y PLASMA PROMEDIOS GENERALES

Soldaduras	Monóxido de carbono	Butano	Propano	Hidrogeno
Plasma Cebora #4	10981,57	8056,76	7100,1	1384,53
Promedio	<b>10981,57</b>	<b>8056,76</b>	<b>7100,10</b>	<b>1384,53</b>



Fuente: Fichas de medición

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin



## **2.8. Verificación de las Mediciones**

De acuerdo a las mediciones obtenidas a través del instrumento Altaír 4 hemos observado que existe mayor concentración de un gas el cual es el Monóxido de carbono (Co) este está presente en la mayoría de los procesos de soldadura por no decir en todos: pero en un proceso en especial el cual es el Gtaw donde mayor nivel de emisión de este gas existe.

## **2.9. Comparación con la NORMA DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE, Libro VI Anexo 4**

Según la NORMA DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE, Libro VI Anexo 4 dice lo siguiente:

**Monóxido de carbono (CO).**- La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10.000 µg/m<sup>3</sup>) más de una vez en un año. La concentración máxima en una hora de monóxido de carbono no deberá exceder cuarenta mil microgramos por metro cúbico (40.000 µg/m<sup>3</sup>) más de una vez en un año.

Comparado con los resultados de las tablas y gráficos vemos que la contaminación es mínima en los distintos procesos por eso nos vemos en la necesidad de implementar una propuesta para mitigar estos gases a través de la selección de los EPP's adecuados principalmente que protejan las vías respiratorias.

## **2.10. Verificación de la hipótesis estadísticamente.**

La hipótesis que se planteó en el proyecto de investigación fue la siguiente:

### **Hipótesis:**

El adecuado análisis y evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro, en la empresa Induacero Cía. Ltda., nos permitirá identificar sus tipos, clasificación y porcentajes de los contaminantes; para controlar las emisiones de los mismos.

**Hipótesis Nula: (H0)**

El adecuado análisis y evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro, en la empresa Induacero Cía. Ltda., no nos permitirá identificar sus tipos, clasificación y porcentajes de los contaminantes; para controlar las emisiones de los mismos.

**Hipótesis Alternativa: (H1)**

El adecuado análisis y evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro, en la empresa Induacero Cía. Ltda., si nos permitirá identificar sus tipos, clasificación y porcentajes de los contaminantes; para controlar las emisiones de los mismos.

**Solución de encuestas empleadas**

<b>N-º</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Total</b>
1	0	100	100
2	36	64	100
3	85	15	100
4	43	57	100
5	72	28	100
6	86	14	100
7	57	43	100

### Resumen de frecuencias observables ( fo )

N- °	FRECUENCIAS OBSERVABLES		Total
	Si	No	
1	0	100	100
2	36	64	100
3	85	15	100
4	43	57	100
5	72	28	100
6	86	14	100
7	57	43	100
<b>TOTAL</b>	<b>379</b>	<b>321</b>	<b>700</b>

### Resolución de frecuencias esperadas (fe)

$$fe = \frac{tf * tc}{tg}$$

$$fe = \frac{100 * 379}{700}$$

$$fe = 54.14$$

$$fe = \frac{tf * tc}{tg}$$

$$fe = \frac{100 * 321}{700}$$

$$fe = 45.86$$

**Calculo del  $\chi^2$**

$$\text{Calculo del } \chi^2 = \frac{(fo-fe)^2}{fe}$$

N-º	fo	fe	fo-fe	(fo - fe) <sup>2</sup>	$\chi^2 = \frac{(fo - fe)^2}{fe}$
1	0	54.14	-54.14	2931.14	54.14
2	36	54.14	-18.14	329.06	6.08
3	85	54.14	30.86	952.34	17.59
4	43	54.14	-11.14	124.10	2.29
5	72	54.14	17.86	318.98	5.89
6	86	54.14	31.86	1015.06	18.75
7	57	54.14	2.86	8.18	0.15
8	100	45.86	54.14	2931.14	63.91
9	64	45.86	18.14	329.06	7.18
10	15	45.86	-30.86	952.34	20.77
11	57	45.86	11.14	124.10	2.71
12	28	45.86	-17.86	318.98	6.96
13	14	45.86	-31.86	1015.06	22.13
14	43	45.86	-2.86	8.18	0.18
				<b>TOTAL</b>	<b>228.72</b>

**Dónde:**

**gl= grados de libertad**

**fo= frecuencia observada**

**fe = frecuencia esperada**

**tf = t. fila (Tantos fila)**

**tc = T – columna (Tantos columna)**

**tg = T – general (Tantos Generales)**

**GRADOS DE LIBERTAD**

$$gl = (nf - 1) * (n - c1)$$

$$gl = (7 - 1) * (2 - 1)$$

$$gl = 6$$

$$xt^2 \longrightarrow R = 12.6 \quad cx^2$$

$$xc^2 = 228.72$$

$$xt^2( R ) < xc^2$$

$$\text{Como } 12.6 < 228.72$$

Una vez determinado el  $xt^2$  y el  $xc^2$  se establece que el  $xt^2$  (12.6) es menor que el  $xc^2$  (228.72); Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (  $H_0$  ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) que dice:

El adecuado análisis y evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro, en la empresa Induacero Cía. Ltda., si nos permitirá identificar sus tipos, clasificación y porcentajes de los contaminantes; para controlar las emisiones de los mismos.

Según las mediciones realizadas se pueden detectar los siguientes contaminantes: Monóxido de Carbono (28.01 g/mol), Butano (58 g/mol), Propano (44.1 g/mol), Hidrógeno (2,1 g/mol).

De los resultados obtenidos, se establece que los niveles de emisiones de gases que arrojan los procesos de soldadura son contaminantes en el proceso corte por plasma específicamente el monóxido de carbono (CO) como se puede observar en la ficha de muestreo #1 del proceso antes mencionado.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA**

#### **3.1 Datos Informativos**

**Título:**

Sistema de control y protección para mitigar la emisión de gases en los procesos de soldadura.

**Institución Ejecutora**

“INDUACERO CÍA. LTDA.”

**Beneficiarios**

Personal técnico y operadores del área de Acero negro

### ***3.1.2 Presentación de la propuesta***

El Análisis, evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura; se lo realiza con el objetivo de verificar si estos gases al ser emanados se encuentran en los límites establecidos para evitar cualquier anomalía o quebranto en la salud de los trabajadores y medio ambiente en general.

Dicha documentación le servirá a la empresa como respaldo o bien como una guía para mitigar o eliminar falencias durante el proceso investigativo que hemos realizado dentro de la misma.

Cabe recalcar que como investigadores solo dejaremos planteando nuestra propuesta, para que la empresa en lo posterior o de manera inmediata de soluciones en caso de que existirían problemas en el tema planteado.

### **Antecedentes de la propuesta**

El siguiente trabajo está encaminado hacia analizar, evaluar verificar si la emisión de gases en los procesos de soldadura se encuentran en los valores permitidos y de esta manera saber si la protección de cada uno de los operarios es la necesaria y adecuada para efectuar dicho trabajo.

### ***3.1.3 Justificación***

La contaminación del aire se produce por toda sustancia no deseada que llega a la atmósfera. Es un problema principal en la sociedad moderna, Estas sustancias incluyen varios gases y partículas minúsculas o materia de partículas que pueden ser perjudiciales para al ambiente. La contaminación puede ser en forma de gases, líquidos o sólidos. Muchos contaminantes se liberan al aire como resultado del comportamiento humano. La contaminación existe a diferentes niveles: personal, nacional y mundial.

Pero con el Análisis, Evaluación y Control de emisiones al aire comprobaremos los tipos y la cantidad de contaminantes arroja la construcción de tanques de acero negro. Además con los resultados que se obtenga con el Análisis, Evaluación y Control, la empresa podría tomar los correctivos necesarios para mitigar el nivel

de contaminación si existiera dentro de la misma, y de esta manera se podría brindar un ambiente adecuado de trabajo.

Con ayuda del decreto ejecutivo 2393 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social mejoraremos la seguridad y el entorno laboral de la empresa pero sobre todo hacia los operarios.

El compromiso de la empresa con los operarios y medio ambiente debe ser el mejorar para tener un desempeño adecuado dentro y fuera de la misma; y brindar una imagen satisfactoria en los procesos de soldadura que se realice dentro de la misma con las debidas normas ambientales ya establecidas.

La investigación se desarrolla con el presente análisis de factibilidad

### **Social**

Los resultados de la investigación beneficiarían al personal de la empresa, vecinos y sector, que está inmersa el proceso de producción de tanques con acero negro.

### **Técnico**

La utilización de técnicas específicas como la observación medición y muestreo para la toma de resultados fueren entes importantes para el desarrollo de la investigación, para realizar la medición se utilizó el instrumento de medición Multigas Altaír 4

### **Legal**

Para la presente investigación de tomo en cuenta la norma 2393 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social mejoraremos la seguridad y el entorno laboral de la empresa y la Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, libro VI anexo 3.



### ***3.1.4 Objetivos de la propuesta.***

#### **Objetivo general**

- Realizar un Sistema de control y protección para mitigar la emisión de gases en los procesos de soldadura.

#### **Objetivos específicos**

- Crear un procedimiento para mitigar la emisión de los gases
- Establecer medidas de prevención y control a través de equipos de protección personal.
- Selección y utilización de equipos de protección personal en la empresa.

### **3.2. Desarrollo de la propuesta**

En el desarrollo de la propuesta se plantea elaborar una guía la misma que servirá para mitigar las emisiones gases en los distintos procesos de soldadura.

El procedimiento cuenta con el siguiente contenido:

- 1.- Seguridad e higiene industrial
- 2.- Medidas de control para la emisión de gases en los procesos de soldadura.
- 3.- Equipos de protección personal.

### **3.3. La higiene industrial**

La Higiene Industrial es la disciplina preventiva que anticipadamente identifica, evalúa y controla los riesgos debidos al medio ambiente del trabajo con el objeto de proteger la salud y el bienestar de los trabajadores.

#### ***3.3.1 Reglas de higiene industrial***

En este caso viendo las condiciones a nivel general de las empresas y pequeñas industrias nos hemos visto en la necesidad de establecer las siguientes normas o reglas:

1. El orden y la limpieza son imprescindibles para mantener los estándares de seguridad, se debe colaborar en conseguirlo.
2. Corregir o dar aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.
3. No usar máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.
4. Usar las herramientas apropiadas y cuidar su conservación. Al terminar el trabajo dejarlas en el sitio adecuado.
5. Utilizar en cada tarea los elementos de Protección Personal. Mantenerlos en buen estado.
6. No quitar sin autorización ninguna protección o resguardo de seguridad o señal de peligro.
7. Todas las heridas requieren atención. Acudir al servicio médico o botiquín.
8. No hacer bromas en el trabajo.
9. No improvisar, seguir las instrucciones y cumplir las normas.
10. Prestar atención al trabajo que se está realizando.

### ***3.3.2. Plan Nacional de la Calidad del Aire***

- El Comité Nacional de Calidad del Aire es un ente de asesoría en políticas y estrategias nacionales para la gestión de la calidad del aire y de evaluación de las actividades del Plan Nacional de la Calidad del Aire, que facilita el desempeño del MAE la rectoría de la gestión de la calidad del aire en el Ecuador.
- Norma de Calidad del Aire revisada y actualizada y revisión del Anexo 3 Normas de Emisión de fuentes fijas del TULAS.

### ***3.3.3. Código de trabajo***

La Dirección de Seguridad y Salud en el Trabajo surge como parte de los derechos del trabajo y su protección. El programa existe desde que la ley

determinara que “los riesgos del trabajo son de cuenta del empleador” y que hay obligaciones, derechos y deberes que cumplir en cuanto a la prevención de riesgos laborales.

A través del Programa de Seguridad y Salud en el trabajo se ha desarrollado el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo del País, afianzamiento del tema de responsabilidad solidaria en los centros de trabajo respecto a requisitos para contratación de obras y servicios.

### **Marco legal**

Este Programa está sustentado en el Art. 326, numeral 5 de la Constitución del Ecuador, en Normas Comunitarias Andinas, Convenios Internacionales de OIT, Código del Trabajo, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Acuerdos Ministeriales.

### **Visión:**

Ser líderes en salvaguardia de la integridad, la salud y la vida de las personas trabajadoras.

### **Misión:**

Coordinar la ejecución de la Política Institucional en Seguridad y Salud y el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud del Ministerio de Relaciones Laborales. Asesorar, capacitar, controlar y hacer seguimiento de programas de prevención de riesgos laborales en los centros de trabajo con la finalidad de reducir la siniestralidad laboral, mejorar la productividad y la calidad de vida de los trabajadores.

### **Objetivos:**

Entre los objetivos que persigue el Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo están:

- Mejorar las condiciones de los trabajadores referentes a Seguridad y Salud.
- Desarrollar consciencia preventiva y hábitos de trabajo seguros en empleadores y trabajadores.
- Disminuir las lesiones y daños a la salud provocados por el trabajo
- Mejorar la productividad en base a la gestión empresarial con visión preventiva.

### ***3.3.3 Decreto Ejecutivo 2393 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS)***

***Art. 150. SOLDADURA U OXICORTE.-*** Las operaciones de soldadura u oxicorte se acompañarán de especiales medidas de seguridad, despejándose o cubriéndose adecuadamente los materiales combustibles próximos a la zona de trabajo.

## **Capítulo VII**

### ***Art. 168. CONDICIONES DE UTILIZACIÓN.***

1. Tendrán una duración conveniente, en las condiciones normales de empleo, por lo que se utilizarán pinturas resistentes al desgaste y lavables, que se renovarán cuando estén deterioradas, manteniéndose siempre limpias.
2. Su utilización se hará de tal forma que sean visibles en todos los casos, sin que exista posibilidad de confusión con otros tipos de color que se apliquen a superficies relativamente extensas. En el caso en que se usen colores para indicaciones ajenas a la seguridad, éstos serán distintos a los colores de seguridad.
3. La señalización óptica a base de colores se utilizará únicamente con las iluminaciones adecuadas para cada tipo de color.

### ***Art. 180. PROTECCIÓN DE VÍAS RESPIRATORIAS.***

1. En todos aquellos lugares de trabajo en que exista un ambiente contaminado, con concentraciones superiores a las permisibles, será obligatorio el uso de

equipos de protección personal de vías respiratorias, que cumplan las características siguientes:

- a) Se adapten adecuadamente a la cara del usuario.
- b) No originen excesiva fatiga a la inhalación y exhalación.
- c) Tengan adecuado poder de retención en el caso de ser equipos dependientes.
- d) Posean las características necesarias, de forma que el usuario disponga del aire que necesita para su respiración, en caso de ser equipos independientes.

2. La elección del equipo adecuado se llevará a cabo de acuerdo con los siguientes criterios:

a) Para un ambiente con deficiencia de oxígeno, será obligatorio usar un equipo independiente, entendiéndose por tal, aquel que suministra aire que no procede del medio ambiente en que se desenvuelve el usuario.

b) Para un ambiente con cualquier tipo de contaminantes tóxicos, bien sean gaseosos y partículas o únicamente partículas, si además hay una deficiencia de oxígeno, también se habrá de usar siempre un equipo independiente.

c) (Reformado por el Art. 65 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Para un ambiente contaminado, pero con suficiente oxígeno, se adoptarán las siguientes normas:

- Si existieran contaminantes gaseosos con riesgo de intoxicación inmediata, se usarán equipos independientes del ambiente.

- De haber contaminantes gaseosos con riesgos de intoxicación no inmediata, se usarán equipos con filtros de retención física o química o equipos independientes del ambiente.

- Cuando existan contaminantes gaseosos y partículas con riesgo de intoxicación inmediata, se usarán equipos independientes del ambiente.

- En el caso de contaminantes gaseosos y partículas se usarán equipos con filtros mixtos, cuando no haya riesgo de intoxicación inmediata.
- En presencia de contaminantes gaseosos con riesgo de intoxicación inmediata y partículas, se usarán equipos independientes del ambiente.
- Para evitar la acción de la contaminación por partículas con riesgo de intoxicación inmediata, se usarán equipos independientes del ambiente.
- Los riesgos de la contaminación por partículas que puedan producir intoxicación no inmediata se evitarán usando equipos con filtros de retención mecánica o equipos independientes del ambiente.

3. Para hacer un correcto uso de los equipos de protección personal de vías respiratorias, el trabajador está obligado, en todo caso, a realizar las siguientes operaciones:

- a) Revisar el equipo antes de su uso, y en general en períodos no superiores a un mes.
- b) Almacenar adecuadamente el equipo protector.
- c) Mantener el equipo en perfecto estado higiénico.

4. Periódicamente y siempre que cambie el usuario se someterán los equipos a un proceso de desinfección adecuada, que no afecte a sus características y eficiencia.

5. Los equipos de protección de vías respiratorias deben almacenarse en lugares preservados del sol, calor o frío excesivos, humedad y agresivos químicos. Para una correcta conservación, se guardarán, cuando no se usen, limpios y secos, en sus correspondientes estuches.

#### ***Art. 181. PROTECCIÓN DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES.***

1. La protección de las extremidades superiores se realizará, principalmente, por medio de dediles, guantes, mitones, manoplas y mangas seleccionadas de

distintos materiales, para los trabajos que impliquen, entre otros los siguientes riesgos:

- a) Contactos con agresivos químicos o biológicos.
- b) Impactos o salpicaduras peligrosas.
- c) Cortes, pinchazos o quemaduras.
- d) Contactos de tipo eléctrico.
- e) Exposición a altas o bajas temperaturas.
- f) Exposición a radiaciones.

2. Los equipos de protección de las extremidades superiores reunirán las características generales siguientes:

- a) Serán flexibles, permitiendo en lo posible el movimiento normal de la zona protegida.
- b) En el caso de que hubiera costuras, no deberán causar molestias.
- c) Dentro de lo posible, permitirán la transpiración.

3. Cuando se manipulen sustancias tóxicas o infecciosas, los elementos utilizados deberán ser impermeables a dichos contaminantes. Cuando la zona del elemento en contacto con la piel haya sido afectada, se procederá a la sustitución o descontaminación.

En los trabajos con riesgo de contacto eléctrico, deberá utilizarse guantes aislantes.

Para alta tensión serán de uso personal y deberá comprobarse su capacidad dieléctrica periódicamente, observando que no existan agujeros o melladuras, antes de su empleo.

***Art. 182. PROTECCIÓN DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES.***

1. Los medios de protección de las extremidades inferiores serán seleccionados, principalmente, en función de los siguientes riesgos:

- Caídas, proyecciones de objetos o golpes.
- Perforación o corte de suelas del calzado.
- Humedad o agresivos químicos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con productos a altas temperaturas.
- Inflamabilidad o explosión.
- Deslizamiento
- Picaduras de ofidios, arácnidos u otros animales.

2. En trabajos específicos utilizar:

a) En trabajos con riesgos de caída o proyecciones violentas de objetos o aplastamiento de los pies, será obligatoria la utilización de un calzado de seguridad adecuado, provisto, como mínimo, de punteras protectoras.

b) Cuando existan riesgos de perforación de suelas por objetos punzantes o cortantes, se utilizará un calzado de seguridad adecuado provisto, como mínimo de plantillas o suelas especiales.

c) En todos los elementos o equipos de protección de las extremidades inferiores, que deban proteger de la humedad o agresivos químicos, ofrecerá una hermeticidad adecuada a ellos y estarán confeccionados con materiales de características resistentes a los mismos.

d) El calzado utilizado contra el riesgo de contacto eléctrico, carecerá de partes metálicas. En trabajos especiales, al mismo potencial en líneas de transmisión, se utilizará calzado perfectamente conductor.



e) Para los trabajos de manipulación o contacto con sustancias a altas temperaturas, los elementos o equipos de protección utilizados serán incombustibles y de bajo coeficiente de transmisión del calor.

Los materiales utilizados en su confección no sufrirán merma de sus características funcionales por la acción del calor. En ningún caso tendrán costuras ni uniones, por donde puedan penetrar sustancias que originen quemaduras.

3. Las suelas y tacones deberán ser lo más resistentes posibles al deslizamiento en los lugares habituales de trabajo.

4. La protección de las extremidades inferiores se completará, cuando sea necesario, con el uso de cubrepies y polainas u otros elementos de características adecuada.

5. Los calzados de caucho natural no deberán ponerse en contacto con grasas, aceites o disolventes orgánicos. El cuero deberá embetunarse o engrasarse periódicamente, a objeto de evitar que mermen sus características.

6. El calzado de protección será de uso personal e intransferible.

7. Estos equipos de protección se almacenarán en lugares preservados del sol, frío, humedad y agresivos químicos.

**Art. 184. OTROS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.-** Con independencia de los medios de protección personal citados, cuando el trabajo así lo requiere, se utilizarán otros, tales como redes, almohadillas, mandiles, petos, chalecos, fajas, así como cualquier otro medio adecuado para prevenir los riesgos del trabajo.

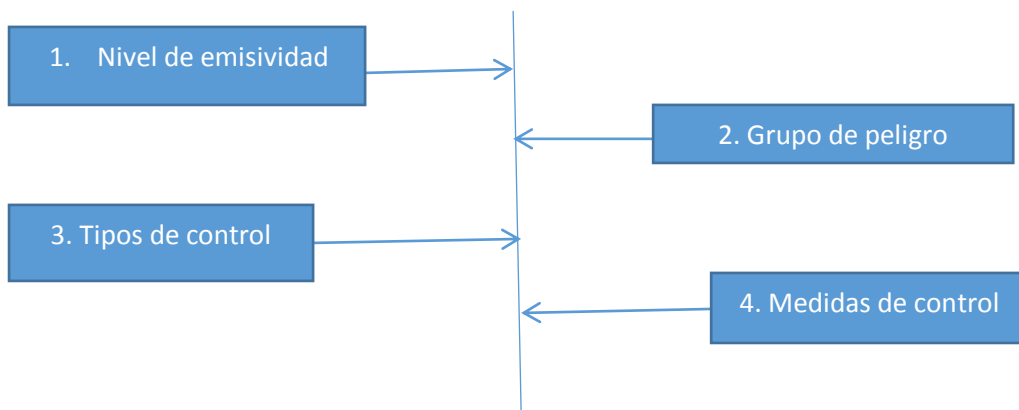
### 3.4 Medidas de control para la emisión de gases en los procesos de soldadura.

#### 3.4.1 Medidas generales de control.

En esta guía se lleva a cabo la aplicación del método de Control Banding a estas a los distintos procesos de soldadura, en nuestro caso hablaremos de los más comunes o más aplicados en las industrias de nuestro País.

El método de evaluación cualitativa se basa en el siguiente esquema:

**Gráfico N°- 19 Método de control Banding**



**Nota:**

- El nivel de emisividad lo determinamos por lógica a mayor intensidad de corriente mayor es el grado de emisividad.
- Valores límites de exposición se determina según la toxicología y la norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión de los gases producidos en cada tipo concreto de soldadura
- Con estos 2 parámetros se calcula el tipo de control primario (entre I y IV) y para cada tipo de control primario se establecen unas medidas de control de protección respiratoria para conseguir la protección adecuada del trabajador.

### 3.4.2 Fichas de evaluación de riesgos higiénicos de acuerdo al proceso de soldadura.

En estas fichas se indica el método de evaluación pero en cada proceso de soldadura previamente establecido.

#### 1. Nivel de emisividad

##### Proceso de soldadura Smaw

- De acuerdo a lecturas e investigaciones previas podemos decir que el nivel de emisividad de los contaminantes generados en los procesos de soldadura al arco con electrodos revestidos, en la mayoría de los casos, debe ser considerado como ALTO, ya que los humos se emiten a temperaturas muy elevadas y porque el propio sistema de protección del cordón de soldadura requiere que se formen gases y humos a partir de los revestimientos de los electrodos.

**Tabla N-16. Nivel de emisividad Proceso Smaw**

Nivel de emisión	Intensidad de corriente al soldar	Unidades
Bajo	30	Amperios
Medio	30-50	Amperios
Alto	50 en adelante	Amperios

Fuente: AWS

Elaborado por: Cristian Rocha y Pablo Villamarin

##### Proceso de soldadura Gmaw

- El nivel de emisividad de los contaminantes generados en los procesos de soldadura MIG/MAG, en la mayoría de los casos, debe ser considerado como ALTO. No obstante en los casos en que se utilicen los hilos de menor diámetro e intensidades de corriente bajas, puede reducirse un grado el nivel de emisividad.

**Tabla N-17. Nivel de emisividad Proceso Gmaw**

Nivel de emisión	Intensidad de corriente al soldar	Unidades
Bajo	80	Amperios
Medio	80-120	Amperios
Alto	120 en adelante	Amperios

**Fuente:** AWS

**Elaborado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

## 2. Valores límites de exposición

Hemos visto la necesidad de armar una tabla con los valores límites de acuerdo al proceso de soldadura y los diferentes gases que emana el mismo.

### Proceso de soldadura Smaw

**Tabla N-18. Valores Límites de Exposición Proceso Smaw**

Contaminante	Formula	Nivel permisible de emisión VLD-ED	Unidades	Riesgos NFPA	
				Salud	Inflamable
Monóxido de Carbono	CO	40	mg/m <sup>3</sup>	Alto	Alto
Butano	C4h10	337	mg/m <sup>3</sup>	Medio	Alto
Propano	C3H8	554	mg/m <sup>3</sup>	Bajo	Alto

**Fuente:** Autoría Propia

## Proceso de soldadura Gmaw

**Tabla N-19. Valores Límites de Exposición Proceso Gmaw**

Contaminante	Formula	Nivel permisible de emisión VLD-ED	Unidades	Riesgos MSDS
Humos de óxido de hierro (como Fe)	Fe2O3	5	mg/m <sup>3</sup>	Medio
Humos de óxido de manganeso (como Mn)	MnO2	0,2	mg/m <sup>3</sup>	Alto
Humos de óxido de cobre (como Cu)	Cuo	0,2	mg/m <sup>3</sup>	Alto

Fuente: Autoría Propia

### 3. Medidas de control preventivo

**Tabla N-20. Medidas de control preventivo**

<b>Tipo de medida de control preventivo</b>	<b>Características del tipo de protección respiratoria en función del tipo de medidas de control preventivo requerida</b>
I	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mascarillas auto filtrantes contra polvo.</li><li>- Mascarillas auto filtrantes de carbón activo contra productos químicos orgánicos volátiles.</li></ul>
II	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mascarillas auto filtrantes contra polvo.</li><li>- Máscaras enteras y mascarillas con filtros específicos para los productos químicos utilizados.</li></ul>
III	<ul style="list-style-type: none"><li>- Máscaras enteras con filtros específicos para los productos químicos utilizados. Verificar el correcto ajuste del adaptador facial a la cara.</li></ul>
IV	<ul style="list-style-type: none"><li>- En orden inverso de prioridad:<ul style="list-style-type: none"><li>· Máscaras enteras con filtros específicos provistas de sistemas mecánicos de impulsión de aire para crear «presión positiva» en la zona de respiración.</li><li>· Máscaras enteras con aporte de aire a “presión positiva”.</li><li>· Protección de traje entero, hermético, con aporte de aire.</li></ul></li></ul>

**Fuente:** Productos 3M

**Elaborado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

### 4. Medidas de control

#### **Protección respiratoria**

La protección respiratoria debe considerarse como un elemento de control esencial, que debe ser usado de forma permanente para reducir los peligros higiénicos.

De acuerdo a las emisiones presentadas en el cuadro anterior debe tomarse las medidas preventivas como lo establece el cuadro de la guía de evaluación de riesgos.

**Proceso de soldadura Smaw**

**Tabla N-21. Protección respiratoria Proceso Smaw**

Contaminantes	Peligro	Nivel de emisión	
		Intensidad de corriente	Riesgos NFPA
Monóxido de carbono	Bajo	I	II
	Medio	III	III
	Alto	IV	IV
Butano	Bajo	I	II
	Medio	III	III
	Alto	IV	IV
Propano	Bajo	I	II
	Medio	III	III
	Alto	IV	IV

**Fuente:** Autoría Propia



## Proceso de soldadura Gmaw

**Tabla N-22. Protección respiratoria Proceso Gmaw**

Contaminantes	Peligro	Nivel de emisión	
		Intensidad de corriente	Riesgos MSDS
Humos de óxido de hierro (como Fe)	Bajo	I	III
	Medio	IV	IV
	Alto	IV	IV
Humos de óxido de manganeso (como Mn)	Bajo	I	III
	Medio	IV	IV
	Alto	IV	IV
Humos de óxido de cobre (como Cu)	Bajo	I	III
	Medio	IV	IV
	Alto	IV	IV

**Fuente:** Autoría Propia

### RESUMEN

En las mediciones obtuvimos los siguientes resultados: que la contaminación es mínima en el proceso por corte y plasma específicamente el monóxido de carbono (CO), por eso RECOMENDAMOS LA utilización de una mascarilla auto filtrante contra polvo como se lo muestra en la TABLA N-20.

### 3.5. Protección Respiratoria

Los Equipos de Protección Respiratoria ayudan a proteger contra los contaminantes ambientales reduciendo la concentración de éstos, en la zona de inhalación, a niveles por debajo de los límites de exposición ocupacionales.

Antes de seleccionar un equipo de protección respiratoria, es importante identificar y cuantificar los contaminantes frente a los que hay que protegerse. Además será necesario comprobar si existe deficiencia de oxígeno o temperaturas extremas.

Se debe hacer especial énfasis en la educación del personal que vaya a utilizar los equipos, organizando cursos de formación y capacitación con el respectivo seguimiento de su efectividad. Además deben establecerse programas de mantenimiento, limpieza y almacenamiento de los equipos y asegurar su cumplimiento diario.

El programa de protección respiratoria y las actividades de formación deben quedar documentados para que puedan ser entendidas y consultadas por todo el personal implicado. Deberá hacerse siempre por una persona que conozca las condiciones de trabajo y los beneficios y limitaciones de los equipos de protección.

Los E.P.I. que vayan a proteger las vías respiratorias deberán permitir que el usuario disponga de aire respirable cuando esté expuesto a una atmósfera contaminada o cuya concentración de oxígeno sea insuficiente. La protección contra los contaminantes se obtiene reduciendo la concentración de éstos en la zona de inhalación por debajo de los niveles de exposición recomendados.

### ***3.5.1 Equipos de protección***

Debe darse la prioridad al control ambiental. Si éste no es suficiente, es necesario usar respiradores. Existe una gran variedad de equipos cuya selección debe basarse en el riesgo existente.

Los factores críticos son:

- › Eficiencia de filtración.
- › Resistencia a la respiración.
- › Ajuste ergonómico a la cara.

- › Aceptación del trabajador.
- › Calidad del aire respirable.

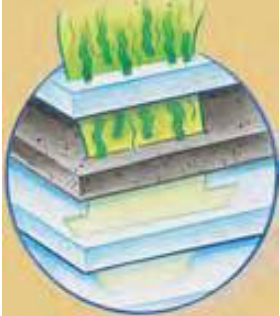


### ***3.5.2 Respiradores Libre Mantenimiento***

Los respiradores contra partículas están certificados por NIOSH y ofrecen a los usuarios muchas ventajas tales como una fácil respiración, comodidad, materiales ligeros, bandas ajustables/elásticas, así como economía en general. (Gráfico N°-19)

Dependiendo de sus aplicaciones, puede seleccionar un respirador que ofrezca las características y tecnologías que mejor se ajusten a sus necesidades.

**Gráfico N°-20 Partes fundamentales de un respirador**




	<p><b>1. Válvula de Exhalación</b></p> <p>Válvula unidireccional patentada para una fácil exhalación y una sensación de frescura y comodidad.</p>
	<p><b>2. Clip Nasal "M"</b></p> <p>Se ajusta fácilmente con menos puntos de presión y mayor comodidad.</p>
	<p><b>3. Sello Facial</b></p> <p>Suave y seguro, se conforma bien al rostro proporcionando una prolongada comodidad y protección.</p>
	<p><b>4. Filtro electrostático avanzado</b></p> <p>Las microfibras cargadas electrostáticamente hacen que la respiración sea más fácil y más fresca.</p>


	<p><b>5. Filtro de carbón activado</b></p> <p>Las capas de carbón activado eliminan muchos olores molestos brindando una mayor comodidad y productividad.</p>
	<p><b>6. Filtros resistentes al taponamiento</b></p> <p>Las capas de filtración especialmente diseñadas prolongan la vida útil del respirador y facilitan la respiración.</p>
	<p><b>7. Correas completamente ajustables</b></p> <p>Con un solo tirón se ajustan cómodamente y quedan bien aseguradas.</p>
	<p><b>8. Filtro de la serie P</b></p> <p>Tienen filtros electrostáticos avanzados, apropiados para el uso prolongado en ambientes que contienen o que no contienen aceites.</p>

**Fuente:** 3M

**Elaborado por:** Cristian Rocha y Pablo Villamarin

**Gráfico N°-21. Respiradores Libre Mantenimiento**



MODELO	CÓDIGO	APLICACIÓN	CLASIFICACIÓN
	<p><b>8515</b></p>	<p>Soldadura autógena corte y vaciado de metales, rectificando, pulido, barrido, embolsado u otros trabajos con calor o en los que se producen partículas libres de aceite.</p>	<p>NIOSH N95</p>
	<p><b>8214</b></p>	<p>Soldadura corte y vaciado de metales, rectificando, pulido, barrido, embolsado u otros trabajos con calor o en los que se producen partículas libres de aceite.</p> <p>Además incluye capa de carbón activado para protección contra ozona y alivio para niveles molestos de vapores orgánicos y filtro resistente.</p>	<p>NIOSH N95</p>
	<p><b>8210</b></p>	<p>Trabajo de rectificando, pulido, barrido, embolsado u otros trabajos en los que se producen partículas libres de aceite.</p>	<p>NIOSH N95</p>



	<p><b>8233</b></p>	<p>Exposiciones a partículas de sustancias específicas (plomo, cadmio, arsénico) determinadas por OSHA, productos farmacéuticos.</p>	<p>NIOSH N100</p>
---	--------------------	--	-----------------------

**Fuente:** Norma NIOSH

**Elaborado por:** Los tesistas

**Gráfico N°-22. Filtros para partículas**

MODELO	CÓDIGO	TECNOLOGÍAS	CLASIFICACIÓN
	<p>2071</p>	<p>Filtro electrostático para partículas.</p>	<p>NIOSH P95</p>
	<p>2091</p>	<p>Filtro electrostático para partículas.</p>	<p>NIOSH P100</p>

	2078	Filtro electrostático avanzado. Capa de carbón activado que brinda protección contra el ozono y alivio contra niveles molestos de vapores orgánicos y gases ácidos	NIOSH P95
	2096	Filtro electrostático avanzado. Capa de carbón activado que brinda alivio para niveles molestos de gases ácidos.	NIOSH P100

**Fuente:** Norma NIOSH

**Elaborado por:** Los tesistas



### ***3.5.3. Uso y mantenimiento de los protectores respiratorios***

Algunas indicaciones prácticas de interés en los aspectos de uso y mantenimiento del protector son:

- Los equipos de protección de las vías respiratorias están diseñados de tal manera que sólo se pueden utilizar por espacios de tiempo relativamente cortos. Por regla general, no se debe trabajar con ellos durante más de dos horas seguidas; en el caso de equipos livianos o de realización de trabajos ligeros con interrupciones entre las distintas tareas, el equipo podrá utilizarse durante un periodo más prolongado. Hay que resaltar la importancia del ajuste de acuerdo con las instrucciones del fabricante para conseguir una protección adecuada.
- El usuario siempre debe revisar el embalaje y folleto de instrucciones con atención para información más específica.
- El grado de estanquidad de la pieza facial, las pérdidas de carga en la inspiración y, en los aparatos filtrantes, la capacidad depurativa serán tales que, en una atmósfera contaminada, la penetración de los contaminantes sea lo suficientemente débil como para no dañar la salud o la higiene del usuario.
- No seguir todas las instrucciones y limitaciones de uso del equipo y/o no llevarlo puesto correctamente durante todo el tiempo de exposición al contaminante, puede reducir su eficacia y resultar en enfermedad o incapacidad. Abandone inmediatamente el área contaminada si siente mareo, irritación u otro malestar, si el equipo se daña, si la respiración se hace difícil, o si nota el olor o sabor de los contaminantes.
- Antes de empezar a utilizar equipos de protección respiratoria, los trabajadores deben ser instruidos por una persona cualificada y responsable del uso de estos aparatos. Dicho entrenamiento comprenderá también las normas de comportamiento en situaciones de emergencia.
- Antes de utilizar un filtro, es necesario comprobar la fecha de caducidad impresa en el mismo y su perfecto estado de conservación, con arreglo a la información del fabricante, y, a ser posible, comparar el tipo de filtro y el

ámbito de aplicación. Se aconseja al empresario que precise en la medida de lo posible el plazo de utilización (vida útil) en relación con las características del protector, las condiciones de trabajo y del entorno, y que lo haga constar en las instrucciones de trabajo junto con las normas de almacenamiento, mantenimiento y utilización.

- En equipos de presión negativa, los filtros de partículas deben desecharse cuando se note un aumento de la resistencia a la respiración.
- En equipos motorizados, la saturación del filtro de partículas se detecta porque el equipo no alcanza el caudal mínimo de diseño.
- Los filtros de gases y vapores deben cambiarse cuando se detecte olor o sabor del contaminante en el interior de la máscara o adaptador facial. Cuando el contaminante no tiene buenas propiedades de aviso se recomienda el uso de equipos aislantes puesto que no se puede detectar por olor la saturación del filtro.
- Se recomienda que todos los trabajadores que utilicen equipos de protección respiratoria se sometan a un reconocimiento del aparato respiratorio realizado por un médico.
- Es importante también que la empresa disponga de un sencillo sistema de control para verificar que los equipos de protección respiratoria se hallan en buen estado y se ajustan correctamente a los usuarios, a fin de evitar cualquier situación de riesgo. Estos controles deberán efectuarse con regularidad.
- El fabricante del equipo debe suministrar información sobre el manejo, la limpieza y la desinfección del aparato. Cuando el equipo sea utilizado por más de una persona, deberán solicitarse varios ejemplares.
- Se debe controlar especialmente el estado de las válvulas de inhalación y exhalación del adaptador facial, el estado de las botellas de los equipos de respiración autónomos y de todos los elementos de estanqueidad y de unión entre las distintas partes del aparato.
- Deberá solicitarse al fabricante un catálogo de las piezas de recambio del aparato.

**Nota:** Todos los respiradores deben ser inspeccionados antes de cada uso y durante los procesos de limpieza y desinfección para controlar su funcionamiento básico. La inspección de un respirador debe controlar su capacidad para funcionar adecuadamente; el ajuste de las conexiones; y el estado de las diversas partes, como la máscara, las correas de ajuste, válvulas, tubos, mangueras, y todos sus filtros o cartuchos. El cuidado y mantenimiento regular del respirador es importante para garantizar que funcione adecuadamente.

#### ***3.5.3.1 Limitaciones de uso***

1. Estos respiradores no suministran oxígeno. No lo use en atmósferas que contengan menos del 19,5 % de oxígeno.
2. No lo utilice cuando las concentraciones de contaminantes que son inmediatamente peligrosas para la vida o la salud se desconocen, o cuando la concentración es mayor a 10 veces del límite de la exposición permitida (PEL).
3. No altere, abuse o haga mal uso de estos respiradores.
4. No lo utilice con barba u otro vello facial u otras condiciones que impidan un buen sello entre el rostro y el sello facial del respirador.

#### ***3.5.3.2 Duración de los filtros***

- En equipos de presión negativa, los filtros de partículas deben desecharse cuando se note un aumento de la resistencia a la respiración, o cuando se note olor del contaminante.
- En equipos motorizados, la saturación del filtro de partículas se detecta porque el equipo no alcanza el caudal mínimo de diseño
- Los filtros de gases y vapores deben cambiarse cuando se detecte olor o sabor del contaminante en el interior de la máscara o adaptador facial.
- Cuando el contaminante no tiene buenas propiedades de aviso se recomienda el uso de equipos aislantes puesto que no se puede detectar por olor la saturación del filtro.

**Nota:** El uso incorrecto de los equipos puede resultar en una sobreexposición al contaminante y causar un accidente o enfermedad profesional. Por ello, para conseguir una protección adecuada es necesario seleccionar correctamente el equipo, y formar al usuario en su correcta utilización y mantenimiento.

### 3.6. Definiciones

- **VLA:** Valores Límite Ambientales: son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para la salud.
- **VLA-Exposición Diaria (VLA-ED):** son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos ocho horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para la salud.
- **VLA-Exposición de Corta Duración (VLA-EC):** son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan valores de exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos que no se debe sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral, aun cuando la media ponderada en el tiempo que corresponda a ocho horas sea inferior al VLA-ED, para que no sufran efectos adversos para la salud.
- **TLV-C: Valor Límite Umbral - Techo:** Es la concentración que no debe sobrepasarse en ningún momento durante la exposición en el trabajo.
- **Umbral Olfativo:** El método para definir y determinar los umbrales olfativos varía considerablemente, dando lugar a una significativa dispersión de valores para numerosas sustancias. Además cada persona puede responder de forma diferente ante un mismo olor.
- **El factor de protección (FPA):** Mide el comportamiento estimado de un equipo de protección respiratoria y describe la relación entre la

concentración de un agente nocivo en el aire ambiental y la concentración en el aire respirado por el usuario de un equipo de protección respiratoria. Es el parámetro que define la eficiencia del equipo.

- **Control Banding:** Evaluación Cualitativa de los potenciales Riesgos Higiénicos en los que se combinan de forma matricial los diferentes factores que pueden aumentar o reducir el riesgo.

- **Asfixia química**

El monóxido de carbono (CO) y el monóxido de nitrógeno (NO) actúan sobre los glóbulos rojos de la sangre modificando su composición de forma que su función de oxigenación de los tejidos queda disminuida temporalmente, lo que provoca dolores de cabeza, aturdimiento y malestar crecientes conforme aumenta la dosis inhalada.

En condiciones extremadamente desfavorables, como podría ser trabajando en el interior de espacios confinados sin la ventilación adecuada, podría llegarse a la inconsciencia e incluso a la muerte por asfixia química.

- **Fiebre de los metales**

Los humos metálicos, fundamentalmente los del zinc, pueden provocar la llamada “fiebre de los metales” caracterizada por fuertes temblores y otros síntomas similares a los de la gripe que se presentan durante la noche posterior a la exposición, y que normalmente remiten posteriormente sin dejar secuelas.

- **Silicosis**

Caracterizada por fibrosis pulmonar difusa secundaria a la inhalación repetida de polvo que contiene sílice, aparece cuando se respiran polvos que contienen: cuarzo, la arena y el granito (trabajos en canteras y la construcción en obras públicas) No se dispone de tratamiento para esta enfermedad.

- **Antracosis.**

Secundaria al depósito de grandes cantidades de polvo de carbón en el interior del parénquima pulmonar, afecta a individuos que trabajan en las minas de carbón. Esta modalidad de enfermedad pulmonar profesional,

que en su presentación más simple suele cursar de forma asintomática, presenta las mismas características que la silicosis.

- **Asma profesional.** Son muy numerosas las profesiones relacionadas con el asma. Los productos que pueden producir asma profesional son: De origen animal: caballo, cobaya, rata, hámster.

## CONCLUSIONES

- En la presente investigación se identificó los tipos, clasificación y porcentajes de los contaminantes existentes los cuales dieron como resultado que son contaminantes tanto para el ambiente como el entorno laboral.
- La información recabada para la realización de esta investigación, a través de libros, manuales, folletos, trabajos anteriores y medios electrónicos, fue una guía de mucha importancia para la realización de la presente investigación, puesto que mediante el análisis y diversas técnicas empleadas para la evaluación y control de la emisión de gases en los procesos de soldadura, fueron la pauta para la culminación del presente trabajo investigativo.
- Se notó que el personal se interesó por saber los resultados arrojados en las mediciones, ya que en su mayoría desconocían que los gases emitidos en cada proceso de soldadura son de alto riesgo si se inhala de forma directa ( sin EPP's); trayendo consecuencias en un corto o largo plazo.
- Fue muy complicado establecer puntos de muestreo en la planta por se tomó la adecuada decisión de realizar mediciones por cada una de las sueldas; en cada proceso previamente establecido dando a denotar una mejor facilidad y comodidad tanto para el personal como para la investigación.
- La medición de gases en los distintos procesos de soldadura arroja resultados beneficiosos para el trabajador en sí y por ende para la empresa, ya que se dio a notar que no existe alerta de contaminación nociva.
- Realizada la investigación y conociendo los resultados se tomó la decisión de plantear un plan de control y seguridad; para en lo posterior si la planta se ve en la necesidad de ampliarse y aumentar la producción, está tenga muy en cuenta la propuesta de utilizar los EPP's adecuados de acuerdo al proceso y tiempo de exposición en el que el trabajador se desempeñe principalmente en lo que se refiere a la emisión de gases por soldadura.

- Utilizar equipos de protección (EPI) , especialmente cuando se aplica cuando se aplica el corte por plasma o cuando se trabaja con altos amperajes porque los gases de soldadura son altos, para el cuidado de los operadores.



## RECOMENDACIONES

- Para realizar las mediciones hay que tomar muy en cuenta si es un área cerrada o abierta ya que esto puede variar los resultados de la medición.
- Los gases provenientes de los procesos de soldadura son químicamente muy complejos, su composición y cantidad dependen del material de aporte, del metal base, proceso de soldadura, nivel de corriente y otros factores del proceso.
- Se debe por lo general tomar puntos de referencia o puntos de muestreo en áreas estratégicas del lugar donde se realiza las mediciones.
- Tomar muy en cuenta la utilización de equipos de protección sobre todo para las vías respiratorias ya que la inhalación directa de ciertos gases puedan causar molestias.
- Aplicar el presente trabajo como base de futuras investigaciones en lo que concierne a estudios o análisis de gases.
- Si es necesario sugerir que el lugar disponga de una adecuada ventilación para que dichos gases no se concentren de manera progresiva en un solo lugar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Bibliografía Citada:**

- AGUEDA Eduardo. Elementos fijos. 5ta edición. 2010.
- CAMPOS Gustavo. Seguridad Ocupacional. Riobamba: Riobook. 1ra. ed. 2008.
- CIMBALA John, Indoor Air Quality Engineering, Marcel Dekker, 1ra.ed. 2006.
- CORTÉS Díaz, José María. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. 9a. ed. Madrid: Editorial Tébar, S.L., 2007.
- CHINCHILLA Sibaja Ryan. Seguridad en el trabajo.2007. pág. 153.
- DE LA TORRE Ernesto & NAVARRO Ramiro. Metodología de la investigación. Editorial Navarro.2007. págs. 21-33.
- HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos & BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación. 5ta edición. 2010. págs. 93, 172, 174.
- JEFFUS Larry. Manual de soldadura. Editorial Paraninfo.2008.
- LABIANO Jesús María Rojas. El Soldador y Sus Humos. Editorial Oslan.2009.
- NORMAN Kreimerman. Métodos de investigación para tesis y trabajos semestrales. 2006. págs. 53 y 58.
- WARK & WARNER. Contaminación al aire Origen y Control. Editorial Limusa. 6ta edición, 2005. págs. 20 – 36.

### **Bibliografía Consultada:**

- (AWS).La sociedad americana de soldadura.
- FOMENT DEL TREBALL NACIONAL. Metodología y fichas de control de riesgos higiénicos en el proceso de soldadura.
- Guía para la Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales del Seguro General e Riesgos del Trabajo del IESS. 2010.
- Ley de Seguridad Social en el Ecuador.
- LIBRO VI .Norma de Emisiones al Aire. República del Ecuador .2003.
- LIBRO VI Anexo 3. Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión. República del Ecuador .2003.
- MANUAL Detector Mitigases Altaír 4. 2012.
- MONTANARES, Jorge. Prevención de Riesgos. Equipos de Protección Personal [en línea]. Actualizada: N/D. [Fecha de consulta: 17 de Julio 2013]. Disponible en: [http://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)
- Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.

# ANEXOS

**ANEXO 1**

**Modelo de entrevista Aplicada**



**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

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

**DIRIGIDO:**

<p>N.-.....</p> <p>LUGAR.....</p> <p>FECHA.....</p> <p><b>ENTREVISTADO</b> .....</p> <p><b>ENTREVISTADOR</b>.....</p> <p><b>TEMA: “ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE EMISIONES DE GASES EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA, EN LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ACERO NEGRO, EN LA EMPRESA “INDUACERO CÍA. LTDA.”, UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, SECTOR EL NIÁGARA, PERIODO 2013”.</b></p>	
<p>PREGUNTAS</p>	<p>INTERPRETACION</p>

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. ¿Qué opina usted de realizar un análisis de emisiones de gases en los procesos de soldadura, en la construcción de tanques de acero negro dentro de su empresa?</li><br/><li>2. Para que serviría realizar la evaluación de emisiones de gases en los procesos de soldadura?</li><br/><li>3. ¿Sabiendo usted que los gases emitidos por la soldadura son perjudiciales para el entorno laboral desearía saber si existe o no contaminación dentro de su empresa? ¿Por qué?</li><br/><li>4. ¿Cuál es su criterio de la contaminación por emisión de gases en los distintos procesos de soldadura?</li><br/><li>5. ¿Cree que cuenta con la protección necesaria para mitigar este problema?</li></ol> |  |
|--|--|

## ANEXO 2

### Modelo de Encuesta Aplicada



### CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Objetivo:** determinar si existe o no incidencia en la salud de los trabajadores por la emisión de vapores y gases de soldadura para la construcción de tanques de acero negro.

#### Instrucciones:

- La presente es una encuesta dirigida para obtener datos de uso personal del investigador.
- Subraye la respuesta que usted crea conveniente.

### ENCUESTA

1. **¿Se ha realizado antes un análisis de gases emitidos por los procesos de soldadura dentro de la empresa?**

Sí                      No

2. **¿Identifica usted algún gas de soldadura?**

Sí                      No

3. **¿Cree usted que la emisión de gases de soldadura afectan el ambiente?**

Mucho                      Poco                      Nada

4. **¿Ha recibido charlas sobre protección o medidas preventivas sobre este tema?**

Sí                      No

**5. ¿Cree usted que trabajar en espacios con poca ventilación podrían afectar sus vías respiratorias?**

Mucho

Poco

Nada

**6. ¿Utiliza siempre el equipo de protección mientras suelda?**

Sí

No

**7. ¿Cree usted que su equipo de protección es suficiente para mitigar la inhalación?**

Sí

No





## ANEXO 4

### Imágenes de Planta INDUACERO S.A.



## ARMADO DE TANQUES

### Corte Plasma



### Ficelado



### Acoplamiento por proceso de soldadura TIG



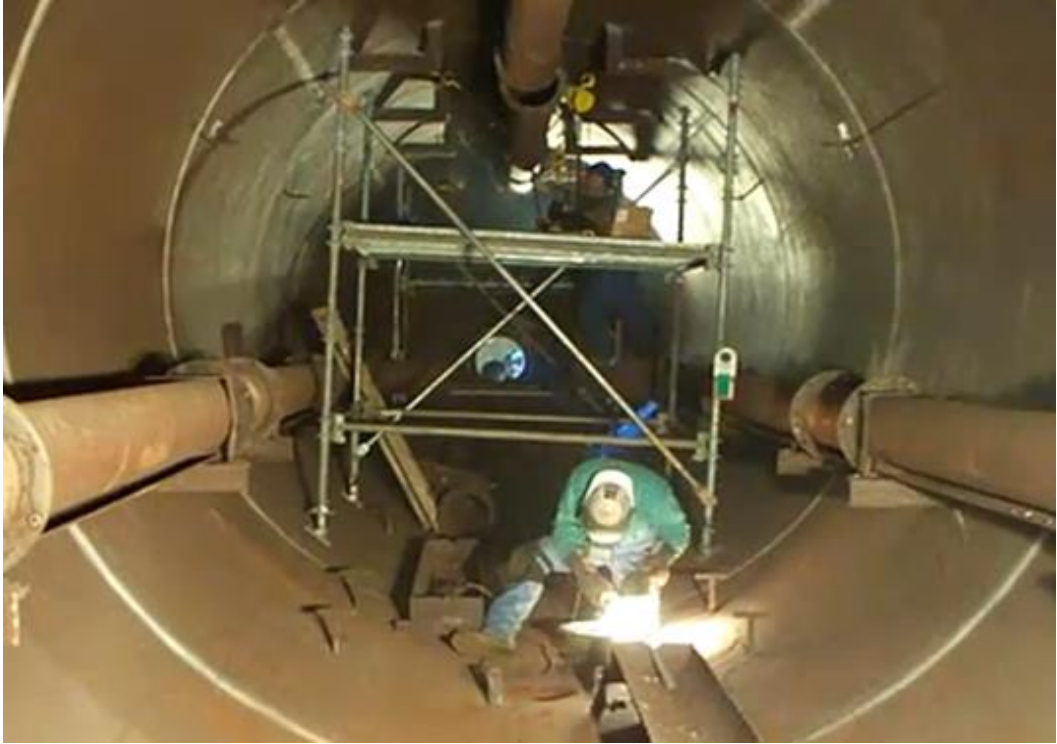
### Prensado y Conformado de tapas





**Cilindrado de tanque a través de rodillos**





**Arco Sumergido**





**Enfibrado de tanques**



**Productos terminados**



**Recipiente con estampe Asme**





**Recipiente de presión**



**Separador de petróleo**

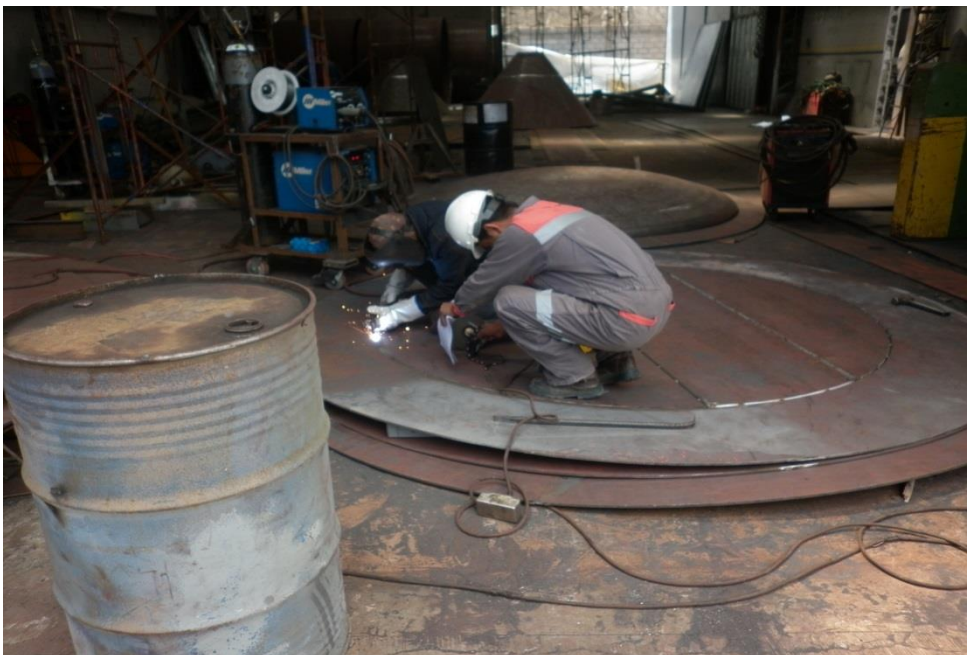


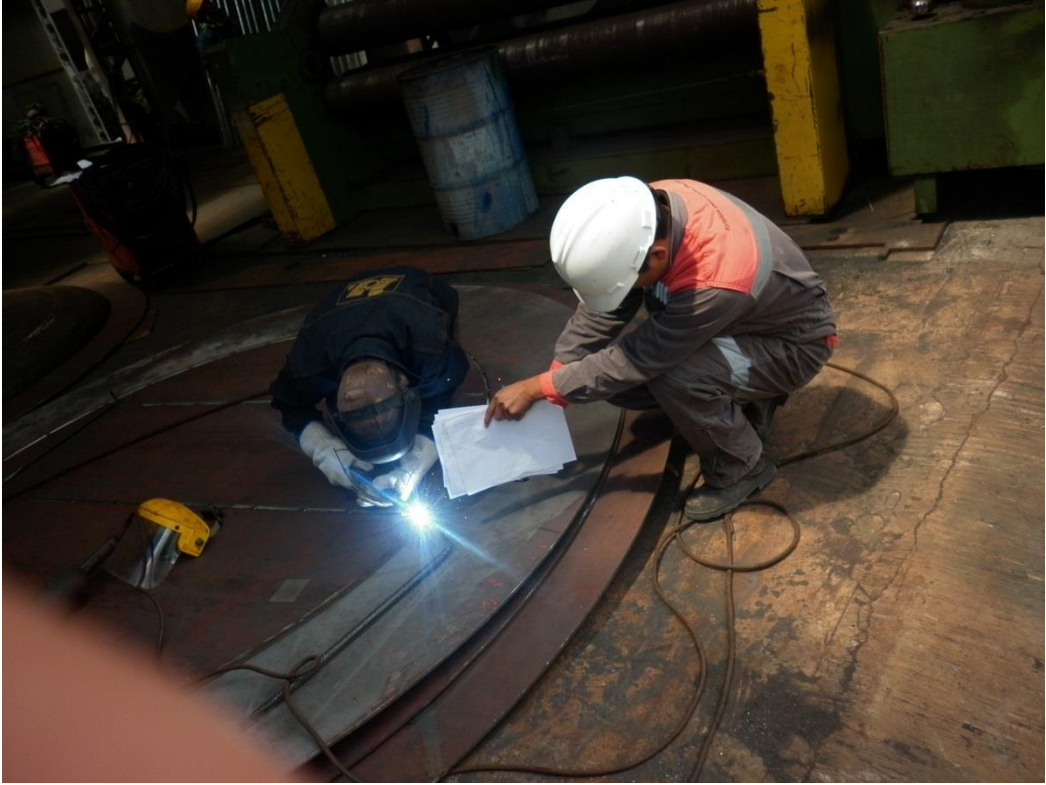
## Separador de combustible



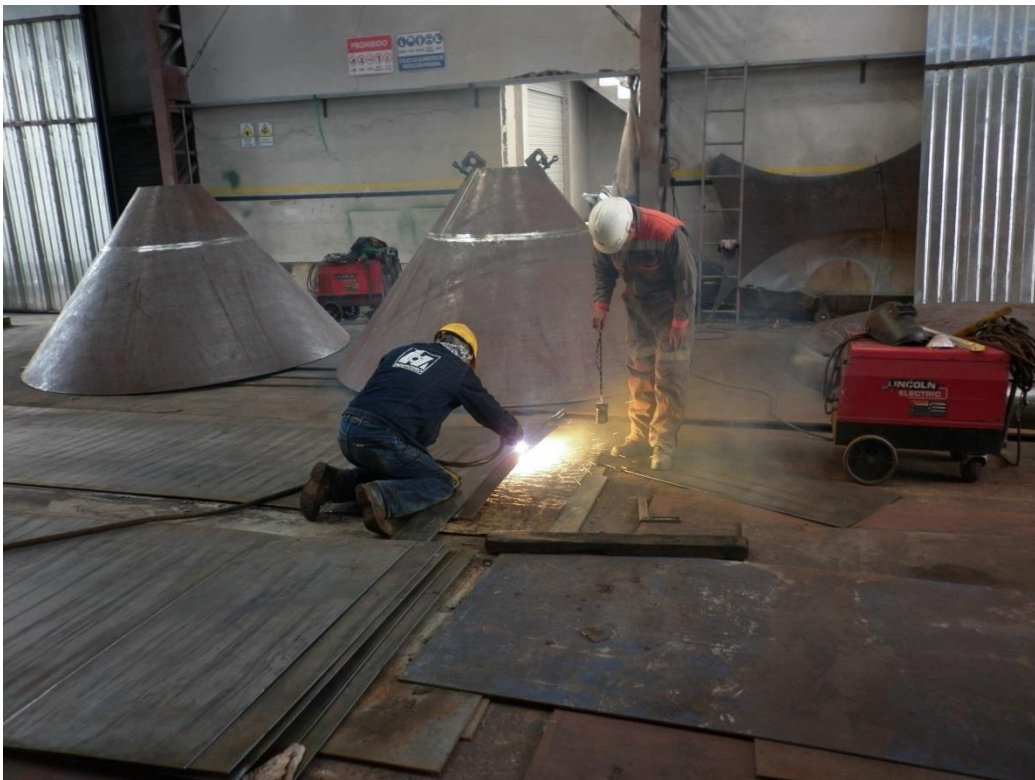
**Anexo 5**  
**Fotografías de la medición de gases**

**Proceso Gmaw Gtaw**





## Corte por Plasma

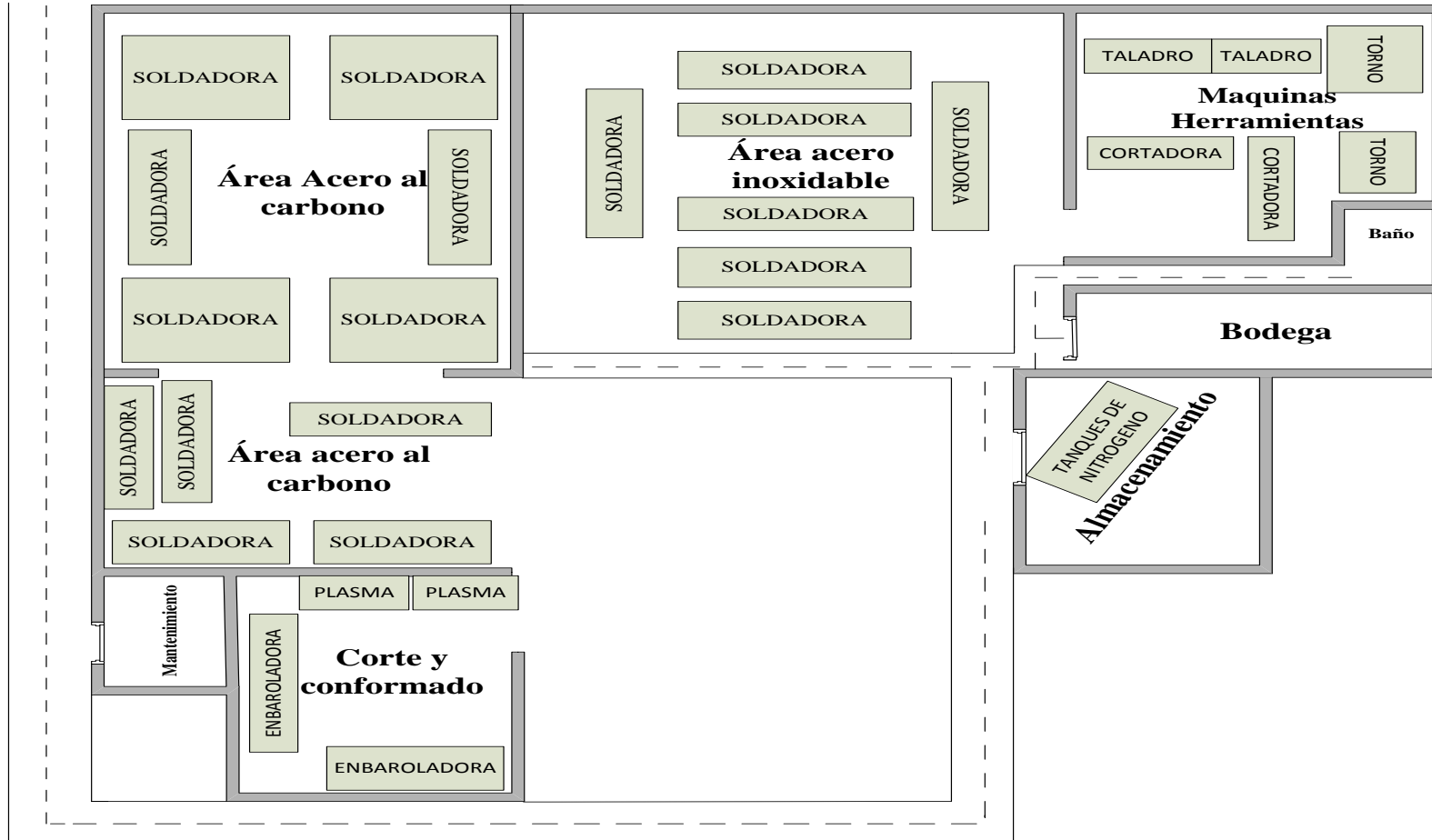


## Proceso Smaw

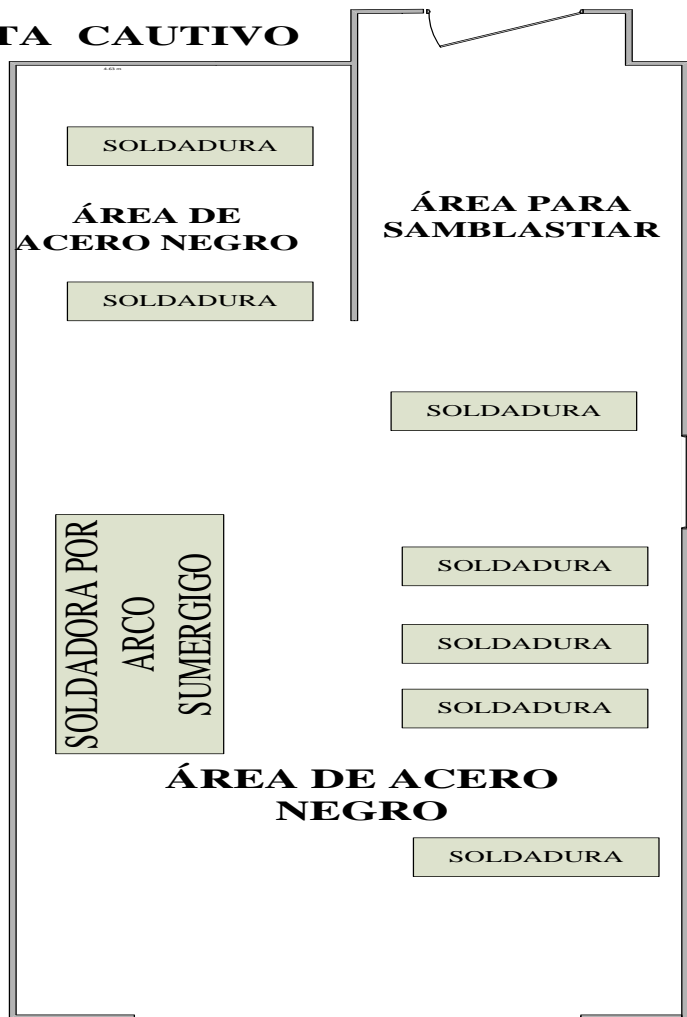


## Anexo 6

### Esquema de la planta Induacero S.A.



**PLANTA CAUTIVO**



SOLDADURA

**ÁREA DE ACERO NEGRO**

SOLDADURA

SOLDADORA POR  
ARCO  
SUMERGIDO

**ÁREA DE ACERO NEGRO**

**ÁREA PARA SAMBLASTIAR**

SOLDADURA

SOLDADURA

SOLDADURA

SOLDADURA

SOLDADURA





## Anexo 8

### Tabla de la distribución del Chi-cuadrado

Tabla de la distribución Chi-cuadrado

g=grados de libertad p=área a la derecha

El valor x de la tabla cumple que para X es chi-cuadrado con g grados de libertad  $P(X>x)=p$

g	p										
	0.001	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	0.95	0.975	0.999
1	10.827	5.024	3.841	2.706	1.323	0.455	0.102	0.016	0.004	0.001	0
2	13.815	7.378	5.991	4.605	2.773	1.386	0.575	0.211	0.103	0.051	0.002
3	16.266	9.348	7.815	6.251	4.108	2.366	1.213	0.584	0.352	0.216	0.024
4	18.466	11.143	9.488	7.779	5.385	3.357	1.923	1.064	0.711	0.484	0.091
5	20.515	12.832	11.07	9.236	6.626	4.351	2.675	1.61	1.145	0.831	0.21
6	22.457	14.449	12.592	10.645	7.841	5.348	3.455	2.204	1.635	1.237	0.381
7	24.321	16.013	14.067	12.017	9.037	6.346	4.255	2.833	2.167	1.69	0.599
8	26.124	17.535	15.507	13.362	10.219	7.344	5.071	3.49	2.733	2.18	0.857
9	27.877	19.023	16.919	14.684	11.389	8.343	5.899	4.168	3.325	2.7	1.152
10	29.588	20.483	18.307	15.987	12.549	9.342	6.737	4.865	3.94	3.247	1.479
11	31.264	21.92	19.675	17.275	13.701	10.341	7.584	5.578	4.575	3.816	1.834
12	32.909	23.337	21.026	18.549	14.845	11.34	8.438	6.304	5.226	4.404	2.214
13	34.527	24.736	22.362	19.812	15.984	12.34	9.299	7.041	5.892	5.009	2.617
14	36.124	26.119	23.685	21.064	17.117	13.339	10.165	7.79	6.571	5.629	3.041
15	37.698	27.488	24.996	22.307	18.245	14.339	11.037	8.547	7.261	6.262	3.483
16	39.252	28.845	26.296	23.542	19.369	15.338	11.912	9.312	7.962	6.908	3.942
17	40.791	30.191	27.587	24.769	20.489	16.338	12.792	10.085	8.672	7.564	4.416
18	42.312	31.526	28.869	25.989	21.605	17.338	13.675	10.865	9.39	8.231	4.905
19	43.819	32.852	30.144	27.204	22.718	18.338	14.562	11.651	10.117	8.907	5.407
20	45.314	34.17	31.41	28.412	23.828	19.337	15.452	12.443	10.851	9.591	5.921
21	46.796	35.479	32.671	29.615	24.935	20.337	16.344	13.24	11.591	10.283	6.447
22	48.268	36.781	33.924	30.813	26.039	21.337	17.24	14.041	12.338	10.982	6.983
23	49.728	38.076	35.172	32.007	27.141	22.337	18.137	14.848	13.091	11.689	7.529
24	51.179	39.364	36.415	33.196	28.241	23.337	19.037	15.659	13.848	12.401	8.085
25	52.619	40.646	37.652	34.392	29.339	24.337	19.939	16.473	14.611	13.12	8.649
26	54.051	41.923	38.885	35.583	30.435	25.336	20.843	17.292	15.379	13.844	9.222
27	55.475	43.195	40.113	36.741	31.528	26.336	21.749	18.114	16.151	14.573	9.803
28	56.892	44.461	41.337	37.916	32.62	27.336	22.657	18.939	16.928	15.308	10.391
29	58.301	45.722	42.557	39.087	33.711	28.336	23.567	19.768	17.708	16.047	10.986
30	59.702	46.979	43.773	40.256	34.8	29.336	24.478	20.599	18.493	16.791	11.588
35	66.619	53.203	49.802	46.059	40.223	34.336	29.054	24.797	22.465	20.569	14.688
40	73.403	59.342	55.758	51.805	45.616	39.335	33.66	29.051	26.509	24.433	17.917
45	80.078	65.41	61.656	57.505	50.985	44.335	38.291	33.35	30.612	28.366	21.251
50	86.66	71.42	67.505	63.167	56.334	49.335	42.942	37.689	34.764	32.357	24.674
55	93.167	77.38	73.311	68.796	61.665	54.335	47.61	42.06	38.958	36.398	28.173
60	99.608	83.298	79.082	74.397	66.981	59.335	52.294	46.459	43.188	40.482	31.738
65	105.988	89.177	84.821	79.973	72.285	64.335	56.99	50.883	47.45	44.603	35.362
70	112.317	95.023	90.531	85.527	77.577	69.334	61.698	55.329	51.739	48.758	39.036
75	118.599	100.839	96.217	91.061	82.858	74.334	66.417	59.795	56.054	52.942	42.757
80	124.839	106.629	101.879	96.578	88.13	79.334	71.145	64.278	60.391	57.153	46.52
85	131.043	112.393	107.522	102.079	93.394	84.334	75.881	68.777	64.749	61.389	50.32
90	137.208	118.136	113.145	107.565	98.65	89.334	80.625	73.291	69.126	65.647	54.156
95	143.343	123.858	118.752	113.038	103.899	94.334	85.376	77.818	73.52	69.925	58.022
100	149.449	129.561	124.342	118.498	109.141	99.334	90.133	82.358	77.929	74.222	61.918

Fuente: <http://imerl.fing.edu.uy/pye/material/tablas/chicuadrado.pdf>

## Anexo 9

### **Efectos en la salud del trabajador por la emisión de vapores y gases, en el proceso de soldadura.**

**Según:** El soldador y sus humos, Oslan

#### *Efectos agudos*

Se entiende como efectos agudos aquellos que sobrevienen por exposiciones a altas concentraciones de contaminantes, muy superiores a los Valores Límites Ambientales, durante cortos periodos de tiempo, que en el caso de los trabajos de soldadura podrían llegar a ser de una jornada laboral. Estos daños se corresponden con el concepto de “accidentes de trabajo” y los más comunes son:

Algunos metales como el berilio, cadmio, cobre, cromo y níquel irritan los tejidos, lo que puede dar origen a inflamaciones pulmonares (neumonitis) y acumulaciones de líquidos (edemas) de distinta gravedad según el metal y la severidad de la exposición. Ciertos gases y vapores tales como los ácidos clorhídrico y fluorhídrico, la acroleína, el ozono, el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el fosgeno, provocan la irritación de las mucosas de las vías respiratorias y del tejido pulmonar, y dependiendo de su concentración y del tiempo de exposición, pueden ocasionar desde leves irritaciones pasajeras hasta, en casos especialmente desfavorables, la muerte por edema pulmonar.

#### *Efectos crónicos*

Se consideran efectos crónicos aquellos que se presentan como consecuencia de largos periodos de exposición a concentraciones moderadas de contaminantes, generalmente por encima de los Valores Límites Ambientales.

Efectos crónicos sobre el sistema respiratorio

Las finas partículas que forman los humos de soldadura pueden penetrar hasta la zona más profunda de los pulmones y a lo largo del tiempo llegar a causar daños de muy distinta relevancia que van desde neumoconiosis benignas con leves sobrecargas pulmonares, como es el caso del hierro, que incluso pueden remitir, hasta graves Fibrosis pulmonares como las causadas por el berilio.

### ***Efectos sensibilizantes***

Se dice que una sustancia es sensibilizante cuando después de exposiciones a ella, más o menos prolongadas o intensas, se origina una hipersensibilidad hacia la misma, de forma que posteriores mínimas exposiciones desencadenan reacciones fisiológicas adversas características, muy superiores a las que en principio cabría esperar.

Los humos de soldadura, dependiendo de las características del proceso seguido, pueden contener algunas de estas sustancias sensibilizantes capaces de actuar fundamentalmente sobre el sistema respiratorio, siendo el asma su efecto más común.

En los “Límites de exposición profesional”, las sustancias sensibilizantes van acompañadas de una nota que indica su condición.

### ***Efectos cancerígenos***

En los humos de soldadura, dependiendo de los procesos, pueden estar presentes sustancias potencialmente cancerígenas.

Un agente cancerígeno a tener muy en cuenta es el amianto, al cual los soldados pueden estar expuestos en trabajos de soldadura y oxicorte en operaciones de mantenimiento, tales como tuberías, hornos, calderas, barcos, vagones etc. durante los cuales se desprenden fibras de amianto con demostrada capacidad para provocar mesoteliomas pleurales y otros tipos de cánceres pulmonares.

<b>TIPO DE EFECTO:</b>		<b>CONTAMINANTE</b>
<b>NEUMOCONIOTICOS</b>		Sílice. Mianto. Polvo de algodón
<b>Irritantes:</b>	<b>Tracto Respiratorio Superior</b>	Ácido sulfúrico. Ácido Clorhídrico. Ácido Nítrico. Hidróxido Sódico Formaldehído.
	<b>Tracto Respiratorio Superior y Tejido Pulmonar</b>	Ozono. Cloro. Monóxido de carbono. Dióxido de Nitrógeno. Fosgeno. Sulfato de Etilo.
<b>Asfixiantes:</b>	<b>Simples</b>	Dióxido de Carbono. Butano. Nitrógeno.
	<b>Químicos</b>	Monóxido de Carbono. Ácido Cianhídrico. Plomo.
<b>CANCERIGENOS</b>		Benceno. Cloruro de Vinilio. Amianto. Bencidina y Derivados. Cadmio y Compuestos. Berilio.

N°	PREGUNTAS			
1	¿Se ha realizado antes un análisis de gases emitidos por la soldadura dentro de la empresa?	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
		0%	100%	
2	¿Identifica usted algún gas de soldadura?	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
		36%	64%	
3	¿Cree usted que la emisión de gases de soldadura afecta el ambiente?	<b>Mucho</b>	<b>Poco</b>	<b>Nada</b>
		64%	21%	15%
4	¿Ha recibido charlas sobre protección o medidas preventivas sobre este tema?	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
		43%	57%	

<b>5</b>	<b>¿Cree usted que trabajar en espacios con poca ventilación podría afectar sus vías respiratorias?</b>	<b>Mucho</b>	<b>Poco</b>	<b>Nada</b>
		43%	28.5%	28.5%
<b>6</b>	<b>¿Utiliza siempre el equipo de protección mientras suelda?</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
		86%	14%	
<b>7</b>	<b>¿Cree usted que su equipo de protección es suficiente para mitigar la inhalación?</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
		57%	43%	