

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**MANUAL DE SEGURIDAD EN SOLDADURA, CORTE Y PROCESOS
RELACIONADOS DE ACUERDO CON LA NORMA ANSI Z49.1:2005**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO**

ALEXANDRA GLORIA BENAVIDES VILLARREAL
alex_benavides1716@hotmail.com

DIRECTOR: ING. MARIO GRANJA
mario.granja@epn.edu.ec

QUITO, SEPTIEMBRE 2008

DECLARACIÓN

Yo, Alexandra Gloria Benavides Villarreal declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alexandra Benavides

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue elaborado por la Srta. Alexandra Benavides bajo mi supervisión.

Ing. Mario Granja
Director del Proyecto

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Mario Granja por aceptar la tutoría de este proyecto de titulación.

ALEXANDRA BENAVIDES

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida.

A mis maestros que con todos los conocimientos impartidos han contribuido a mi formación profesional.

A todas las personas que utilizan la tecnología de la soldadura como medio para realizar su trabajo, y a todos los que por desconocimiento de esta información han tenido accidentes.

ALEXANDRA BENAVIDES

INDICE

CAPÍTULO I

1. Introducción.....	1
-----------------------------	----------

CAPÍTULO II

2. Fundamentos teóricos de seguridad en procesos de soldadura y corte.....	4
---	----------

2.1. Riesgos para la salud por la soldadura.....	5
--	---

2.1.1. Gases y humos.....	5
---------------------------	---

2.1.2. Otros peligros a la salud.....	7
---------------------------------------	---

2.2. Reducción de los peligros de la soldadura.....	9
--	----------

2.3. Definiciones relacionadas con seguridad industrial.....	10
---	-----------

2.3.1. Accidente de trabajo.....	10
----------------------------------	----

2.3.2. Actividades de soldadura y corte.....	10
--	----

2.3.3. Análisis de riesgo potencial.....	10
--	----

2.3.4. Área de trabajo.....	10
-----------------------------	----

2.3.5. Atmósfera explosiva.....	10
---------------------------------	----

2.3.6. Atmósfera no respirable.....	10
-------------------------------------	----

2.3.7. Autorización.....	10
--------------------------	----

2.3.8. Caseta de soldar.....	11
------------------------------	----

2.3.9. Corte.....	11
-------------------	----

2.3.10. Enfermedad del trabajo.....	11
-------------------------------------	----

2.3.11. Escoria.....	11
----------------------	----

2.3.12. Espacio confinado.....	11
--------------------------------	----

2.3.13. Fuente de ignición.....	11
---------------------------------	----

2.3.14. Gases combustibles.....	11
---------------------------------	----

2.3.15. Mampara.....	12
----------------------	----

2.3.16. Material base.....	12
----------------------------	----

2.3.17. Material de consumo.....	12
----------------------------------	----

2.3.18. Material resistente al fuego.....	12
---	----

2.3.19. Radiación ultravioleta.....	12
-------------------------------------	----

2.3.20. Riesgos de trabajo.....	12
---------------------------------	----

2.3.21. Soldadura.....	12
------------------------	----

CAPÍTULO III

3. Seguridad en soldadura, corte y procesos relacionados.....	13
--	-----------

3.1. Aspectos Generales.....	14
------------------------------	----

3.1.1. Propósito y Alcance.....	14
---------------------------------	----

3.2. Definiciones.....	15
-------------------------------	-----------

3.2.1. Aceptado.....	15
----------------------	----

3.2.2. Espacio confinado.....	16
-------------------------------	----

3.2.3. Almacenamiento de cilindros.....	16
---	----

3.2.4. Peligro inmediato para la vida o la salud (IDHL).....	16
--	----

3.2.5. Otras definiciones.....	17
--------------------------------	----

3.2.6. Persona calificada.....	17
3.2.7. Deben.....	17
3.2.8. Deberían.....	17
3.2.9. Unidad.....	17
3.2.10. Soldador.....	17
3.3. Prevenciones generales, gerencia y supervisión.....	17
3.3.1. Equipo e instalación.....	17
3.3.2. Responsabilidades.....	18
3.4. Protección del personal y el área en general.....	21
3.4.1. Protección del área en general.....	21
3.4.2. Protección para la cara y los ojos.....	23
3.4.3. Ropa de protección.....	26
3.4.4. Control del ruido.....	28
3.4.5. Equipo de protección respiratorio.....	28
3.4.6. Entrenamiento.....	29
3.5. Ventilación.....	29
3.5.1. General.....	29
3.5.2. Probando la zona de respiración.....	31
3.5.3. Evitar el humo.....	31
3.5.4. Tipos de ventilación.....	31
3.5.5. Corresponde a la ventilación especial.....	32
3.6. Fuego prevención y protección.....	35
3.6.1. Áreas que contienen combustibles.....	35
3.6.2. Protección contra el fuego.....	36
3.6.3. Autorización para trabajo en caliente.....	38
3.6.4. Soldadura o corte en contenedores.....	39
3.7. Espacios confinados.....	39
3.7.1. Ventilación en espacios confinados.....	39
3.7.2. Localización del equipo de servicio.....	41
3.7.3. Áreas adyacentes.....	42
3.7.4. Señales de emergencia.....	42
3.7.5. Acompañantes en áreas inmediatamente peligrosas para la vida o la salud (IDHL).....	42
3.7.6. Soldadura fuerte por hornos.....	43
3.8. Exhibiciones y demostraciones en público.....	44
3.8.1. Aplicación.....	44
3.8.2. Supervisión.....	44
3.8.3. Lugar.....	44
3.8.4. Protección contra el fuego.....	44
3.8.5. Protección del público.....	45
3.8.6. Cilindros.....	45
3.8.7. Sistema de mangueras, cables y tuberías.....	46

3.9. Información preventiva	46
3.9.1. General.....	46
3.9.2. Información preventiva para soldadura por arco, procesos relacionados y equipos.....	47
3.9.3. Información preventiva para el equipo y los procesos con gas oxcombustible.....	47
3.9.4. Información de los materiales de riesgo.....	48
3.9.5. Soldadura fuerte metales de relleno que contienen cadmio.....	48
3.9.6. Soldadura fuerte y fundentes para soldadura con gas que con contienen fluoruros.....	48
3.9.7. Hojas de datos de seguridad de los materiales (MSDSs).....	49
3.9.8. Símbolos gráficos.....	49
3.9.9. Comunicaciones de riesgo.....	49

CAPÍTULO IV

4. Procesos específicos	50
4.1. Seguridad en soldadura y corte con gas oxcombustible.....	50
4.1.1. Alcance.....	50
4.1.2. Terminología.....	50
4.1.3. Oxígeno y combustibles.....	51
4.1.4. Accesorios para la mezcla de gases.....	51
4.1.5. Antorchas.....	52
4.1.6. Mangueras y conexiones de mangueras.....	53
4.1.7. Regulador reductor de presión.....	55
4.1.8. Cilindros de gas oxcombustible y comprimido (recipientes).....	56
4.1.9. Distribuidores de cilindro.....	65
4.2. Seguridad y equipos para soldadura y corte por arco	66
4.2.1. General.....	66
4.2.2. Aspectos de seguridad en la selección del equipo de soldadura por arco.....	67
4.2.3. Instalación del equipo de soldadura por arco.....	70
4.2.4. Funcionamiento.....	74
4.2.5. Mantenimiento.....	77
4.3. Seguridad en soldadura por resistencia	79
4.3.1. General.....	79
4.3.2. Instalación.....	80
4.3.3. Resguardos.....	80
4.3.4. Electricidad.....	82
4.3.5. Dispositivos estáticos de seguridad.....	84
4.3.6. Ventilación.....	84
4.3.7. Mantenimiento.....	84
4.4. Procesos de soldadura y corte con haz de electrones (EBW y EBC)	85
4.4.1. General.....	85
4.4.2. Riesgos Potenciales.....	85
4.5. Soldadura y corte por rayos láser	87
4.5.1. General.....	87

4.6. Seguridad en soldadura fuerte (brazing) y soldadura blanda (soldering)....	87
4.6.1. General.....	87
4.6.2. Riesgos potenciales.....	88

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones.....	92
5.2. Recomendaciones.....	95

Bibliografía.....	97
--------------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO 1 Diagrama maestro de soldadura y procesos relacionados de la Sociedad Americana de Soldadura AWS.

ANEXO 2 Tabla 1

ANEXO 3 Listado de normas para la seguridad y salud de Sociedad Americana de Soldadura AWS.

ANEXO 4 Listado de otras normas y documentos.

ANEXO 5 Figura 1 y Figura 2

ANEXO 6 Figura 3 y Figura 4

ANEXO 7 ANSI Z49.1:2005 Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los empresarios cuya visión va más allá de lo estético hacen un esfuerzo extraordinario para poder competir en estas épocas de globalización y aceptan el hecho de que para abrir mercados seguros la mejor ruta esta sin lugar a dudas en la calidad de su oferta.

El rol de la normalización técnica en el logro de mayores niveles de competitividad y desarrollo industrial, calidad en productos y servicios, protección de la salud, la vida y el medio ambiente de acuerdo al nuevo esquema tecnológico mundial se basa en el conocimiento de los procesos productivos y todas las circunstancias y peligros que envuelven los nuevos desarrollos tecnológicos elaborando reglamentos y normas que permitan desarrollar las actividades de una manera segura y eficiente tanto para las personas como para los bienes físicos y el medio ambiente.

En los últimos 10 años los efectos del proceso de modernización del sistema productivo en nuestro país debido a factores como la generalización del conocimiento en Internet, la apertura de mercados internacionales y el vertiginoso avance de la tecnología han exigido a las industrias la aplicación de normas extranjeras para el funcionamiento de sus procesos productivos, la información con que se cuenta en el Ecuador corresponde en su mayoría a normas emitidas por otros países y otros idiomas lo que dificulta el uso de las mismas así por ejemplo tenemos la norma ANSI Z49.1 que fue publicada por el Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI) esta norma trata sobre la seguridad en procesos de soldadura, corte y procesos relacionados, la cual es muy utilizada a nivel mundial y sirve de referencia en varios países.

La norma antes mencionada (ANSI Z49.1: 2005 Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes) tiene trascendental importancia para la protección del elemento humano que labora en el ámbito de la soldadura, en el país el tema de la seguridad no ha sido

suficientemente valorado ni desarrollado en el campo del quehacer productivo especialmente en lo referente a los procesos de soldadura y corte. Los trabajos de soldadura y corte de metal entrañan altos riesgos para la salud, y lamentablemente, la razón más frecuente de los accidentes y enfermedades laborales es la carencia de programas de adiestramiento y educación sobre Seguridad e Higiene Industrial en las empresas, así como la escasa generación de normas y reglamentos que normalicen y regulen el funcionamiento seguro de los procesos antes mencionados.

Al hacer un análisis a los procesos productivos desde sus inicios se determina que, cuando la realización de un trabajo requiere del uso de energía calórica para fundir un metal, se generan una serie de riesgos potenciales y situaciones inseguras como incendios, quemaduras en los operadores y exposición a altas temperaturas entre otras como aspectos externos, pero profundizando un poco, es posible encontrarse con otros riesgos que van ligados directamente con la salud del trabajador como las radiaciones (UV, IR) y deslumbramientos, los respirables: polvos, humos metálicos, y gases, que son los representantes del Riesgo Oculto. Los entornos de trabajo típicos también pueden incluir el peligro de tropezar con los cables de energía, puede haber personal trabajando en alturas, y podría haber riesgos asociados al trabajo en espacios cerrados.

Estos posibles riesgos hacen necesario y fundamental un profundo conocimiento por parte de los usuarios, tanto del correcto funcionamiento de los equipos, como de las circunstancias del entorno que puedan propiciar accidentes más o menos graves, por lo que la determinación de los actos o condiciones inseguras en: el equipo, material base, material de aporte, gases combustibles que se emplean para soldar o cortar, áreas de trabajo, tiempo de exposición, equipo de protección personal y concentración de contaminantes, o la falta de capacitación del soldador que conducen a accidentes o enfermedades de trabajo durante la actividad de soldadura o corte, y que cooperan a causar daños a la salud y vida de los trabajadores, a terceros o bien al centro de trabajo.

El presente Manual de Seguridad en Soldadura, Corte y Procesos Relacionados es una interpretación de la norma ANSI Z49.1:2005 "Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes", para su conocimiento, aplicación y difusión en la gestión de la

seguridad por parte de los responsables del trabajo y por parte de sus superiores, este manual será la guía para operadores, supervisores y gerentes, en la organización y uso seguro de los equipos de soldadura y corte, y en la ejecución segura de operaciones de soldadura y corte. Adicionalmente permitirá realizar la transferencia de información a educadores y estudiantes involucrados con las tecnologías de soldadura para su mejor formación académica, constituyéndose además como una guía de referencia para la elaboración de una norma de carácter nacional con miras a asegurar la protección de personas contra lesiones y enfermedades profesionales así como la protección de la propiedad pública y privada del daño que puede causar el fuego y las explosiones al ejecutar procesos de soldadura y corte.

En el presente manual se definen aspectos generales de la gestión de la seguridad en procesos de soldadura y corte, enfocándose hacia prácticas seguras al realizar procesos de soldadura, corte, y procesos relacionados, que generalmente están dentro del mando de aplicación del soldador y bajo el control ejercido por supervisores o jefes inmediatos. Se definen aspectos a considerar al momento de trabajar bajo condiciones de riesgo como por ejemplo ambientes con humo y gases, explosiones e incendios, quemaduras por contacto, lesiones por radiación infrarroja y ultravioleta, proyecciones de partículas a los ojos, ruido, etc.

En la parte final de este documento se tiene en los anexos un listado de normas de seguridad y salud de la AWS (American Welding Society) y otro listado de normas y documentos a los cuales se hace referencia a lo largo del presente manual en los cuales se puede profundizar sobre algún tema relacionado en particular, además se encuentra el diagrama maestro de procesos de soldadura y procesos relacionados de la AWS (American Welding Society), así como la norma ANSI Z49.1: 2005 Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes, en idioma Inglés.

A lo largo de todo este manual se hace referencia a otras normas o documentos en los cuales se ha mantenido el nombre original en idioma Inglés para facilitar su búsqueda, consulta o adquisición en internet y en otras publicaciones.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE SEGURIDAD EN PROCESOS DE SOLDADURA Y CORTE

Soldar y cortar metales son actividades que implican peligro, representan una combinación única de riesgos tanto para la seguridad como para la salud de más de 500 000 trabajadores en una amplia gama de industrias solamente en Estados Unidos. Según la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, Occupational Safety and Health Administration), sólo el riesgo de lesiones mortales es más de cuatro muertes por cada mil trabajadores en el ámbito de la vida laboral. Para proteger al trabajador al desempeñar operaciones de soldadura hay que comprender los peligros involucrados y las medidas correctas para controlarlos, el control de los peligros de soldar incluyen el evitar lesiones a los ojos, la protección respiratoria, ventilación en el área de trabajo, ropa de protección y equipo de seguridad.

El proceso de soldadura une piezas de metal usando calor, presión o ambas cosas, hay más de 80 tipos diferentes de procesos de soldadura, algunos de los más comunes son: soldadura por arco, que incluye el soldar con varilla (SMAW, Shielded Metal Arc Welding), soldadura por arco en atmósfera inerte con electrodo de tungsteno (GTAW, Gas Tungsten Arc Welding), soldadura por plasma (PAW, Plasma Arc Welding), soldadura por arco sumergido (SAW, Submerged Arc Welding); otros procesos de soldadura usan gas oxí-acetileno, corriente eléctrica, láser, rayos de electrones, fricción, ultrasonidos, reacciones químicas, calor de gases combustibles, y robots.

La soldadura fuerte y la soldadura blanda involucran un metal de relleno o una aleación (una combinación de metales), el cual tiene un punto de fusión más bajo que las piezas metálicas que se van a unir, los materiales de relleno (tales como el plomo y el cadmio) pueden ser muy tóxicos y hasta cancerígenos.

Cortar el metal por procesos térmicos involucra calentar el metal con una llama y aplicar un chorro de oxígeno puro por la línea que se va a cortar lo que significa producción de gases, humo, y partículas calientes.

2.1. RIESGOS PARA LA SALUD POR LA SOLDADURA

2.1.1. GASES Y HUMOS

El humo de la soldadura es una mezcla de partículas muy finas y gases. Muchas de las sustancias en el humo de la soldadura, tales como el cromo, níquel, arsénico, asbesto, manganeso, sílice, berilio, cadmio, óxidos de nitrógeno, fosgeno, acroleína, compuestos de flúor, monóxido de carbono, cobalto, cobre, plomo, ozono, selenio, y cinc pueden ser sumamente tóxicos.

Generalmente los humos y gases de la soldadura vienen de:

- El material base siendo soldado o el material de relleno que se usa;
- Los revestimientos y pinturas del metal que se está soldando, o los revestimientos en el electrodo;
- Gases de protección suministrados desde cilindros;
- Reacciones químicas que resultan de la acción de luz ultravioleta del arco, y calor;
- Contaminantes en el aire, por ejemplo vapores de limpiadores y disolventes, etc.

Los efectos para la salud por las exposiciones a la soldadura son difíciles de nombrar ya que los humos pueden contener tantas sustancias diferentes que tienen fama de ser perjudiciales, por las razones anteriormente mencionadas. Los componentes individuales del humo de la soldadura pueden afectar casi cualquier parte del cuerpo, incluyendo los pulmones, corazón, riñones y sistema nervioso central. Los soldadores que fuman tienen mayor riesgo de discapacidades que los soldadores que no fuman, aunque todos los soldadores corren riesgo.

La exposición al humo de la soldadura puede tener efectos de corto y largo plazo.

Efectos para la salud a corto plazo (agudo):

- La exposición a gases metálicos (tales como cinc, magnesio, cobre, y óxido de cobre) puede causar fiebre por humo de metal. Los síntomas de la fiebre por humo de metal pueden ocurrir de 4 a 12 horas después de la exposición, e incluyen escalofríos, sed, fiebre, dolores musculares, dolor del pecho, tos, dificultad al respirar, cansancio, náusea, y un sabor metálico en la boca.
- El humo de la soldadura también puede irritar los ojos, nariz, pecho, y tracto respiratorio y causar tos, dificultad al respirar, falta de aliento, bronquitis, edema pulmonar (líquido en los pulmones) y neumonitis (inflamación de los pulmones), efectos gastrointestinales, tales como náusea, pérdida de apetito, vómitos, calambres, y digestión lenta también han sido asociados con la soldadura.
- Algunos componentes de los vapores de la soldadura, por ejemplo el cadmio, pueden ser mortales en corto tiempo. Gases secundarios despididos por el proceso de soldadura también pueden ser sumamente peligrosos. Por ejemplo, la radiación ultravioleta despidida al soldar reacciona con el oxígeno y nitrógeno en el aire para formar ozono y óxidos de nitrógeno. Estos gases son mortales en concentraciones altas, y también pueden causar irritación de la nariz, garganta y enfermedades serias de los pulmones.
- Los rayos ultravioletas despididos por la soldadura pueden también reaccionar con disolventes de hidrocarburos clorados para formar gas fosgeno. Hasta una cantidad muy pequeña de fosgeno puede ser mortal, aunque los primeros síntomas de exposición mareos, escalofríos, y tos generalmente tardan entre 5 y 6 horas en presentarse, por lo que la soldadura por arco nunca debe realizarse dentro de un área de 200 metros de disolventes o equipos para quitar grasa.

Efectos para la salud a largo plazo (crónico):

- Estudios han demostrado que los soldadores corren un riesgo sumamente alto de padecer cáncer de pulmón, y posiblemente cáncer de laringe y del tracto urinario. Estas investigaciones no son sorprendentes en vista de las grandes cantidades de sustancias tóxicas en el humo de la soldadura incluyendo los agentes cancerígenos tales como el cadmio, níquel, berilio, cromo y arsénico.
- Los soldadores también pueden experimentar una variedad de problemas respiratorios crónicos, incluyendo bronquitis, asma, neumonía, enfisema,

neumoconiosis (se refiere a enfermedades relacionadas al polvo), capacidad disminuida de los pulmones, silicosis (causado por exposición al sílice), y siderosis (una enfermedad relacionada al polvo causada por polvo de óxido de hierro en los pulmones).

➤ Otros problemas de salud que se relacionan a la soldadura incluyen: enfermedades del corazón, enfermedades de la piel, pérdida de audición, gastritis crónica (inflamación del estómago), gastroduodenitis (inflamación del estómago e intestino delgado), y úlceras del estómago e intestino delgado, los soldadores expuestos a metales pesados tales como: cromo y níquel también han experimentado daño a los riñones.

➤ La soldadura también representa riesgos reproductivos para los soldadores, un estudio reciente encontró que los soldadores, especialmente los que trabajaban con acero inoxidable, tuvieron peor calidad de esperma que los hombres en otros tipos de trabajos, muchos estudios han mostrado un aumento de abortos espontáneos o concepción retardada entre soldadores y sus esposas, posibles causas incluyen exposición a:

- (1) Metales tales como aluminio, cromo, níquel, cadmio, hierro, manganeso y cobre;
- (2) Gases tales como gases nitrosos y ozono;
- (3) Calor; y
- (4) Radiaciones ionizantes (usadas para inspeccionar las juntas).

➤ Los soldadores que cortan o realizan soldadura en superficies cubiertas con aislamiento de asbesto corren el riesgo de asbestosis, cáncer de pulmón, mesotelioma y otras enfermedades relacionadas con el asbesto; los empleadores deben capacitarse y proporcionar a sus trabajadores equipo de protección apropiado antes de soldar cerca de material que contiene asbesto.

2.1.2. OTROS PELIGROS PARA LA SALUD

2.1.2.1. El Calor

➤ Chispas y el intenso calor al soldar pueden causar quemaduras, el contacto con escoria caliente, astillas de metal, chispas y electrodos calientes puede causar lesiones a los ojos.

- La exposición excesiva al calor puede desembocar en estrés por el calor o insolación, los soldadores deben estar concientes de los síntomas tales como cansancio, mareos, pérdida del apetito, náusea, dolor abdominal, e irritabilidad, la ventilación, los protectores, descansos y el tomar mucha agua fría protegerá a los trabajadores de los peligros relacionados con el calor.

2.1.2.2. Luz Visible y Radiación Ultravioleta e Infrarroja

- La luz intensa asociada con la soldadura por arco puede causar daños a la retina del ojo, mientras la radiación infrarroja puede dañar la córnea y facilitar la formación de cataratas.
- La invisible luz ultravioleta (UV) del arco puede causar “flash del soldador” después de hasta una exposición breve (menos de un minuto), los síntomas de ojo con arco usualmente ocurren muchas horas después de la exposición a luz ultravioleta, e incluyen una sensación de arena o basuritas en el ojo, visión borrosa, dolor intenso, ojos llorosos, ardor, y dolor de cabeza.
- El arco puede reflejarse en materiales del rededor y quemar a los demás trabajadores que se encuentren cerca, aproximadamente la mitad de las lesiones de flash del soldador ocurren a compañeros quienes no están soldando; los soldadores y cortadores que trabajan continuamente cerca de radiaciones ultravioletas sin la protección adecuada pueden sufrir daño permanente en los ojos.
- La exposición a la luz ultravioleta también puede causar quemaduras a la piel parecidas a las quemaduras del sol, y aumentar el riesgo de cáncer de la piel en el trabajador.

2.1.2.3. El Ruido

- La exposición al ruido fuerte puede dañar permanentemente la audición del soldador, el ruido también causa estrés y aumenta la presión arterial, y puede contribuir a enfermedades del corazón, el trabajar en ambientes ruidosos sobre largos periodos de tiempo puede hacer que los trabajadores estén cansados, nerviosos e irritables.

- Si se trabaja en un área ruidosa, el Estándar de Ruido de la OSHA, Código de Reglamentos Federales (CFR, por sus siglas en inglés) 1910.95¹ exige que el empleador evalúe los niveles de ruido para determinar su exposición, si el promedio del nivel de ruido excede los 85 decibeles por cada 8 horas, se debe proporcionar una selección de protección para los oídos y exámenes anuales de audición.

2.1.2.4. Lesiones Músculo Esqueléticas

Los soldadores tienen una preponderancia de quejas músculo esqueléticas, incluyendo lesiones a la espalda, dolor del hombro, tendinitis, reducción de la fuerza muscular, síndrome de túnel carpiano, dedo blanco y enfermedades de la coyuntura de la rodilla. Las posturas al trabajar (especialmente el soldar sobre cabeza, las vibraciones, y el levantar cosas pesadas) pueden todas contribuir a estas afecciones. Estos problemas pueden prevenirse al aplicar técnicas correctas de levantamiento:

- No trabajar en una sola posición por largos periodos de tiempo;
- Mantener el trabajo a un nivel cómodo;
- Usar un reposapiés al estar de pie por periodos largos;
- Colocar herramientas y materiales convenientemente; y
- Minimizar las vibraciones.

2.2. REDUCCIÓN DE LOS PELIGROS DE LA SOLDADURA

Antes de comenzar un trabajo de soldadura, es importante identificar los peligros de ese trabajo en particular, los peligros dependerán del tipo de soldadura, los materiales (metales bases, revestimientos, electrodos), y las condiciones ambientales (al aire libre o en un espacio reducido, por ejemplo).

Es importante contar con Hojas de Datos sobre la Seguridad de los Materiales (MSDSs, Material Safety Data Sheets) para identificar los materiales peligrosos usados en los productos de soldar y cortar, y los gases que tal vez se generen, algunos tales como aquellos despididos de la soldadura de una superficie cadmiada, pueden ser mortales en poco tiempo, una vez identificado el riesgo, los controles apropiados pueden implementarse.

¹ Ver: <http://www.osha.gov>

2.3. DEFINICIONES RELACIONADAS CON SEGURIDAD INDUSTRIAL²

2.3.1 ACCIDENTE DE TRABAJO: es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, a la muerte, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se presente.

2.3.2. ACTIVIDADES DE SOLDADURA Y CORTE: son todos aquellos procesos y procedimientos que se desarrollan de manera permanente, provisional o en caso de mantenimiento a nivel de piso, altura, sótano, espacio confinado o en recipientes que contengan o hayan contenido residuos inflamables o explosivos para que el trabajador realice la unión, separación o perforación de metales.

2.3.3. ANÁLISIS DE RIESGO POTENCIAL: es la determinación de los actos o condiciones inseguras en: el equipo, materiales base, de aporte, gases combustibles que se emplean para soldar o cortar, áreas de trabajo, tiempo de exposición, equipo de protección personal y concentración de contaminantes, o la falta de capacitación del soldador que conducen a accidentes o enfermedades de trabajo durante la actividad de soldadura o corte.

2.3.4. ÁREA DE TRABAJO: es el lugar específico en donde se llevan a cabo las actividades de soldadura y corte.

2.3.5. ATMÓSFERA EXPLOSIVA: es la concentración ambiental de sustancias químicas peligrosas, que se encuentra entre los límites inferior y superior de inflamabilidad.

2.3.6. ATMÓSFERA NO RESPIRABLE: es el medio ambiente laboral con deficiencia o exceso de oxígeno.

2.3.7. AUTORIZACIÓN: es el acto mediante el cual el patrón, o una persona designada por éste, permite por escrito que un trabajador capacitado realice trabajos de soldadura

² Ver: <http://www.cofemermir.gob.mx>

y corte, en un área no designada específicamente para la realización de estas actividades.

2.3.8. CASETA DE SOLDAR: es el espacio destinado para realizar actividades de soldadura y corte, que permite proteger a terceros de quemaduras y radiación.

2.3.9. CORTE: es la actividad por medio de la cual se separa un material metálico, al fundir un área específica, por medio del calor del arco que se establece entre el electrodo y el material base, o por la reacción química del oxígeno y el gas combustible con el metal base.

2.3.10. ENFERMEDAD DEL TRABAJO: es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

2.3.11. ESCORIA: es un material sólido no metálico proveniente del revestimiento del electrodo o de algún material extraño, que queda atrapado en el metal de la soldadura o entre éste y el metal base, al momento de soldar o cortar por cualquier proceso de soldadura.

2.3.12. ESPACIO CONFINADO: es un lugar lo suficientemente amplio, con ventilación natural deficiente, configurado de tal manera que una persona puede en su interior desempeñar una tarea asignada, que no está diseñado para ser ocupado por una persona en forma continua y en el cual se realizan trabajos específicos ocasionalmente.

2.3.13. FUENTE DE IGNICIÓN: es cualquier chispa, escoria o material con características tales que puedan, en combinación con cantidades adecuadas de comburente o combustible, ser factor de riesgo de incendio o explosión.

2.3.14. GASES COMBUSTIBLES: son gases que generalmente en combinación con el oxígeno, son usados para el proceso de soldadura o corte. Algunos de ellos son: el acetileno, el gas natural, el hidrógeno, el propano, el propadieno-metilacetileno estabilizado, y otros combustibles sintéticos e hidrocarburos.

2.3.15. MAMPARA: es un cancel o biombo portátil, que sirve para proteger de radiaciones, chispas o material incandescente a terceros, en las actividades de soldadura y corte.

2.3.16. MATERIAL BASE: es aquel material que va a ser soldado o cortado por cualquier proceso de soldadura o corte.

2.3.17. MATERIAL DE CONSUMO: son todos aquellos medios que se acoplan a los equipos de soldadura y corte y que sufren deterioro durante su uso, éstos pueden ser sopletes, mangueras, conectores, boquillas y unidad de alimentación de alambre, entre otras.

2.3.18. MATERIAL RESISTENTE AL FUEGO: es todo aquel material que no es combustible y que sujeto a la acción del fuego, no arde ni genera humos o vapores tóxicos, ni falla mecánicamente por un período de al menos dos horas, según los esfuerzos a los que es sometido.

2.3.19. RADIACIÓN ULTRAVIOLETA: es una forma de radiación electromagnética de longitud de onda más corta que la de la luz visible (desde de 1 nm hasta 400 nm), producida por las actividades de soldadura y corte, cuyo poder de penetración por un tiempo prolongado, ocasiona lesiones irreversibles a la retina y excita la producción de melanina protectora de las capas de la piel.

2.3.20. RIESGOS DE TRABAJO: son los accidentes y enfermedades a los que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo de su trabajo.

2.3.21. SOLDADURA: es la coalescencia localizada de metales, producida por el calentamiento de los materiales metálicos a una temperatura apropiada, con o sin aplicación de presión y con o sin empleo de material de aporte para la unión.

CAPÍTULO III

3. SEGURIDAD EN SOLDADURA, CORTE, Y PROCESOS RELACIONADOS

Los peligros relacionados con la soldadura constituyen una combinación de riesgos contra la salud y la seguridad. Por su propia naturaleza, la soldadura produce humos y ruido, emite radiación, hace uso de electricidad, gases, y puede provocar quemaduras, descargas eléctricas, incendios y explosiones.

La mejor forma de prevenir los accidentes es eliminar los riesgos o controlarlos desde su origen. Esto ha generado la implementación del uso de ropa de seguridad y de gran variedad de dispositivos de protección personal y de desarrollo de prevención a seguir.

Razones por las cuales se describen los siguientes aspectos generales para precautelar la vida y la seguridad de las personas así como la utilización segura de los equipos.

La Norma Nacional Americana ANSI Z49.1:2005 utiliza un formato de dos columnas el cual provee de requisitos específicos e información de apoyo. La columna izquierda se designa como "Requerimientos de la Norma" y la columna derecha se designa como "Información Explicativa", el número del párrafo de la Información explicativa es precedido por la letra "E."

En el presente manual se muestra la información en una sola columna justificada al ancho de la página, la "Información Explicativa" se encuentra a continuación del numeral correspondiente precedido de la letra "E".

3.1. ASPECTOS GENERALES

3.1.1. PROPÓSITO Y ALCANCE

3.1.1.1. Propósito. Este manual es para la protección de personas de lesiones y enfermedades y la protección de la propiedad (incluso el equipo) del daño por el fuego y explosiones que se originan por soldadura, corte, y procesos relacionados.

E3.1.1.1. Iniciando con la revisión de 1983, el alcance de la norma ANSI Z49.1 se ha reenfocado hacia prácticas seguras para realizar la soldadura, corte, y procesos relacionados, que generalmente están dentro del mando de aplicación del soldador o la gerencia de compras de soldadura. Se escribe de una manera conveniente para la emisión al soldador y la gerencia de compras dando información práctica para ayudar a realizar estas funciones de forma segura. Contiene también información útil para educadores, higienistas industriales, ingenieros, y las partes similares responsables de la seguridad y salud en soldadura. En el reenfoque del alcance, se han anulado algunas prevenciones que aparecían en ediciones anteriores. Esas eran prevenciones que trataban más en materia de diseño del edificio y construcción, facilidad de tuberías, e instalaciones eléctricas. Esas prevenciones, por supuesto, todavía son importantes, necesarias y deben seguirse. Esas no son prevenciones usuales bajo el mando inmediato de operaciones de soldadura y corte.

3.1.1.2. Alcance y Campo de Aplicación. Este manual será la guía para educadores, operadores, gerentes, y supervisores en el arreglo y uso seguro de los equipos de soldadura y corte, y la ejecución segura de operaciones de soldadura y corte.

E3.1.1.2. Son incluidas prevenciones específicas para gas oxicombustible, soldadura y corte por arco, soldadura por resistencia, soldadura por haz de electrones, soldadura y corte por rayos láser, soldadura fuerte y soldadura blanda.

Sin embargo, los requisitos de este manual son generalmente aplicables a los otros procesos de la soldadura como soldadura por arco sumergido y procesos relacionados mostrados en el Diagrama Maestro de Soldadura y Procesos Relacionados de la Sociedad Americana de Soldadura. (Ver ANEXO 1)

3.1.1.3. Exclusiones. A este manual no pertenecerá lo siguiente:

- (1) Pautas para el diseño o fabricación del equipo
- (2) Construcción de sistemas de tuberías
- (3) Sistemas de protección de la tubería y toma de corriente de los equipos de la planta
- (4) Sistemas de suministro de gas
- (5) Construcción de instalaciones eléctricas.

E3.1.1.3. Algunos de estos artículos estaban incluidos en publicaciones anteriores de la norma. Estos artículos se eliminaron de ANSI Z49.1 para evitar estar incluidos en dos normas separadas bajo auspicios separados que pueden llevar a conflicto o confusión entre las normas. Éstos están contenidos en las normas y códigos de la Asociación Nacional de la Protección contra el Fuego (NFPA) como sigue:

- (1) Sistemas de tubería para gas oxicomcombustible, dispositivos de protección para tuberías, y toma corriente de los equipos de la planta - ANSI/NFPA 51, Standard for the Design and Installation of Oxygen – Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes
- (2) Almacenamiento y distribución de múltiples cilindros de gas - ANSI/NFPA 51
- (3) Almacenamiento de generadores de acetileno y de carburo de calcio - ANSI/NFPA 51
- (4) Sistema de abastecimiento de oxígeno - ANSI/NFPA 50, Standard for Bulk Oxygen Systems at Consumer Sites
- (5) Abastecimiento de gas-LP y sistemas MPS - ANSI/NFPA 58, Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases
- (6) Construcción de instalaciones eléctricas - ANSI/NFPA 70, National Electrical Code®,
- (7) Maquinaria industrial - ANSI/NFPA 79, Electrical Standard for Industrial Machinery.

3.2. DEFINICIONES

Las siguientes definiciones aplicarán a este manual.

3.2.1. ACEPTADO. Aprobado y aprobación como se usa en este manual significa aceptable a la autoridad que tiene jurisdicción.

3.2.1.1. Autoridad que tiene Jurisdicción. Este término se refiere a la organización, oficina, o persona responsable de "aprobar" un equipo, una instalación, o un procedimiento.

3.2.1.2. Listado. Este término significa que el equipo o material incluidos en una lista publicada por un laboratorio reconocido nacionalmente prueba que mantiene inspección periódica de producción, de equipo o materiales.

3.2.2. ESPACIO CONFINADO. Se refiere a un espacio relativamente pequeño o restringido como un tanque, caldero, recipiente de presión, o compartimiento pequeño. El encierro implica ventilación pobre como resultado de la construcción, tamaño, o forma en lugar de restricción de salida del personal.

E3.2.2. Para información adicional, ver ANSI Z117.1, Safety Requirements for Confined Spaces, o la correspondiente norma OSHA.

3.2.3. ALMACENAMIENTO DE CILINDROS. Se refiere a los cilindros de gas comprimido que están de pie en el sitio (no aquéllos en uso o acoplados listos para el uso).

3.2.3.1. Cilindros en Uso. Este término se refiere a lo siguiente:

- (1) Cilindros conectados para el uso,
- (2) un solo cilindro de gas en cada lugar de utilización, listo para ser conectado, o,
- (3) un suministro diario de cilindros, en el lugar de utilización, listo para ser conectado.

3.2.4. PELIGRO INMEDIATO PARA LA VIDA O LA SALUD (IDLH).

IDLH es una condición que propone una amenaza inmediata de pérdida de la vida; puede producir efectos inmediatos severos o irreversibles para la salud, u otras condiciones que podrían escapar solamente del daño.

3.2.5. OTRAS DEFINICIONES. Todos los otros términos de la soldadura utilizados aquí están de acuerdo con la edición actual de AWS A3.0, Standard Welding Terms and Definitions .

3.2.6. PERSONA CALIFICADA. Es la persona que por razones de entrenamiento, educación y experiencia es conocedor de la función a ser realizada y es competente para juzgar los riesgos que esto implica.

3.2.7. DEBEN. Se usa para indicar prevenciones que son obligatorias.

3.2.8. DEBERÍAN. O esto es recomendado es usado para indicar prevenciones que no son obligatorias.

3.2.9. UNIDAD. Se dan valores numéricos en EE.UU. Unidades de costumbre y métricas (SI).

3.2.10. SOLDADOR. "Soldador" y "operador de soldadura" es usado intencionalmente como se designa a cualquier operador de gas oxcombustible o equipos eléctricos de soldadura, corte, o procesos relacionados.

E3.2.10 Este término también incluye a educadores y estudiantes que están inmersos en actividades similares.

3.3. PREVENCIÓNES GENERALES, GERENCIA, Y SUPERVISIÓN

3.3.1. EQUIPO E INSTALACIÓN

3.3.1.1. Equipo y Condiciones de Mantenimiento. Todos los equipos de soldadura y corte deben ser inspeccionados como lo exige la condición para operar con seguridad. Cuando se encuentran incapaces para funcionar de forma segura y fiable, los equipos deben ser reparados por personal calificado previo a su próximo uso o se retirarán de servicio.

3.3.1.2. Funcionamiento. Todos los equipos deben funcionar de acuerdo con las recomendaciones e instrucciones del fabricante, con tal de que éstas sean consistentes con este manual.

E3.3.1.2. La mayoría de los fabricantes proporciona información de seguridad junto con información de operación y mantenimiento. Los operadores deberían familiarizarse, y seguir, con esa información de seguridad.

3.3.1.3. Equipo Pesado Portátil Sobre Ruedas. Los equipos pesados portátiles montados sobre ruedas deben ser posicionados y afianzados para prevenir movimientos accidentales antes de que empiecen a funcionar.

E3.3.1.3. Ver 3.7.2.2 para información adicional.

3.3.2. RESPONSABILIDADES. Operadores y dirección deben reconocer mutuas responsabilidades con respecto a la seguridad en soldadura y corte.

3.3.2.1. Gerencia

E3.3.2.1 El uso de este manual incluye a todas las personas que tienen su parte de responsabilidad en las operaciones de soldadura, como dueños, contratistas y otros.

3.3.2.1.1. Entrenamiento. La gerencia debe asegurar que los soldadores y supervisores están entrenados en el funcionamiento seguro del equipo, uso seguro del proceso, y procedimientos de emergencia.

3.3.2.1.2. Comunicación de Riesgos. La gerencia debe asegurar que los riesgos y las precauciones de seguridad se comunican antes de iniciar el trabajo y son comprendidas por los trabajadores.

E3.3.2.1.2 Los riesgos que pueden estar involucrados en soldadura son comunicados a los usuarios a través de las instrucciones de los fabricantes, hojas de datos para seguridad de materiales, y etiquetado del producto. Ver Sección 3.9, de este manual, Información Preventiva y Etiquetado. Ver OSHA 29 CFR, Sección 1910.1200, Hazard Communication Standard.

3.3.2.1.3. Designación de Áreas y Responsabilidades.

La gestión debe designar y aprobar áreas, y establecer procedimientos seguros para soldadura y corte.

Un representante designado por la gerencia debe ser el responsable para autorizar operaciones de soldadura y corte en áreas no especificadas designadas o aprobadas para tales procesos. La gestión debe asegurar que la persona es consciente de los riesgos y esta familiarizada con las prevenciones de este manual.

3.3.2.1.4. Aprobación de Equipos. La gerencia debe asegurar la aprobación de aparatos tales como, antorchas, distribuidores, reguladores, válvulas reductoras de presión, generadores de acetileno, máquinas soldadoras, porta electrodos, y los dispositivos de protección para uso del personal.

3.3.2.1.5. Contratistas. La gerencia debe seleccionar a contratistas que proporcionen personal especializado y calificado, con conocimiento de los riesgos que involucra realizar soldaduras. La gerencia debe advertir a los contratistas sobre materiales inflamables o situaciones de riesgo específicas del lugar de trabajo.

E3.3.2.1.5. Para los propósitos de este manual, la ejecución del contrato, la responsabilidad del soldador recae en la gerencia y supervisión del contratista.

3.3.2.2. Supervisores

E3.3.2.2. El uso de este manual incluye a todas las personas que son responsables de supervisar las operaciones de soldadura como dueños, contratistas, educadores, y otros.

3.3.2.2.1. Uso seguro del Equipo. Los supervisores deben ser los responsables del manejo seguro del equipo de soldadura y uso seguro del proceso de soldadura.

3.3.2.2.2. Riesgos del Fuego. Los supervisores determinarán que materiales son inflamables y combustibles y probablemente están presentes en el lugar de trabajo. Ellos deben asegurar que dichos materiales no se exponen a la ignición tomando una o más de las siguientes acciones:

- (1) Tienen que trasladar el trabajo a un lugar libre de combustibles y lejos de áreas de riesgo.
- (2) Tienen que cambiar de lugar a los combustibles a una distancia segura para realizar el trabajo o propiamente protegerlos contra la ignición si el trabajo no puede trasladarse rápidamente.
- (3) Fijar el tiempo para soldadura y corte de manera que dichos materiales no sean expuestos durante la ejecución de esas operaciones.

3.3.2.2.3. Autorización. La autorización para operaciones de soldadura o corte se debe obtener del representante designado por la gestión antes de iniciar un trabajo en caliente o para ingresar a un espacio restringido. Los supervisores deben vigilar que el soldador tiene la aprobación y que las condiciones son seguras antes de proseguir.

E3.3.2.2.3 Ver 3.6.3 y 3.7.1. Hay algunas circunstancias donde la autorización debe escribirse; por ejemplo, permiso requerido para la entrada a un espacio confinado. Ver OSHA 29 CFR, Sección 1910.146, Permit-Required Confined Space Standard.

3.3.2.2.4. Equipo de Protección y Protección contra el Fuego. La gerencia debe asegurar la apropiada protección del personal y el uso del equipo de protección contra el fuego. Ellos deben asegurar la protección contra el fuego y propiamente la ubicación del equipo de extintores de fuego, y asignar donde se requiera observadores para el fuego que sigan los procedimientos de autorización de trabajo en caliente.

Donde no se requieren observadores para el fuego, una inspección final debe ser hecha por un supervisor.

E3.3.2.2.4 Ver 3.6.2, 3.6.3, y 3.6.4. La inspección normalmente se hace una media hora después de la realización de las operaciones de soldadura para descubrir y extinguir posibles fuegos ardiendo sin llama. Estar alerta por circunstancias que pueden requerir una extensión del intervalo final de inspección.

3.3.2.3. Soldadores

3.3.2.3.1. Manejo Seguro del Equipo. Los soldadores deben entender los riesgos de la operación a ser realizada y los procedimientos a usarse para controlar

condiciones de riesgo. Los soldadores deben manejar el equipo de forma segura y utilizarlo sin poner en peligro sus vidas y la propiedad.

E3.3.2.3.1 Los soldadores hacen la elección final soldar o no soldar. Ellos necesitan entender los riesgos antes de proceder.

3.3.2.3.2. Permiso. Los soldadores deben tener permiso de la gerencia antes de empezar a soldar o cortar. Deben continuar soldando o cortando sólo si las condiciones para las que fue concedido el permiso están inalteradas.

E3.3.2.3.2 Ver 3.6.3. En muchos establecimientos, la gestión concede permiso general para cortar y soldar donde los riesgos de fuego no están presentes.

3.3.2.3.3. Condiciones de Seguridad. Los soldadores deben cortar o soldar donde todas las precauciones de seguridad estén juntas.

E3.3.2.3.3 No trabajar solo donde las condiciones son sobre todo arriesgadas, como donde el choque eléctrico es un riesgo, o donde la ventilación es escasa, etc.

3.3.2.3.4. Advertencia de Materiales Calientes. Donde otros pueden estar inadvertidamente en contacto con material que permanece caliente luego de soldar, se debe colocar un aviso.

3.4. PROTECCIÓN DEL PERSONAL Y EL ÁREA EN GENERAL

3.4.1. PROTECCIÓN DEL ÁREA EN GENERAL

3.4.1.1. Equipo. Los equipos de soldadura, máquinas, cable, y otros aparatos deben ser colocados donde no presenten riesgo para el personal.

E3.4.1.1 Por ejemplo, en lugares como pasadizos, deberían guardarse escaleras de mano, o escaleras desmontables.

3.4.1.2. Señales. Se deben fijar señales designando las áreas de soldadura, e indicando las protecciones para los ojos y si son aplicables otros dispositivos de protección.

E4.1.2 Información adicional preventiva debe ser colocada cuando las circunstancias presentan riesgos adicionales.

3.4.1.3. Pantallas Protectoras. Trabajadores y otras personas adyacentes a las áreas de soldadura se deben proteger de la energía radiante y salpicaduras producto de la soldadura y corte con pantallas o defensas no combustibles resistentes a la llama, o se debe exigir llevar puesto protecciones para los ojos y la cara, y ropa de seguridad.

E3.4.1.3 Son permitidos los materiales semitransparentes para la protección contra la radiación. Las pantallas deberían permitir circulación de aire al nivel del suelo así como sobre la pantalla. Consultar en ANSI / NFPA 701, Standard Methods of Fire Tests for Flame Propagation Textiles and Films, información sobre criterios de resistencia a la ignición. Para información adicional sobre protección contra la radiación, ver 3.4.2.2. La intensidad del arco y la energía radiante dependen de muchos factores, incluyendo corriente, voltaje, y los materiales empleados. Ver 3.4.2.2.

3.4.1.4. Reflectividad. Donde se lleva a cabo la soldadura por arco regularmente, las paredes adyacentes y otras superficies tendrán baja reflectividad a la radiación ultravioleta.

E4.1.4 Acabados formulados con pigmentos como dióxido de titanio u óxido de cinc tienen baja reflectividad a la radiación ultravioleta. Pueden agregarse pigmentos de colores si ellos no aumentan la reflectividad. Anteriormente se recomendaba una lámpara negra como un aditivo a la pintura, pero reduce luz visible y es por lo tanto menos deseable en vista de la necesidad de buena iluminación así como la absorción de la radiación ultravioleta.

Pigmentos hechos para pulverizar o dividir en hojuelas a los metales no se recomiendan debido a su alta reflectividad con la radiación ultravioleta.

Las cortinas de soldadura son otra forma de reducir la reflectividad. Para mayor información, ver Ultraviolet Reflectance of Paint, disponible y publicado por la Sociedad Americana de Soldadura.

3.4.1.5. Cabinas de Soldadura. Donde las operaciones permitan, las estaciones de soldadura deben ser separadas por pantallas o defensas no combustibles con características como las descritas en 3.4.1.3.

3.4.2. PROTECCIÓN PARA LA CARA Y LOS OJOS. Deben cumplir con ANSI Z87.1, Occupational and Educational Eye and Face Protection Devices.

3.4.2.1. Selección del Tipo

3.4.2.1.1. Arco de Soldadura y Arco de Corte con Arcos Abiertos. Cascos con lentes de filtro, lentes con tapa y guantes deben ser utilizados por operadores y el personal cercano cuando estén observando el arco.

Protecciones como gafas con defensas laterales, gafas protectoras para el arco u otra protección aceptada también deben llevarse.

E4.2.1.1 Cascos para soldadura con lentes de filtro se proponen para proteger a los usuarios de los rayos del arco, de las chispas y salpicaduras de la soldadura que chocan directamente contra el casco. No se recomiendan para proteger contra escorias, fragmentos de esmerilado, rollo de alambre de púas, y riesgos similares. Gafas con defensas laterales o gafas protectoras también deberían llevarse para proteger contra estos riesgos. Las gafas o gafas protectoras pueden tener lentes claros o con filtros, dependiendo de la cantidad de exposición a la radiación de la soldadura o corte (ver ANEXO 2). Otras personas en el área inmediata de la soldadura deberían llevar protecciones similares para los ojos. Soldando con cascos no se protegerán contra el impacto severo de fragmentos de ruedas de esmeril, discos abrasivos, o dispositivos explosivos.

3.4.2.1.2. Soldadura y Corte con Gas Oxidcombustible y Soldadura por Arco Sumergido. Gafas protectoras u otra protección aceptada se debe llevar durante todas las operaciones de soldadura y corte con gas oxidcombustible y soldadura por arco sumergido.

E3.4.2.1.2 Se recomienda que las protecciones para los ojos incluyan defensas laterales (ver ANEXO 2).

3.4.2.1.3. Soldadura por Resistencia y Soldadura Blanda. Operadores y auxiliares de equipos de soldadura por resistencia y soldadura blanda deben usar gafas, gafas protectoras, o defensas para la cara, dependiendo del trabajo en particular, para proteger su cara y ojos.

3.4.2.1.4. Longitud de Área de Visualización. Con respecto a la longitud de área de visualización, como en entrenamientos, demostraciones, presentaciones, se debe permitir usar ciertos equipos de soldadura automáticos, una ventana grande de filtro o cortina en lugar de cascos individuales, guantes, o gafas protectoras. La transmisión de la radiación por la ventana o el material de la cortina debe ser equivalente a ANSI Z87.1 para el número de la penumbra apropiado para la operación de soldadura o corte.

Adicionalmente, se deben proporcionar arreglos convenientes para prevenir la visualización directa del arco sin protección del filtro y para proteger a los espectadores de las chispas y escoria cortante.

3.4.2.2. Requisitos para Protección de Ojos y Cara

3.4.2.2.1. Lentes de Filtro. Los lentes de filtro estarán de acuerdo con ANSI Z87.1, y la penumbra se seleccionará de acuerdo con AWS F2.2, Seleccionador de Penumbra de Lente, (ver ANEXO 2).

E3.4.2.2.1 Ver última edición de AWS F2.2. los filtros de los lentes deberían ser libres de cualquier falla que puede distraer, bloquear, o por otra parte dañar la visión. Las personas con condiciones especiales en los ojos deberían consultar a su médico para información específica sobre equipo de protección.

3.4.2.2.2. Propiedades del Material. Casco y guantes deben ser hechos de material aislante térmico y eléctrico, no combustible o de extinción automática, y que opaque la visión a la radiación ultravioleta, e infrarroja, y obedecerá a los requisitos de ANSI Z87.1, Occupational and Educational Eye and Face Protection Devices.

E3.4.2.2.2 Ver ANSI Z87.1 para limpieza de cascos, protecciones, y gafas de seguridad. Cascos de soldadura, guantes, y gafas de seguridad obedeciendo a ANSI Z87.1, deben ser limitados en combustibilidad.

3.4.2.2.3. Área de Protección. Cuando hay una posibilidad de exposición arriesgada, los cascos y guantes deben proteger la cara, frente, cuello, y orejas, a una línea vertical detrás de las orejas, de la energía radiante directa del arco, y de la salpicadura de la soldadura directa.

E3.4.2.2.3 Algunos procesos de baja corriente, como micro Arco de Plasma, pueden no presentar riesgo de radiación, pero pueden tener una exposición a salpicaduras. Por consiguiente, deben proporcionarse lentes de seguridad a operadores aun cuando no hay riesgo de radiación.

3.4.2.2.4. Efecto de los Materiales en la Piel. Los materiales en contacto con el cuerpo no deben irritar o decolorar la piel rápidamente.

3.4.2.2.5. Ventilación en Gafas Protectoras. Las gafas protectoras deben dar salida para detener el empañamiento de los lentes de acuerdo con ANSI Z87.1.

3.4.2.2.6. Lentes de Tapa Exteriores. Se deben proporcionar lentes exteriores para proteger el filtro del lente interno o el filtro del lente en las gafas protectoras, adicionalmente cascos, y guantes para soldadura a fin de proteger de salpicaduras, picaduras, o rayaduras. Los lentes de tapa exteriores deben ser de vidrio claro o plástico auto-extinguible, no necesitan ser resistentes al impacto.

3.4.2.2.7. Lentes Internos o Placas. Cuando se usan cascos de soldador del tipo de los que el "frente se levanta", debe haber un lente o placa de seguridad que debe ser firme y resistente al impacto asegurando al lente o placa en el interior del marco cercano a los ojos para proteger al soldador contra las partículas volátiles cuando se levanta el frente del casco.

3.4.2.2.8. Marcación. Los filtros de los lentes deben llevar algún distintivo permanente marcado por el fabricante, para identificarlo rápidamente. Además, todos los filtros de los lentes deben ser marcados con su número de penumbra y de acuerdo con los requisitos de ANSI Z87.1.

3.4.2.2.9. *Propiedades de Transmitencia de la Radiación.* Todos los filtros de los lentes deben encontrar la "Transmitencia Ultravioleta, Luminosa, e Infrarroja" requisitos de ANSI Z87.1.

3.4.2.2.10. *Mantenimiento.* Cascos, guarda manos, y gafas protectoras se deben mantener bien, y no deben transferirse de un empleado a otro sin estar previamente limpios.

E3.4.2.2.10 Para los métodos de limpieza, consultar las instrucciones del fabricante.

3.4.3. ROPA DE PROTECCIÓN.

La ropa debe ser seleccionada para minimizar el potencial de ignición, quemado, atrapado de chispas calientes, o choque eléctrico.

E3.4.3 Materiales pesados como ropa de lana o algodón son preferibles a los materiales más ligeros porque son más difíciles de encender. La ropa de algodón, que se usa para protección, debería tratarse químicamente para reducir su combustibilidad. La ropa tratada de material resistente a la llama puede perder algunas de sus características proteccionistas después de lavar o limpiar repetidamente. Materiales que pueden derretirse y causar severas quemaduras no deberían usarse en la ropa para soldadura o corte. Las chispas se pueden alojar o rodar a las mangas, bolsillos de la ropa, puños del overalls o pantalones. Se recomienda por consiguiente que las mangas y cuellos estén abrochados y los bolsillos se eliminen del frente de la ropa. Cuando se tienen bolsillos, se deberían vaciar de materiales inflamables o rápidamente combustibles. Pantalón u overall no deberían tener puños ni voltearse por fuera. Los pantalones deberían solapar las cimas del zapato para impedir que las salpicaduras entren a los zapatos. La ropa desgastada es particularmente susceptible a la ignición y quemado y no debería llevarse cuando se suelde o corte. Ver 4.2.3 y 4.2.4.

3.4.3.1. Selección. La ropa debe proporcionar suficiente cobertura, y ser hecha de materiales convenientes, para minimizar quemaduras superficiales causadas por chispas, salpicaduras, o radiación.

E3.4.3.1 La ropa de protección apropiada para cualquier operación de soldadura y corte variará con el tamaño, naturaleza, y situación del trabajo a ser realizado. La

ropa debería mantenerse limpia, de aceite y grasa ya que sus calidades proteccionistas pueden disminuirse.

3.4.3.2. Guantes. Todos los soldadores y cortadores deben llevar guantes de protección resistentes a la llama. Todos los guantes deben estar en buen estado, secos, y capaces de proporcionar protección del choque eléctrico por el equipo de soldadura.

E3.4.3.2 Se recomiendan guantes hechos de cuero, caucho, u otros materiales convenientes. Deberían usarse revestimientos aislantes para proteger áreas expuestas a energía radiante alta. Ver E4.2.2.2.

3.4.3.3. Delantales. Se deben usar delantales resistentes a la llama durables para proteger el frente del cuerpo cuando sea necesaria una protección adicional contra las chispas y la energía radiante.

E3.4.3.3 Se recomiendan delantales hechos de cuero u otros materiales convenientes. Deberían usarse revestimientos aislantes para proteger áreas expuestas a energía radiante alta. Ver E4.2.2.2.

3.4.3.4. Polainas. Para trabajo pesado, se usarán polainas resistentes a la llama u otros medios equivalentes para dar protección agregada a las piernas, cuando sea necesario.

E3.4.3.4 Para trabajo en producción, una pantalla de metal en plancha delante de las piernas del obrero puede proporcionar protección extensa contra las chispas y el metal fundido en operaciones de corte.

3.4.3.5. Capotillos y Mangas. Se llevarán mangas de capotillo o tapas del hombro con baberos hechos de cuero u otro material resistente a la llama se deben llevar durante operaciones de soldadura y corte sobre cabeza, o cuando sea necesario.

3.4.3.6. Otra Ropa de Protección. Tapones resistentes a la llama apropiadamente ajustados en los canales de la oreja, o protección equivalente, se deben usar donde exista riesgo para los canales de la oreja. Gorras hechas de

material resistente a la llama se deben llevar bajo los cascos, cuando sea necesario, para prevenir quemaduras en la cabeza.

E3.4.3.6 Ropa seca, libre de agujeros será suficiente y adecuada para aislar al soldador del choque eléctrico. Ver 4.2.3 y 4.2.4.

3.4.4. CONTROL DEL RUIDO.

Se debe controlar a la fuente que produce el ruido cuando es factible. Cuando los métodos de control no disminuyen la exposición al ruido dentro de los límites aceptables, se deben usar dispositivos de protección personales como tapones para las orejas.

E3.4.4 En soldadura, corte, y procesos relacionados, el ruido es el resultado del proceso y del equipo. Procesos que pueden producir altos niveles de ruido son corte y canalado por arco de carbón, arco de plasma, además de algunos procesos de oxicomcombustible y equipo de apoyo. Equipos que a veces tienen un nivel alto de ruido son artefactos manejados por generadores. Otros equipos y procesos, tales como desbarbado y esmerilado, pueden producir riesgo de exposición al ruido y depender de circunstancias específicas.

3.4.5. EQUIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIO. Cuando el control en la ventilación no reduce los contaminantes del aire a niveles aceptables o cuando la aplicación de controles no es factible, se deben usar equipos de protección respiratorios para proteger al personal del riesgo de las concentraciones de contaminantes aerotransportados.

E3.4.5 Ver 3.5.1 para ampliación acerca de los niveles aceptables. Para la guía en el uso de respiradores en espacios confinados, consultar la Sección 3.7 Espacios Confinados de este manual, y ANSI Z88.2, Practices for Respiratory Protection.

3.4.5.1. Solo se deben usar equipos de protección respiratorios aceptados.

E3.4.5.1 Aprobaciones de equipo respiratorio son emitidas por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) o la Administración de Minas Seguridad y Salud (MSHA).

3.4.5.2. Siempre que se requiera el uso de respiradores, se debe establecer un programa para la selección y uso apropiado de los mismos el cual se llevará a cabo.

E3.4.5.2 Regulaciones federales y guías ANSI para el uso de respiradores, los respiradores no se intercambiarán de un empleado a otro sin haber sido saneados según OSHA 29 CFR, Sección 1910.134, Respiratory Protection Standard y ANSI Z88.2, respectivamente.

3.4.5.3. El aire comprimido para proporcionar aire en otros equipos de respiración debe cumplir por lo menos los requisitos de Grado D de la Asociación de Gas Comprimido ANSI / CGA G-7.1, Commodity Specification for Air.

3.4.6. ENTRENAMIENTO. Las personas expuestas a los riesgos de la soldadura deben entender las razones y el uso de la ropa y equipo de protección.

E3.4.6 Personas incluyen a obreros y a sus mandos inmediatos, supervisores. Ver normas ANSI apropiadas para la ropa y el equipo de protección.

3.5. VENTILACIÓN

3.5.1. GENERAL. Se debe mantener una ventilación adecuada en los lugares en donde se realice soldadura, corte, soldadura fuerte, y operaciones relacionadas. Debe haber bastante ventilación de tal forma que las exposiciones del personal a riesgos de concentraciones de contaminantes aerotransportados se mantengan por debajo de los límites aceptables especificados por la autoridad que tiene jurisdicción.

El equipo de protección respiratorio como se especificó en 3.4.5 se debe usar cuando la ventilación es inadecuada.

E3.5.1 Los factores para determinar la ventilación adecuada incluyen lo siguiente:

- (1) El volumen y configuración del espacio en el que las operaciones ocurren (ver Sección 3.7, Espacios Confinados)
- (2) El número y tipo de operaciones que generan contaminantes
- (3) Las concentraciones específicas del tóxico o los contaminantes inflamables que se generan (ver 3.5.2)
- (4) el flujo de aire natural (proporción y las condiciones atmosféricas generales donde el trabajo se está realizando)

(5) la localización del soldador respecto a otra persona que está en la zona o en la fuente respirando los contaminantes

En casos donde los valores para los límites de la exposición aceptables varían entre autoridades reconocidas, los valores más bajos deberían usarse para efectuar la máxima protección del personal.

No pueden simplemente clasificarse los humos y gases de soldar y cortar. La composición y cantidad de humos y gases son dependientes del metal en el que está trabajándose, el proceso, los consumibles que se usan, las capas de pintura, galvanizando, o niquelado, contaminantes en la atmósfera como vapores de hidrocarburo halogenado para actividades de limpieza y desengrase, así como los factores detallados en esta sección para una ventilación adecuada.

En soldadura y corte, la composición de los humos es normalmente diferente de la composición del electrodo o consumible.

Razonablemente el humo se produce por el normal funcionamiento originado por los consumibles, el recubrimiento del metal base, y los contaminantes atmosféricos. Los productos gaseosos razonablemente esperados incluyen monóxido del carbono, dióxido del carbono, fluoruros, óxidos de nitrógeno, y ozono.

La manera recomendada de determinar la ventilación adecuada es probar para la composición y cantidad de humos y gases a los que el personal está expuesto (ver 3.5.2).

La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) u otros pueden ser la autoridad que tiene jurisdicción.

Aunque no sea una autoridad que tiene jurisdicción, muchos adoptan límites de la exposición de las publicaciones de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Ver E3.4.1.3, Pantallas Protectoras, y Sección 3.7, Espacios Confinados.

3.5.2. ANALIZANDO LA ZONA DE RESPIRACIÓN. Donde las concentraciones de contaminantes de humo aerotransportado se determinan analizando la atmósfera, éstas deben estar en concordancia con con AWS F1.1, Method for Sampling Airborne Particulates Generated by Welding and Allied Processes. Cuando se lleva un casco, las muestras se deben tomar de dentro del casco en la zona donde respira el soldador.

3.5.3. EVITAR EL HUMO. Los soldadores y cortadores tomarán precauciones para evitar respirar el humo directamente.

E3.5.3 Para evitar el humo se puede posicionar el trabajo, la cabeza, o hacer que la ventilación capture o dirija el humo lejos de la cara. Las pruebas han mostrado que el control del humo es más eficaz cuando el flujo de aire se dirige por la cara del soldador, en lugar de por atrás. La mayoría del humo aparece como una pluma claramente visible que sube directamente del lugar de soldadura o corte.

3.5.4. TIPOS DE VENTILACIÓN. Si la ventilación natural no es suficiente para mantener los contaminantes por debajo del límite aceptable ver 3.5.1, se debe proporcionar ventilación mecánica o respiradores.

E3.5.4 La ventilación natural es aceptable para soldar, cortar, y los procesos relacionados donde las precauciones necesarias se toman para resguardar al soldador asegurando que está respirando lejos de la zona de los humos y donde los análisis de concentración de contaminantes en la atmósfera muestren que están en límites aceptables, ver 3.5.1. La ventilación mecánica incluye escape local, aire forzado local, y en el área en general movimiento mecánico de aire. La ventilación de escape local es preferible.

Los medios de ventilación de escape local fijo o móvil colocados en lugares cerca del área de trabajo y capaces de mantener una velocidad de captura suficiente para que los contaminantes aerotransportados permanezcan por debajo de los límites aceptables, ver 3.5.1. La ventilación forzada local significa un sistema de desplazamiento de aire local (como un ventilador) colocado para que mueva el aire horizontalmente por la cara del soldador. La ventilación mecánica general puede ser necesaria además de la ventilación forzada local.

La ventilación mecánica general normalmente no es satisfactoria para el control de riesgos de la salud como la ventilación mecánica local. Es a menudo útil, sin embargo, cuando se usa además ventilación local.

La ventilación no debería producir más de aproximadamente 100 pies por minuto (0.5 metros por segundo) la velocidad del aire en la zona de trabajo (soldando o cortando). Esto es para prevenir disturbios en el arco o llama. Debería reconocerse que aunque aproximadamente 100 pies por minuto (0.5 metros por segundo) la velocidad del aire es un valor máximo recomendado para los propósitos de control de

calidad en soldadura y corte. Esto no implica que sea suficiente para el control del contaminante y la protección de la salud del obrero.

3.5.4.1. Recirculación. Se deben tomar precauciones para asegurar que los niveles excesivos de contaminantes no se dispersen a otras áreas de trabajo. Cuando el aire es recirculado, el aumento de contaminantes más allá de límites aceptables referidos en 3.5.1 debe ser prevenido. Se deben observar las precauciones del fabricante de los consumibles y los procesos.

3.5.4.2. Depuradores de aire. Sólo se deben usar depuradores de aire si en las pruebas de atmósfera se ha determinado que existe un nivel de contaminantes peligroso para de esta forma mantenerlo debajo de los límites aceptables referidos en 3.5.1.

E3.5.4.2 Depuradores de aire son dispositivos que hacen que el aire contaminado circule a través de los filtros que poseen y devuelven aire filtrado al ambiente.

Los dispositivos reducen la cantidad de aire contaminado y los componentes requeridos en el aire. La mayoría de los filtros no elimina los gases. Por consiguiente, se supervisará adecuadamente para asegurar que las concentraciones de gases dañinos permanezcan por debajo de los límites aceptables.

3.5.5. CORRESPONDE A LA VENTILACIÓN ESPECIAL

3.5.5.1. Materiales de Límites Aceptables Bajos. Siempre que los siguientes materiales se identifiquen como elementos constitutivos de soldadura, soldadura fuerte, u operaciones de corte, y a menos que la zona de respiración en la que se prueba este bajo las condiciones más adversas y se haya establecido que el nivel de elementos constitutivos de peligro está por debajo de los límites aceptables de 3.5.1, se deben tomar las precauciones de ventilación especiales dadas en 3.5.5.1.1 y 3.5.5.1.2: Antimonio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cromo, Cobalto, Cobre, Plomo, Manganeso, Mercurio, Níquel, Ozono, Selenio, Plata, Vanadio.

E3.5.5.1 Ciertos materiales, a veces contenidos en los consumibles, metales base, recubrimientos, atmósferas de soldadura u operaciones de corte, tienen límites aceptables muy bajos. Refiérase a hojas de datos de seguridad acerca de los

materiales proporcionadas por el fabricante e identifique cualquiera de los materiales listados aquí.

3.5.5.1.1. Espacios Confinados. Siempre que los materiales excedan los límites aceptables referidos en 3.5.5.1 en operaciones realizadas en espacios confinados, se debe usar escape local de ventilación mecánica y cuando se requiera protección respiratoria (ver también Sección 3.7).

3.5.5.1.2. Personas Adyacentes. Todas las personas en la cercanía inmediata a las operaciones de soldadura o corte en las que están involucrados los materiales enlistados en 3.5.5.1, se deben proteger en forma similar.

3.5.5.2. Compuestos de Flúor. En espacios confinados, en operaciones de soldadura o corte que involucren flujos, recubrimientos, o materiales que están compuestos de flúor, se debe proporcionar escape local de ventilación mecánica o protección respiratoria.

E3.5.5.2 Humos y gases de los compuestos de flúor pueden ser peligrosos para la salud, pueden quemar los ojos y en contacto con la piel despellejar. Ver 3.9.6 para etiquetar soldadura fuerte y flujos de gas de soldadura que contienen fluoruros.

En espacios abiertos, cuando la soldadura o corte involucran materiales que contienen flúor, la necesidad para ventilación de escape local o de protección respiratoria depende de las circunstancias individuales. Sin embargo, la experiencia ha mostrado que tal protección es deseable para la soldadura de producción debido a que esta en un lugar fijo y para toda soldadura de producción en aceros inoxidables. Tal protección no es necesaria cuando las muestras de aire tomadas de las zonas donde se respira indican que los fluoruros liberados están debajo de los límites aceptables.

3.5.5.3. Cinc o Cobre. En operaciones de soldadura o corte que involucren consumibles, metal base, o recubrimientos que contengan cinc o cobre se debe proceder como se describió en 3.5.5.2 para los compuestos de flúor.

E3.5.5.3 Humos que contienen compuestos de cinc o cobre pueden producir síntomas de náusea, vértigo, o fiebre, en ocasiones denominada “fiebre de humo de metal”.

3.5.5.4. Compuestos Limpiadores. Al usar compuestos limpiadores antes de la soldadura, se deben seguir las instrucciones del fabricante.

3.5.5.4.1. Hidrocarburos Tratados con Cloro. Desengrasante o limpiador en operaciones que involucren hidrocarburos tratados con cloro se debe localizar de tal forma que los vapores de estas operaciones no alcancen a dibujarse en la atmósfera que rodea al arco de soldadura o metal fundido.

Además, estos materiales se deben dejar fuera de atmósferas penetradas por la radiación ultravioleta de las operaciones de soldadura por arco.

E3.5.5.4.1 Un producto que tenga características inaceptables, olor irritante, e incluya gas fosgeno altamente tóxico se produce cuando dichos vapores entran en la atmósfera del arco de soldadura. En bajos niveles de exposición pueden producirse sensaciones de náusea, vértigo, y malestar. Fuertes exposiciones pueden producir serios deterioros en la salud.

3.5.5.5. Arco y Corte con Gas. El corte con oxígeno usa un flujo químico o se lo hace con polvo férrico, arco de corte con protección gaseosa, o corte por plasma se debe usar ventilación mecánica local u otros medios adecuados para eliminar los humos generados.

E3.5.5.5 El uso de mesas de agua, cortinas de agua, corte subacuático, ventilación, o combinación de éstos dependerá de las circunstancias individuales. La experiencia ha mostrado que tal protección es deseable para soldadura de producción por tener localización fija y para toda la soldadura de producción de aceros inoxidable. Tal protección no es necesaria cuando las muestras de aire tomadas en las zonas de respiración indican que los materiales liberados están por debajo de los límites aceptables.

3.5.5.6. Soldadura Fuerte al Horno. En todos los casos, se debe proporcionar ventilación mecánica adecuada para eliminar todos los gases explosivos o tóxicos que puede emanar el horno en operaciones de depuración y soldadura.

E3.5.5.6 Cuando la combustión completa se lleva en el interior del horno durante el ciclo calorífico, el requisito de ventilación puede disminuir.

3.5.5.7. Asbesto. Si las superficies donde se realizará soldadura o corte están cubiertas por aislamiento de asbesto, se consultarán las regulaciones de la autoridad que tiene jurisdicción antes de empezar el trabajo.

E3.5.5.7. La protección de los empleados en el área puede requerir entrenamiento, protección respiratoria, humedad debajo del asbesto, y uso de ropa de protección especial además de ventilación especial. También ver OSHA normas para asbesto.

3.6. FUEGO PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

E3.6. Prevención del Fuego Para más información acerca de las siguientes precauciones, así como el fuego protección y prevención responsabilidades de soldadores, supervisores (incluyendo los contratados de fuera), y gerencia, ver ANSI/NFPA 51B, Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work.

3.6.1. Áreas que Contienen Combustibles

E3.6.1 Soldadura y corte deberían hacerse preferentemente en áreas especialmente designadas que se han diseñado y construido para minimizar el riesgo del fuego.

3.6.1.1. Condiciones para Cortar o Soldar. No se debe soldar o cortar a menos que la atmósfera sea no inflamable y que se remuevan los combustibles o se proteja de los riesgos del fuego.

3.6.1.2. Trabajo Móvil. Donde sea práctico, el trabajo se trasladará a un lugar seguro.

3.6.1.3. Riesgos del Fuego Móvil. Donde no es práctico mover el trabajo, todos los riesgos del fuego cercanos movibles se deben reubicar a un lugar seguro.

3.6.1.4. Riesgos del Trabajo y el Fuego Inamovibles. Donde los riesgos del trabajo y el fuego no son movibles, se deben usar resguardos para proteger de los riesgos del fuego inamovibles al personal cercano al calor, chispas, y escoria.

3.6.1.4.1. Combustible en el Piso. El piso debe estar limpio de combustibles y protegido humedeciendo con agua o cubriendo con arena la humedad, metal en plancha, o el equivalente. Se deben tomar las prevenciones para proteger al personal del choque eléctrico cuando los pisos están húmedos. Excepción: No debe exigirse pisos de madera puestos directamente en hormigón húmedo.

3.6.1.4.2. Aberturas Cercanas. Todas las grietas o aberturas en el piso deben ser cerradas o cubiertas o se deben tomar las precauciones para proteger materiales inflamables o combustibles bajo el piso ya que las chispas podrían caer a través de las aberturas. Las mismas precauciones se deben observar con respecto a grietas o aberturas en paredes, puertas abiertas, y ventanas rotas o abiertas.

3.6.2. PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

3.6.2.1. Extintores y Rociadores

3.6.2.1.1. Suficiente equipo de extintores de fuego debe estar listo para el uso donde se estén realizando trabajos de soldadura y corte. Es permisible que en el equipo extintor de fuego deban estar baldes de agua, baldes de arena, mangueras, extintores portátiles, depende de la naturaleza y cantidad de material combustible expuesto.

3.6.2.1.2. Donde exista sistema de protección con rociador, este debe permanecer en operación durante la soldadura o corte. El rociador automático se dirige a la cercanía inmediata de la soldadura se debe permitir temporalmente una lámina de

protección de material no combustible o tela que guarde humedad donde el sistema pueda ser activado por el calor del proceso de soldadura.

3.6.2.2. Observadores del Fuego. Se deben calificar personas, conocedoras del fuego que informen procedimientos, de rescate y emergencia, a quienes se les asigna el deber de descubrir, prevenir y difundir acerca del fuego. Se debe comunicar a los observadores del fuego donde se realice soldadura o corte y donde se pueda desarrollar fuego de magnitud considerable, o siempre que cualquiera de las siguientes condiciones exista:

(1) La Proximidad de Combustibles. Los materiales combustibles en la edificación construida o contenidos cerca de un radio de 35 pies (10.7 metros) al punto de operación.

(2) Aberturas. Si hay aberturas en paredes o pisos dentro de un radio de 35 pies (10.7 metros) que expone material combustible en áreas adyacentes e incluye espacios ocultos en paredes, techos o pisos.

(3) Paredes Metálicas y Tuberías. Materiales combustibles adyacentes al lado opuesto de divisiones metálicas, paredes, techos, tejados, o en contacto con tuberías, y probablemente pueden ser encendidos por conducción o radiación.

(4) Envío de Trabajo. Enviar trabajo para realizar en los lados opuestos de tanques de armazón, de sección plana, sobre cabeza, y mamparas, donde la penetración directa de chispas o transferencia de calor en la soldadura puede presentar un riesgo de fuego a un compartimiento adyacente.

E3.6.2.2 Los observadores del fuego son personas asignadas para trabajar con soldadores, para observar el fuego que es el resultado de operaciones de soldadura, corte y soldadura fuerte. Al soldar o cortar en posiciones elevadas, debería tenerse cuidado de protegerse contra las chispas y salpicaduras que caen. Las acumulaciones de polvo pueden ser encendidas por chispas o salpicaduras, y llevar el fuego a otras direcciones. Normalmente los observadores del fuego no mirarían rápidamente el fuego en áreas observadas por el soldador, como en los lados opuestos de paredes, niveles bajos, áreas ocultas, u observar en una área después de que el soldador ha salido.

Los procesos como corte por arco de carbón aéreo y corte con arco de plasma pueden causar chispas que se mueven mas de 35 pies (10.7 metros). En Canadá, la distancia recomendada es 50 pies (15 metros).

3.6.2.3. Observadores del Fuego Adicionales. Donde es necesario observar áreas que están ocultas de la vista de un solo observador del fuego (divisiones de otro lado, paredes, techos, etc.) se deben proporcionar observadores del fuego adicionales.

3.6.2.4. Deberes de un Observador del Fuego. Se deben entrenar observadores del fuego en el uso del equipo extintor de fuego. Ellos deben estar familiarizados con medios sonoros como una alarma en caso de un evento de fuego, y deben permanecer fuera de cualquier espacio confinado para estar en comunicación con el trabajo de dentro. Ellos deben observar el fuego en todas las áreas expuestas, intentar extinguirlo solo cuando evidentemente se tiene disponible la capacidad del equipo, o por el contrario sonar la alarma. Un observador del fuego se debe mantener durante por lo menos media hora después de la realización de operaciones de soldadura o corte para descubrir y extinguir posibles fuegos ardiendo sin llama. Se debe permitir que los observadores del fuego tengan tareas adicionales, sin embargo, que estas tareas adicionales no deben distraerlos de sus responsabilidades como observadores del fuego.

E3.6.2.4 La duración de un observador del fuego debería extenderse hasta que el riesgo de fuego no exista.

3.6.3. Autorización para Trabajo en Caliente. Antes de soldar o cortar si se inicia en un lugar no diseñado para tales propósitos, este debe ser inspeccionado y autorizado por un representante designado por la gerencia.

E3.6.3 Trabajo en caliente es cualquier trabajo que involucra quemaduras, soldadura, u operaciones similares capaces de iniciar fuego o explosiones. La autorización normalmente está en forma de un permiso escrito. Ver NFPA 51B para un ejemplo de permiso de trabajo en caliente.

3.6.4. Soldadura o Corte en Contenedores. No se deben iniciar trabajos de soldadura o corte hasta que el recipiente este preparado para trabajo en caliente. Los trabajadores deben estar totalmente familiarizados con AWS F4.1, Recommended Safe Practices for the Preparation for Welding and Cutting of Containers and Piping, con anterioridad al inicio del trabajo en caliente.

E3.6.4 Todos los contenedores deberían ser considerados inseguros para soldar o cortar a menos que se hayan entregado como seguros, o declarados seguros por una persona calificada. Al soldar o cortar los contenedores, existe la posibilidad de explosiones, fuego, y la liberación de vapores o humos tóxicos. Los contenedores incluyen recipientes enchaquetados, tanques, cilindros, partes cubiertas u otras situaciones equivalentes. Los contenedores aparentemente vacíos podrían tener materiales ocultos en grietas y hendiduras que liberarán humos riesgosos cuando se calienten por la soldadura o corte. Los derivados de la corrosión pueden producir atmósferas explosivas (hidrógeno) en un contenedor. Incluso un tanque de agua debe ser considerado de riesgo a menos que una persona calificada lo ha declarado seguro para la soldadura o corte. Información sobre la preparación de contenedores que poseen sustancias de riesgo en ANSI/NFPA 327, Standard Procedures for Cleaning or Safeguarding Small Tanks and Containers Without Entry , y varios documentos de API. Ver ANEXOS 3 y 4 para detalles.

3.7. ESPACIOS CONFINADOS

3.7.1. VENTILACIÓN EN ESPACIOS CONFINADOS. La ventilación en espacios confinados debe ser suficiente con el oxígeno adecuado para asegurar la vida, para prevenir la acumulación de asfixiantes o mezclas inflamables o explosivas, y prevenir atmósferas enriquecidas con oxígeno, para mantener atmósferas respirables y los contaminantes aerotransportados por debajo de los límites aceptables, como lo referido en 3.5.1.

E3.7.1 El trabajo en espacios confinados requiere precauciones especiales. Incluye a trabajadores y propietario, deberían estar familiarizados con el programa de directrices para trabajo en espacio confinado o deberían tener el trabajo supervisado por una persona especializada. Advertencia, la asfixia causa inconsciencia y muerte.

Las atmósferas enriquecidas de oxígeno intensifican grandemente la combustión, y pueden causar a menudo rápidas, fatales y severas quemaduras.

3.7.1.1. Ventilación Antes de Ingresar. No se debe ingresar en espacios confinados a menos que sean bien ventilados y se pruebe que entrar sea seguro. Cuando no es práctico mantener un sitio seguro para entrar, en el sitio solo se debe entrar cuando se reúnen las siguientes condiciones :

- (1) el espacio ha sido analizado y se ha determinado que no presenta deficiencias de oxígeno o que la atmósfera esta enriquecida de oxígeno, riesgo de fuego o explosión, o una atmósfera de riesgo para la vida;
- (2) una segunda persona especializada y equipada para el rescate que este presente fuera del espacio confinado.

E3.7.1.1 Ver 3.7.5.

3.7.1.2. Pruebas en la Atmósfera. En los espacios confinados deben ser analizados los tóxicos o gases inflamables, polvos, vapores, y por el adecuado o excesivo oxígeno antes de entrar y durante la utilización. Las mismas precauciones deben aplicarse a las áreas como pozos, fondo de tanques, áreas bajas, áreas cerca del piso y cuando estén presentes gases y vapores pesados, como las áreas de la superficie de tanques, áreas altas y cerca de los techos y cuando claramente están presentes gases en el aire.

E3.7.1.2 Ver ANSI Z117.1 y OSHA 29 CFR 1910.146 para precauciones adicionales. Si es posible, un sistema de supervisión continuo con alarmas audibles debería usarse para trabajo en espacios confinados. Gases como argón, propano y dióxido de carbono son más pesados que el aire. Los gases como helio y el gas natural son más ligeros que el aire.

3.7.1.3. Personas Adyacentes. No sólo se debe asegurar la ventilación adecuada en espacios confinados para proteger a soldadores o cortadores, sino para proteger a todo el personal que puede estar presente en el área.

3.7.1.4. Calidad y Cantidad de Aire. La calidad y cantidad de aire para la ventilación debe ser tal que el personal expuesto al riesgo de los contaminantes sea

mantenido bajo los límites aceptables especificados en 3.5.1. El aire que se respire proporcionado por cilindros o compresores se debe encontrar en Grado D requisitos de ANSI/CGA G-7.1. La línea de suministro de aire para los respiradores debe ser una línea especializada que no permita la distribución a cualquier otra línea que podría permitir el riesgo de gases o tóxicos en la línea de aire del respirador.

E3.7.1.4 Puede encontrarse información adicional sobre la calidad del aire para los respiradores y su uso en ANSI Z88.2.

3.7.1.5. Gases de Ventilación Prohibida. Oxígeno, o cualquier otro gas o mezclas de gases, excepto aire, no se deben usar para la ventilación.

E3.7.1.5 El aire puede ser aire natural o aire sintetizado para los propósitos de respiración.

3.7.1.6. Ventilación en Áreas Inmediatamente Peligrosas para la Vida o Salud (IDLH). Al soldar, cortar, o realizar procesos relacionados en áreas inmediatamente peligrosas para la vida o salud, los requisitos de OSHA 29 CFR 1910.146 deben seguirse.

E3.7.1.6 Ver 3.7.5.1 para información sobre las responsabilidades de los acompañantes.

3.7.2. LOCALIZACIÓN DEL EQUIPO DE SERVICIO

E3.7.2 El propósito de esta provisión es prevenir la contaminación de la atmósfera de un espacio confinado por posibles fugas de los cilindros de gas o humos de la fuente de poder de la soldadora o equipo similar y minimizar la posibilidad de choque eléctrico.

3.7.2.1. Cilindros de Gas comprimido y la Fuente de Poder de la Soldadora. Al soldar o cortar en espacios confinados, se deben localizar los cilindros de gas y las fuentes de poder de la soldadora fuera del espacio confinado.

3.7.2.2. Equipo Pesado Portátil sobre Ruedas. Se afianzarán los equipos pesados portátiles montados sobre ruedas en posición para prevenir el movimiento

accidental antes de iniciar operaciones en un espacio confinado. Ver 3.3.1.3 para información adicional.

3.7.2.3. Conductos de ventilación. Los conductos que proporcionan ventilación de escape local para soldadura, corte, u operaciones relacionadas deben ser construidos de materiales no combustibles. Estos conductos deben ser inspeccionados como requisito para asegurar su apropiado funcionamiento y que las superficies interiores estén libres de residuos combustibles.

E3.7.2.3 Cuando las actividades de soldadura o corte suceden cerca de conductos de ventilación, o se conectan con sistemas, debería ser tomado en cuenta para observar que las chispas y salpicaduras no sean llevadas a lugares con combustible o material explosivo.

3.7.3. ÁREAS ADYACENTES. Cuando la soldadura o corte se haga por encima, o adyacente a, cualquier espacio confinado, el personal debe ser consciente de los riesgos en el espacio confinado y no debe ingresar al lugar sin seguir las precauciones especificadas en ANSI Z117.1 y OSHA 29 CFR 1910.146 primero.

3.7.4. SEÑALES DE EMERGENCIA. Cuando una persona entra en un espacio confinado a través de una boca de inspección u otra abertura pequeña, se deben mantener medios de señalización por fuera para el personal de ayuda.

3.7.5. ACOMPAÑANTES EN ÁREAS INMEDIATAMENTE PELIGROSAS PARA LA VIDA O LA SALUD (IDLH). Cuando las operaciones se realizan en espacios confinados donde puede estar presente o puede desarrollarse una atmósfera inmediatamente peligrosa para la vida o salud, se deben situar acompañantes por fuera del espacio confinado.

3.7.5.1. Responsabilidades de los Acompañantes. Los acompañantes deben tener pre planeado un procedimiento de rescate para rápidamente remover o proteger el trabajo en el interior en caso de emergencia, deben observar a los trabajadores dentro o estar en constante comunicación con ellos, y deben ser capaces de llevar a cabo las operaciones de rescate. El aparato de respiración autónoma debe estar

disponible para cada acompañante y se exige para entrar como socorrista o responder primero.

E3.7.5.1 Las operaciones de rescate deberían tomar en consideración tales elementos como el número de trabajadores que se requieren para el rescate, el tiempo disponible para realizar el rescate dando diferentes situaciones de accidentes, y el tiempo necesario para convocar al personal de rescate adicional.

3.7.5.2. Sistemas de Arnese para el Cuerpo. Cuando se usan sistemas de arneses en el cuerpo para propósitos de rescate de emergencia, ellos se deben atar al cuerpo de la persona para que no obstruyan al atravesar un pequeño o tortuoso camino de salida siguiendo el pre planeado procedimiento de rescate.

3.7.6. SOLDADURA FUERTE POR HORNOS

E3.7.6 Los hornos para soldadura fuerte son en muchos aspectos un tipo de espacio confinado. Éstos emplean una variedad de atmósferas para excluir al oxígeno durante el proceso de soldadura fuerte. Las atmósferas pueden incluir gas inerte, gas inflamable, gas inflamable producto de la combustión, o vacío. Los siguientes son riesgos potenciales en las operaciones de soldadura fuerte en hornos:

- (1) la asfixia del personal que ingresa o trabaja en áreas adyacentes donde hay insuficiente oxígeno en la atmósfera para mantener la vida;
- (2) el desarrollo de mezclas explosivas de gas inflamable en el aire dentro del horno durante la generación o descargando la atmósfera dentro del horno;
- (3) la acumulación de humos o gases de riesgo en el área de trabajo debido al proceso de soldadura fuerte.

3.7.6.1. Mantener la vida. Si la soldadura fuerte en hornos requiere la entrada del personal en el horno o las áreas adyacentes, se deben observar las provisiones de 3.7.1.

3.7.6.2. Fuego y Explosión. Si la soldadura fuerte en hornos utiliza un gas inflamable para su atmósfera interior, o si un gas inflamable se quema para crear una atmósfera interior, se debe seguir el procedimiento que asegure que la mezcla explosiva de gas inflamable y aire no se produce en los hornos.

3.7.6.3. Descargando. Para descargar la atmósfera de dentro del horno de soldadura fuerte el escape debe ser en un lugar donde no se expondrá a ningún riesgo al personal.

3.8. EXHIBICIONES Y DEMOSTRACIONES EN PÚBLICO

E3.8. Refiérase a ANSI/NFPA 51B. Los códigos y regulaciones locales pueden requerir medidas adicionales.

3.8.1. APLICACIÓN. Todos los requisitos del manual deben aplicarse para exhibiciones públicas y demostraciones, excepto cuando se sustituya esta sección.

E3.8.1 Esta sección contiene precauciones de seguridad específicas para soldadura y corte que se llevan a cabo en exhibiciones públicas y demostraciones, pantallas, y demostraciones comerciales (referido más adelante como el lugar) para asegurar la protección de espectadores, demostradores, y público.

3.8.2. SUPERVISIÓN. La instalación y operación de soldadura, corte, y equipos relacionados se deben hacer por, o bajo la supervisión de, una persona calificada.

3.8.3. LUGAR

3.8.3.1. Diseño del Lugar. El lugar debe ser construido, equipado, y funcionar para minimizar la posibilidad de lesión a los espectadores en el lugar.

3.8.3.2. Localización del Lugar. Los materiales y equipos en el lugar se deben localizar para que no interfieran con la evacuación de las personas durante una emergencia.

3.8.4. PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

E3.8.4 Ver también Sección 3.6, Fuego Prevención y Protección.

3.8.4.1. Extintores. Para el lugar se deben proporcionar extintores de incendios portátiles de tamaño y tipo apropiado.

3.8.4.2. Combustibles. Los materiales combustibles del lugar deben ser protegidos de las llamas, chispas, y metal fundido.

3.8.4.3. Departamento del Fuego. El departamento del fuego debe notificar de antemano el uso del lugar.

3.8.5. PROTECCIÓN DEL PÚBLICO

E3.8.5 Ver también Sección 3.6, Fuego Prevención y Protección.

3.8.5.1. Llamas, Chispas Volantes, y Metal Fundido. El público debe protegerse de las llamas, chispas volantes, y el metal fundido.

3.8.5.2. Radiación. El público se debe proteger de los dañinos rayos ultravioleta e infrarrojo, y otra radiación electromagnética. Se deben proteger los espectadores directos, adyacentes y los transeúntes.

3.8.5.3. Humos y Gases. El público debe ser protegido del riesgo de inhalación de concentraciones de humos y gases.

3.8.5.4. Choque eléctrico. El público debe ser protegido del contacto con partes eléctricas cargadas.

3.8.6. CILINDROS

E3.8.6 Ver también 4.1.8 y 4.1.9.

3.8.6.1. Capacidad. No se deben cargar los cilindros en exceso a más de la mitad de su máxima capacidad permisible por peso o presión. Los cilindros de gases no líquidos y acetileno no se deben cargar más de la mitad de su máxima carga permisible en presión psi (kPa). Los cilindros de gases licuados no se deben cargar a más de la mitad de la máxima capacidad en libras (kilogramos).

3.8.6.2. Almacenamiento. Los cilindros desconectados, se guardan en el lugar, se debe limitar a aproximadamente el consumo de un día por cada gas usado. Otros

cilindros se deben guardar en una área de almacenamiento aprobada, preferentemente afuera pero no cerca a la salida del edificio.

3.8.6.3. Camiones. Cuando se transportan, cilindros que pesan más de 40 libras (18 kilogramos), se deben transportar para la entrega en un camión motorizado.

3.8.6.4. Válvulas de los Cilindros. Se deben cerrar las válvulas de los cilindros cuando el equipo esta en desuso.

E3.8.6.4 Deberían cerrarse las válvulas de los cilindros y taparse cuando el equipo esta en desuso durante un tiempo extendido, como durante varios días. Ver 3.8.6.5.

3.8.6.5. Tapa de la Válvula. Donde se diseñan cilindros estos son equipados con tapas de protección para las válvulas, las tapas deben estar en el lugar excepto cuando los cilindros están en servicio o se han preparado para conectarse en servicio.

3.8.6.6. Protecciones. Los cilindros deben ser localizados o afianzados por encima para que no puedan golpearse.

3.8.7. SISTEMA DE MANGUERAS, CABLES, Y TUBERÍAS

E3.8.7 Ver también 4.1.6.

3.8.7.1. Daño Físico. Mangueras, cables, y tuberías deben ser localizadas y protegidas para que no se dañen físicamente.

3.8.7.2. Tropezar. Mangueras, cables, y tuberías deben ser localizadas y protegidas para minimizar el riesgo de tropezar.

3.9. INFORMACIÓN PREVENTIVA

3.9.1. GENERAL. El personal debe ser informado de los riesgos potenciales de los humos, gases, choque eléctrico, calor, radiación, y ruido.

E3.9.1 Refiérase a la Sección 3.4, Protección del Área en General, para información adicional en riesgos potenciales. También ver OSHA 29 CFR sección 1910.1200.

3.9.2. INFORMACIÓN PREVENTIVA PARA SOLDADURA POR ARCO, PROCESOS RELACIONADOS Y EQUIPOS. La información mostrada en la Figura 1(Ver ANEXO 5), o su equivalente, se debe poner en los contenedores donde se almacenan materiales como alambres, fundentes, y electrodos y en el equipo principal como fuentes de poder, alimentadores de alambre, y controles utilizados en soldadura y corte por arco, procesos relacionados. La información debe ser rápidamente visible y puede estar en una etiqueta, cinta, u otra forma de impresión.

Donde se ha determinado que el ruido es un riesgo, la declaración de riesgo es, "el RUIDO puede dañar sus oídos," se debe colocar después de la declaración de riesgo, "el CHOQUE ELECTRICO puede MATAR". Cuando se proporciona, primero la información de ayuda se debe seguir la última medida preventiva.

El nombre y dirección de la compañía deben aparecer en la etiqueta a menos que estén rápidamente visibles en otra parte del producto.

E3.9.2 Esta información es un requisito mínimo. Información adicional y etiquetado pueden ser requeridos por otras normas y regulaciones. El mensaje es lo importante. Esta información se proyecta hacia el usuario final. Ver también ANSI Z535 serie de normas de seguridad, señales y colores.

Primero la información de auxilio es generalmente recomendada sólo en productos que presentan riesgos para la salud graves e inmediatos.

Un número de identificación debería aparecer en la etiqueta.

Cuando se determina que los materiales son más riesgosos que aquéllos que requieren el uso de la palabra ADVERTENCIA como una señal, la palabra debería cambiarse por PELIGRO y un mensaje preventivo apropiado debería agregarse.

3.9.3. INFORMACIÓN PREVENTIVA PARA EL EQUIPO Y LOS PROCESOS CON GAS OXICOMBUSTIBLE. Como mínimo, la información mostrada en la Figura 2 (Ver ANEXO 5), o su equivalente, se debe poner en los contenedores de materiales como barras y fundentes, y en el equipo principal usado en soldadura, corte, y procesos relacionados con gas oxcombustible. La información debe ser rápidamente visible y puede estar en una etiqueta, cinta, u otra forma impresa. Donde se ha determinado

que el ruido es un riesgo, la declaración de riesgo, "el RUIDO puede dañar sus oídos" se pondrá después de la declaración de riesgo, "los RAYOS CALIENTES (RADIACIÓN INFRARROJA) de la llama o el metal caliente pueden dañar los ojos". Esta información debe seguirse la última medida preventiva. El nombre de la compañía y dirección deben aparecer en la etiqueta a menos que estén rápidamente visibles en otra parte del producto.

E3.9.3 Ver comentario para 3.9.2. Algunos procesos son de menos arco y arden menos. Modifique la información en la Figura 2 (Ver ANEXO 5) para reflejar la fuente de calor correcta y los riesgos apropiados.

3.9.4. INFORMACIÓN DE LOS MATERIALES DE RIESGO. Cuando el humo de un producto contiene un componente derivado cuyo límite aceptable se excederá antes del límite aceptable del humo de la soldadura en general, el componente derivado se identificará en la Hoja de Datos de Seguridad del Material (MSDS). Esto incluye, pero no debe ser limitado a, los derivados de los materiales detallados en 3.5.5.1.

E3.9.4 Un número de potenciales riesgos de los materiales que son empleados en los fundentes, revestimientos, recubrimientos, y metales de relleno usados en soldadura y corte, o están sueltos en la atmósfera durante la soldadura y corte. Las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales (MSDSs) son requeridas por las regulaciones federales. Ver también 3.9.7.

3.9.5. SOLDADURA FUERTE METALES DE RELLENO QUE CONTIENEN CADMIO. Como mínimo, en la soldadura fuerte los metales de relleno que contienen cadmio como un constituyente designado deben llevar la información mostrada en la Figura 3 (Ver ANEXO 6) , o su equivalente, en las etiquetas, cajas, u otros contenedores, y en cualquier rollo de alambre que no se le proporciona al usuario en un recipiente etiquetado.

E3.9.5 Ver E3.9.3.

3.9.6. SOLDADURA FUERTE Y FUNDENTES PARA SOLDADURA CON GAS QUE CONTIENEN FLUORUROS. Como mínimo, en la soldadura fuerte y fundentes para soldadura con gas que contienen flúor deben tener información preventiva como la

mostrada en la Figura 4 (Ver ANEXO 6), o su equivalente, en las etiquetas, cajas, u otros recipientes para indicar que ellos contienen compuestos de flúor.

E3.9.6 Ver E3.9.3.

3.9.7. HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES (MSDSs). Los proveedores de materiales de la soldadura deben proporcionar una Hoja de Datos de Seguridad de los Materiales en la que se identifica a los materiales de riesgo, si cualquier producto es usado en soldadura o corte.

E3.9.7 MSDSs son requeridas por OSHA 29 CFR Sección 1910.1200.

3.9.8. SÍMBOLOS GRÁFICOS. Se permitirán símbolos gráficos en lugar del texto cuando ellos presentan información preventiva equivalente.

E3.9.8 Ver también ANSI Z535 y NEMA EW6, Guidelines for Precautionary Labeling for Arc Welding and Cutting Products.

3.9.9. COMUNICACIONES DE RIESGO. Los empleadores deben asegurar que la información descrita en esta sección se comunica a los usuarios finales de los productos (ver 3.3.2.1.2 de este manual).

CAPITULO IV

4. PROCESOS ESPECÍFICOS

Existen muchos procesos de soldadura de los cuales en este capítulo se van a tratar en particular la soldadura y corte con gas oxicombustible, soldadura y corte por arco, soldadura por resistencia, soldadura y corte por haz de electrones, soldadura y corte por rayos láser, soldadura fuerte y soldadura blanda explicando detenidamente las prevenciones a ser aplicadas con los equipos que para cada proceso se utilizan.

4.1. SEGURIDAD EN SOLDADURA Y CORTE CON GAS OXICOMBUSTIBLE

4.1.1. ALCANCE. Esta sección cubre las prácticas seguras para los usuarios de soldadura, corte, soldadura fuerte, soldadura blanda con gas oxicombustible, y materiales y equipos relacionados. No cubre especificaciones para diseño y construcción de tales equipos, ni para la construcción o instalación de abastecimiento de gas a granel o los sistemas de la distribución por tubería.

E4.1.1 Nótese que esto aplica para los USUARIOS, no a los fabricantes de equipo.
Ver 3.1.3

4.1.2. TERMINOLOGÍA

4.1.2.1. Llamar al Oxígeno por su Nombre. El oxígeno debe ser llamado por su nombre apropiado, oxígeno, y no por la palabra "aire."

E4.1.2.1 El uso del nombre apropiado disminuirá la probabilidad de mal uso.

4.1.2.2. Llamar a los Gases de Combustible por su Nombre. Los combustibles, gases combustibles, y los combustibles líquidos deben ser llamados por sus nombres apropiados, como, acetileno, propano, gas natural, y no por la palabra "gas."

E4.1.2.2 Es necesaria la apropiada identificación para determinar los riesgos correctos.

4.1.3. OXÍGENO Y COMBUSTIBLES

4.1.3.1. Mantener alejado el Oxígeno de los Combustibles. Los cilindros de oxígeno, válvulas de cilindro, acoplamientos, reguladores, mangueras, y demás aparatos deben mantenerse libres de aceite, grasa y otras sustancias inflamables o explosivas. Los cilindros de oxígeno o los aparatos no deben ser manipulados con manos o guantes aceitosos.

E4.1.3.1 El Oxígeno no se quema, pero es un fuerte avivador y acelera la combustión, causando que los materiales se quemen con gran intensidad. El aceite o grasa en la presencia de oxígeno pueden encenderse rápidamente y puede quemar violentamente.

4.1.3.2. Usos Prohibidos para el Oxígeno. El Oxígeno no debe ser usado como un sustituto para el aire comprimido. El Oxígeno no debe ser usado en herramientas neumáticas, en quemadores de precalentamiento de aceite, para iniciar motores de combustión interna, apagar tuberías, desempolvar la ropa o trabajar, o para crear presión para ventilación o aplicaciones similares. No se debe permitir que los chorros de oxígeno golpeen una superficie aceitosa, ropa grasienta, o ingresen en aceite combustible u otros tanques de almacenamiento.

E4.1.3.2 Estas prohibiciones disminuyen la posibilidad de que se encienda fuego por la alimentación de oxígeno. El Oxígeno no es inflamable, pero es un fuerte avivador de la combustión. El Oxígeno puede ser absorbido por la ropa. Una ligera chispa puede resultar en quemaduras severas.

4.1.3.3. Equipos de Oxígeno. Los cilindros de oxígeno, equipos, tuberías, o aparatos no deben ser usados para intercambiarse con cualquier otro gas.

E4.1.3.3 La contaminación del equipo de oxígeno con sustancias combustibles puede llevar a combustión espontánea o a la explosión del oxígeno.

4.1.4. ACCESORIOS PARA MEZCLA DE GASES. Ningún dispositivo o accesorio debe facilitar o permitir la mezcla de aire u oxígeno con los gases inflamables antes del consumo, excepto en un quemador o en una antorcha, debe ser permitido bajo aprobación para tal propósito.

E4.1.4 Esto previene la acumulación de mezclas explosivas.

4.1.5. ANTORCHAS

4.1.5.1. Aprobación. Sólo antorchas aprobadas, como esta definido en 3.2.1, se deben usar.

4.1.5.2. Operación

4.1.5.2.1. Comprobación de Goteras en Conexiones. En las conexiones deben estar verificadas las goteras después del ensamblaje y antes de encender la antorcha. No se deben usar llamas.

E4.1.5.2.1 Productos para probar las goteras para el uso en las conexiones de oxígeno están disponibles comercialmente y son recomendadas. La comprobación de gotera debería ser repetida después de que el equipo se ha usado de una manera que podría causar goteras.

4.1.5.2.2. Purgando las Mangueras. Antes de encender la antorcha la primera vez para cada día, se deben purgar las mangueras individualmente. No se debe purgar las mangueras en espacios confinados o cerca de fuentes de la ignición. Se debe purgar las mangueras después de un cambio del cilindro.

E4.1.5.2.2 La purga consiste en permitir que cada gas fluya separadamente a través de su manguera respectiva, la purga evita cualquier mezcla inflamable en la manguera. Es importante la purga antes de encender la antorcha.

4.1.5.2.3. Encendido de la Antorcha. Un encendedor de fricción, llama piloto estacionaria, u otra fuente conveniente de ignición debe ser usada. Fósforos, encendedores de cigarro, o arco de soldadura, no se deben usar para encender antorchas.

Los procedimientos de fabricantes deben ser seguidos con respecto a la secuencia de operación en el encendido, ajuste, y apagado de las llamas de la antorcha.

E4.1.5.2.3 Esto es para minimizar las quemaduras de manos y dedos. No intente encender o reencender la antorcha con metal caliente en una cavidad pequeña,

agujero, horno, etc., donde el gas podría acumularse. Apunte la antorcha lejos de personas o materiales combustibles.

4.1.5.2.4. Espacio confinado. En los espacios confinados, las válvulas de la antorcha deben estar cerradas y además, el gas combustible y el suministro de oxígeno de la antorcha deben estar cortados en un punto fuera del área confinada siempre que la antorcha no sea usada, así como durante el almuerzo o toda la noche. Se debe quitar antorchas y mangueras desatendidas del espacio confinado.

E4.1.5.2.4 Esto es para disminuir la posibilidad de acumulación de gas en espacios confinados debido a fugas o válvulas cerradas inadecuadamente cuando el gas de la soldadura o corte se haya consumado. Ver también la Sección 3.7, de este manual, Espacios Confinados, para otras precauciones a ser observadas en el trabajo en espacios confinados.

4.1.6. Mangueras y Conexiones de Mangueras

4.1.6.1. Especificación. La manguera para el servicio de gas oxicomcombustible debe cumplir con la Asociación de Fabricantes de Caucho IP-7, Specification for Rubber Welding Hose.

E4.1.6.1 Mangueras de metal revestido o blindado no son recomendadas. Sin embargo, como parte de una máquina o un aparato cuando las condiciones de uso de metal reforzado son ventajosas, la manguera puede ser usada en la cual tal metal reforzado esta expuesto pero a ninguno de los gases contenidos en el interior ni a la atmósfera exterior.

4.1.6.2. Colores. Las mangueras para el servicio de gas oxicomcombustible deben estar de acuerdo al código de colores según las autoridades que tienen jurisdicción.

E4.1.6.2 Los colores generalmente reconocidos en Estados Unidos son rojo para la manguera de gas combustible, verde para la manguera de oxígeno, y negro para el gas inerte y la manguera de aire. Otros países usan diferentes colores. Los colores internacionales generalmente reconocidos son descritos en ISO 3821, Welding-Rubber Hoses for Welding, Cutting, and Allied Processes.

4.1.6.3. Encintado. Cuando las mangueras de oxígeno y gas combustible son paralelas en toda su extensión son encintadas juntas por conveniencia y para prevenir enredos, no más de 4 pulgadas (100 milímetros) por cada 12 pulgadas (300 milímetros) deben ser cubiertas por la cinta.

E4.1.6.3 Esto deja 2/3 de las mangueras visibles para la identificación del color, y proporciona la ventilación adecuada para prevenir una trampa por gas en el caso de fugas en la manguera.

4.1.6.4. Mantenimiento. Si las mangueras muestran fuga, quemaduras, partes desgastadas, u otros defectos desgarrados estas son inadecuadas para el servicio y deben ser reparadas o reemplazadas.

E4.1.6.4 La frecuencia de inspección depende en la cantidad y severidad de los usos. Áreas dobladas del regulador y las conexiones de la antorcha son inclinadas por grietas y fugas debido a la tensión adicional.

4.1.6.5. Especificaciones de Conexión de Mangueras. Las conexiones de las mangueras deben cumplir con la norma conexión de manguera especificaciones, folleto CGA E-1, Regulator Connection Standards. Las conexiones de las mangueras de soldadura y líneas de gas no deben ser compatibles con las conexiones del aire para respirar.

4.1.6.6. Calidad de Conexión de las Mangueras. Las conexiones de las mangueras deben ser fabricadas de manera que resistan, sin fugas, dos veces la presión a que ellos normalmente se sujetan en el servicio, pero en ningún caso menos de 300 psi (2070 kPa). Se debe usar aire libre de aceite o un gas inerte libre de aceite para probar.

4.1.6.7. Dispositivos. Sólo dispositivos aceptados como los definidos en 3.2.1 se deben usar en sistemas de gas oxcombustible.

E4.1.6.7 Cuando un dispositivo es aceptado tal como una manguera verificada válvula o tope de retroceso son usadas en sistemas de antorcha para soldadura y corte con gas oxcombustible, el dispositivo debería ser usado y mantenido en concordancia

con las instrucciones del fabricante. Refiérase al folleto CGA E-2, Standard Hose Connection Specifications.

4.1.6.7.1. El uso de topes de retroceso aceptados debe ser permitido.

E4.1.6.7.1 Los topes de retroceso pueden proporcionar una cierta medida de protección contra los riesgos. Para mantener esta protección y asegurar que no se han dañado o estén inoperantes durante el uso, una inspección de rutina programada debería seguirse como lo especificado durante el uso. También, una inspección regular programada debería seguirse como lo especificado en las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

Muchos años de experiencia en el campo han mostrado que varias antorchas de gas oxicomcombustible son confiables y seguras cuando los aparatos se operan de acuerdo con las instrucciones recomendadas por el fabricante. Bajo ciertas circunstancias, los usuarios fallan al seguir estas instrucciones pueden causar contraflujo (flujo en reversa) de gas no deseado y/o retrocesos, contracorriente dentro del equipo.

4.1.7. REGULADOR REDUCTOR DE PRESIÓN

4.1.7.1. Aprobación. Solo reguladores reductores de presión aceptados, como lo definido en 3.2.1 deben ser usados.

E4.1.7.1 Se refiere al CGA E-4, Standard for Gas Regulators for Welding and Cutting.

4.1.7.2. Servicio Designado. Los reguladores reductores de presión deben ser usados solo para el gas y presiones para las cuales ellos estén designados. Las conexiones de entrada del regulador deben obedecer a la Norma ANSI/CGA V-1, Standard for Compressed Gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connections. No se deben intercambiar los reguladores entre los servicios de gas designados.

E4.1.7.2 La contaminación puede conducir a explosiones y fuego.

4.1.7.3. Inspección Antes del Uso. La unión de tuercas y conexiones de reguladores deben ser inspeccionadas antes del uso para establecer defectos que pueden causar fugas cuando los reguladores están unidos a un cilindro, válvulas o mangueras. Se deben reemplazar tuercas o conexiones dañadas.

4.1.7.4. Manómetros para Oxígeno. Los manómetros usados para dar servicio de Oxígeno deben ser marcados así “NO USE CON ACEITE”.

4.1.7.5. Reguladores Oxígeno. Los reguladores de oxígeno deben estar drenados antes de que se unan a un cilindro o distribuidor, o antes de que la válvula del cilindro se abra (ver también 4.1.8.4.4 y 4.1.8.4.11). Siempre se deben abrir lentamente el cilindro o las válvulas de distribución de oxígeno (ver 4.1.8.4.3 y 4.1.8.4.4).

E4.1.7.5 El regulador unido a un cilindro se le puede drenar el oxígeno abriendo y cerrando momentáneamente corriente abajo la línea de la atmósfera ajustando el tornillo del regulador engranando y cerrando la válvula del cilindro. La válvula del cilindro se abrirá lentamente. La conexión del cilindro de oxígeno o la salida del distribuidor deberían lavarse y limpiarse con un trapo de limpieza, libre del aceite e hilachas, y la válvula del cilindro "restablecida" antes de conectar el regulador. (Ver 4.1.8.4.3.). Estos pasos de ayuda reducen las probabilidades de que el regulador de alimentación de oxígeno dispare cuando el regulador esté presurizado por la fuente de alta presión.

4.1.7.6. Mantenimiento. Cuando reguladores o partes de reguladores, incluidos los manómetros, necesitan reparación, el trabajo debe ser realizado por mecánicos calificados.

4.1.8. CILINDROS DE GAS OXÍCOMBUSTIBLE Y COMPRIMIDO (RECIPIENTES)

E4.1.8 Cilindros de gas comprimido usados en procesos de soldadura y corte generalmente contienen gases a presiones de aproximadamente 2500 psi (17237 kPa), pero algunas veces mucho más altas. Gases a estas presiones son dañinos si no son manejados apropiadamente. Los procedimientos descritos en esta sección son propuestos para prevenir daños o abusos en los cilindros de gas los cuales podrían causar fugas o explosiones con serias consecuencias daños, lesiones o la muerte.

4.1.8.1. Cilindros Disposiciones Generales

4.1.8.1.1. Aprobación. Todos los cilindros portátiles usados para el almacenaje y embarque de gases comprimidos deben ser construidos y mantenidos de acuerdo con las regulaciones del Departamento Americano de Transporte (DOT) 49 CFR 173.

4.1.8.1.2. Autorización de Llenado. Nadie excepto el dueño del cilindro o persona autorizada por el dueño debe llenar un cilindro.

4.1.8.1.3. Mezcla de Gases. Ninguna otra persona que el proveedor de gas deben mezclar los gases en un cilindro o trasvasar gas de un cilindro a otro.

4.1.8.1.4. Identificación del Contenido. Los cilindros de gas comprimido deben ser marcados legiblemente con el nombre químico o el nombre comercial del gas de acuerdo con ANSI/CGA C-7, Guide to Preparation of Precautionary Labeling and Marking of Compressed Gas Containers, con el propósito de identificar el contenido del gas. Cilindros en los cuales el etiquetado está perdido o ilegible no se deben usar. Ellos deben ser devueltos al proveedor.

4.1.8.1.5. Cambios de Marcado. Los números y marcas estampadas en los cilindros no deben ser cambiadas excepto en conformidad con las regulaciones 49 CFR 173 U.S. DOT.

4.1.8.1.6. Roscas de Conexión. Los cilindros de gas comprimido se deben equipar con conexiones que obedecen a ANSI/CGA V-1, Standard for Compressed Gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connections.

4.1.8.1.7. Protecciones de la válvula. Todos los cilindros con una capacidad de peso en agua por encima de 30 libras (13.6 kilogramos) deben ser equipados con medios de conexión de un casquete de protección de la válvula o con un collar o entrada para proteger la válvula.

4.1.8.1.8. Temperatura del cilindro. La temperatura de almacenamiento de los cilindros contenedores no debe permitirse que exceda de 125°F (52°C). La temperatura de uso no debe exceder de 120°F(49°C).

E4.1.8.1.8 Los gases calientes pueden expandirse e incrementar la presión por encima de los límites aceptables. Para información adicional, contactar con la Asociación de Gas Comprimido.

4.1.8.1.9. Cilindros dañados. No debe usarse cilindros que evidencian daño severo, corrosión, o exposición al fuego.

4.1.8.2. Almacenamiento de Cilindros

4.1.8.2.1. Protecciones. Los cilindros deben ser almacenados donde no sean expuestos a daño físico, manipulación, o sujetos a temperaturas a las cuales elevarían los contenidos sobre los límites de 4.1.8.1.8.

Los cilindros deben ser almacenados lejos de ascensores, escaleras, o pasillos en lugares asignados dónde los cilindros no sean golpeados por encima o dañados por el paso o caída de objetos. Se debe asegurar los cilindros al almacenarlos para prevenir su caída.

E4.1.8.2.1 Verificar los combustibles que estén sobre cabeza así como las cañerías y tuberías elevadas, materiales suspendidos del techo, etc., cuando se considere el lugar de almacenamiento. El lugar de almacenamiento debería estar bien ventilado para así evitar la acumulación de gases riesgosos en caso de fugas del cilindro.

4.1.8.2.2. Cilindros Separados de Combustibles. Los cilindros almacenados deben estar separados de líquidos inflamables y combustibles y de materiales de fácil ignición como madera, papel, materiales de empaquetado, aceite, y grasa por lo menos a 20 pies (6.1 metros), o por una barrera no combustible de por lo menos 5 pies (1.6 metros) de alto que tenga resistencia al fuego de por lo menos media hora.

4.1.8.2.3. El Oxígeno Separado del Gas Combustible. Los cilindros de oxígeno en almacenamiento deben ser separados adicionalmente de los cilindros de gas

combustible, o de las reservas de carburo del calcio, por una distancia o barrera como esta descrito en 4.1.8.2.2.

4.1.8.2.4. El Oxígeno en las Construcciones de Generación de Acetileno. Los cilindros de oxígeno almacenados en el exterior de las casas de generación de acetileno deben estar separados del generador o de los cuartos de almacenamiento de carburo por una partición no combustible que tenga una resistencia al fuego de por lo menos una hora. Esta partición debe estar sin aperturas y debe ser hermética. El oxígeno no se debe almacenar dentro de los cuartos de generación de acetileno.

4.1.8.2.5. Cilindros Verticales de Gas Combustible. En los cilindros de acetileno y gas licuado debe usarse una válvula antiretorno.

E4.1.8.2.5 Esto previene el flujo del líquido dentro de las mangueras y los reguladores.

4.1.8.2.6. Límites de Almacenamiento de Gas Combustible. Los límites de almacenamiento de gas combustible deben estar de acuerdo con ANSI/NFPA 51, Standard for the Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes.

4.1.8.3. Manejo del cilindro

4.1.8.3.1. Manejo Brusco. Los cilindros no se deben dejar caer, golpear, o permitir que objetos golpeen violentamente de manera que puedan dañar el cilindro, válvula, o dispositivo de seguridad.

4.1.8.3.2. Barras para hacer Palanca. Las barras no se deben ser usadas bajo en las válvulas o las tapas de protección de la válvula para hacer palanca para soltar los cilindros cuando estén congelados en el suelo o fijados de otras formas.

E4.1.8.3.2 Se recomienda el uso de agua caliente (no hirviendo).

4.1.8.3.3. Rodillos o Apoyos. Nunca se deben usar los cilindros como rodillos o apoyos, sea que estén llenos o vacíos.

4.1.8.3.4. Equipo de Seguridad. No se deben manipular sin equipo de seguridad.

4.1.8.3.5. Válvulas Cerradas. Las válvulas del cilindro deben ser cerradas antes de mover los cilindros.

4.1.8.3.6. Tapa de Protección de la Válvula. La tapa de protección de la válvula, si el cilindro está diseñado para aceptar una tapa, esta debe estar siempre en su lugar y apretada (excepto cuando los cilindros están en uso o conectados para el uso).

E4.1.8.3.6 La tapa de la válvula del cilindro debería guardarse con los cilindros para que puedan volverse a reensamblar cuando el regulador sea removido.

4.1.8.3.7. Levantamiento Manual. Las tapas de protección de la válvula no se deben usar para levantar los cilindros.

4.1.8.3.8. Levantamiento con Equipos. Cuando se transporten cilindros con una grúa corrediza o una grúa fija, se debe usar un andamio o plataforma apropiada. No se deben usar bandas o electroimanes para este propósito.

4.1.8.3.9. Transporte de Cilindros. Cuando los cilindros son transportados por un vehículo de motor, ellos deben ser asegurados y se transportarán de acuerdo con el Departamento de regulaciones del Transporte, cuando sea requerido.

E4.1.8.3.9 Es especialmente peligroso transportar cilindros de gas combustible dentro de cualquier vehículo, como un automóvil, dónde el gas con una fuga puede acumularse dentro del compartimiento de pasajeros o en el porta equipaje. Abrir la puerta o el porta equipaje activará un switch de luz que actúa para encender el gas acumulado y causar una explosión mortal.

4.1.8.3.10. Cilindros con Reguladores Acoplados. Cuando los cilindros sean movidos con los reguladores acoplados, los cilindros deben ser asegurados en una posición para ser movidos, y la válvula del cilindro cerrada.

4.1.8.4. Uso del cilindro

4.1.8.4.1. Regulador de Presión. Nunca se debe usar el gas comprimido de los cilindros sin reducir la presión a través de un regulador apropiado acoplado al colector de la válvula del cilindro, a menos que el equipo usado este diseñado para resistir la presión máxima del cilindro.

4.1.8.4.2. Presión Máxima para el Acetileno. El acetileno no se debe utilizar a una presión que exceda 15 psi (103 kPa) o 30 psi (206 kPa). Este requisito no debe aplicar al almacenamiento de acetileno disuelto en un solvente apropiado en cilindros fabricados y mantenidos de acuerdo con los requisitos del Departamento de Transporte, o para acetileno de uso químico.

E4.1.8.4.2 El acetileno puede disociarse (descomponerse con violencia explosiva) sobre éstos límites de presión.

El límite de 30 psi (206 kPa) tiene el propósito de prevenir el uso inseguro del acetileno en cámaras presurizadas como los tanques de aire comprimido, excavaciones subterráneas, o construcción de túneles.

4.1.8.4.3. “Restablecimiento” Válvula de Cilindro. Antes de conectar un regulador a una válvula de cilindro, la salida de la válvula se debe limpiar con un trapo limpio libre de aceite e hilachas, y la válvula se debe abrir momentáneamente y se cerrará inmediatamente.

La válvula se debe restablecer mientras esta detenida a un lado de la salida, nunca delante de esta. Las válvulas de cilindros de gas combustible no deben ser restablecidas cerca de otro trabajo de soldadura o cerca de chispas, llamas, u otras posibles fuentes de ignición.

E4.1.8.4.3 Esta actividad, generalmente llamada “restablecimiento”, es para limpiar la válvula de polvo o suciedad que de otra manera podría entrar en el regulador.

4.1.8.4.4. Procedimiento Especial para Cilindros de Oxígeno. Lo siguiente que debe hacerse después de que el regulador se acopla a los cilindros de oxígeno:

- (1) Encajar el tornillo de ajuste y abrir la línea de salida de flujo para drenar el regulador de gas.

(2) Desencajar el tornillo de ajuste y abrir la válvula del cilindro ligeramente para que la manecilla del manómetro de presión del cilindro se mueva hacia arriba lentamente antes de abrir toda la válvula.

(3) Posicionarse a un lado del regulador y no delante del manómetro al abrir la válvula del cilindro.

E4.1.8.4.4 Si el oxígeno a alta presión es repentinamente aplicado, es posible que cause ignición a los componentes del regulador y dañar al operador. Ver Folleto de CGA E-4 para información adicional.

4.1.8.4.5. Martillo o Llave de Tuerca. Un martillo o llave de tuerca no deben ser usados para abrir válvulas del cilindro las que son ajustadas con ruedas manuales.

4.1.8.4.6. Llaves de Tuerca Especiales. Los cilindros que no tengan puestas ruedas manuales deben tener llaves, asas, o llaves de tuerca no ajustables en el eje de la válvula mientras estos cilindros están en servicio el flujo de gas puede ser apagado rápidamente en caso de una emergencia. Por lo menos en las instalaciones de cilindros múltiples, una llave de tuerca debe estar siempre disponible para el uso inmediato.

4.1.8.4.7. Válvula Completamente Abierta. Cuando un cilindro de gas (no licuado) a alta presión está en uso, la válvula debe estar abierta totalmente para prevenir la fuga alrededor del eje de la válvula.

4.1.8.4.8. Válvula Parcialmente Abierta. Una válvula de un cilindro de acetileno no se debe abrir más de aproximadamente uno y uno y medio vueltas y preferentemente no más de tres cuartos de vuelta, a menos que haya otra especificación del fabricante.

E4.1.8.4.8 Esto es para que pueda cerrarse rápidamente en caso de emergencia.

4.1.8.4.9. Interferencia. Nada debe ponerse encima de un cilindro cuando este en uso ya que puede dañar el dispositivo de seguridad o puede interferir con el cierre rápido de la válvula.

4.1.8.4.10. Válvulas Cerradas. Las válvulas del cilindro deben estar cerradas siempre que el equipo este desatendido.

4.1.8.4.11. Drenaje del Regulador. Antes de que un regulador sea removido de un cilindro, la válvula del cilindro debe estar cerrada y el gas liberado del regulador.

4.1.8.4.12. Seguridad de los Cilindros Durante el Uso. Una adecuada carretilla para el cilindro, cadena, o dispositivo de afianzamiento debe ser usado para mantener alejados los cilindros de golpearse mientras están en uso.

4.1.8.4.13. Protección Contra el Fuego. Los cilindros deben ser mantenidos lo suficientemente lejos de operaciones de soldadura o corte para que las chispas, escoria caliente, o llamas no los alcancen, de otra manera debe proporcionarse escudos resistentes al fuego.

4.1.8.4.14. Circuitos Eléctricos. Los cilindros no deben ser ubicados donde ellos puedan volverse parte de un circuito eléctrico. Los contactos con carriles conductores, alambres de tranvía, etc., deben ser evitados. Los cilindros deben guardarse lejos de los radiadores, sistemas de tubería, mesas de diseño, etc., esto puede ser usado para conectar con tierra los circuitos eléctricos tal como para los arcos de soldadura de las máquinas.

Debe prohibirse el golpe del electrodo contra el cilindro. No encender un arco en los cilindros.

E4.1.8.4.14 Los cilindros no deberían ser conectados a tierra, o ubicados, dónde ellos pueden volverse parte de un circuito eléctrico. El arco puede dañar a los cilindros provocar fugas o explosiones.

4.1.8.4.15. Proporciones de Retiro del Cilindro de Gas Combustible. Las proporciones de retiro de los cilindros de gas no deben exceder las recomendaciones de los fabricantes.

E4.1.8.4.15 En el caso del acetileno, las proporciones del retiro excesivas pueden conducir al agotamiento de la acetona del cilindro. Algunos materiales pueden ser dañados por la acetona y crear fugas. La estabilidad del acetileno puede reducirse. En

el caso de gases combustibles licuados, las proporciones de retiro excesivas causarán refrigeración.

4.1.8.5. Emergencias con Cilindros

4.1.8.5.1. Fuga de Empaque de Válvula de Combustible. Si una fuga es encontrada alrededor del eje de la válvula de un cilindro de gas combustible, las tuercas de empaque se deben apretar, o la válvula del cilindro se debe cerrar.

E4.1.8.5.1 Las fugas pueden conducir a atmósferas deficientes de oxígeno o explosivas.

4.1.8.5.2. Fugas de Gas Combustible que no Pueden Detenerse. Si apretando la tuerca de empaque no se detiene la fuga del eje de la válvula, o si una válvula de gas combustible está fugando en el sello y no puede detenerse cerrando la válvula firmemente, o si una fuga se desarrolla en un tapón fusible u otro dispositivo de seguridad, entonces los cilindros de gas combustible deben ser movidos a una ubicación externa segura, lejos de cualquier fuente de ignición, marcada apropiadamente, y comunicando al proveedor.

Cuando un cilindro con fuga no pueda ser movido de forma segura a una ubicación externa, el área de construcción debe ser evacuada inmediatamente y el departamento de bomberos notificado de emergencia.

Una señal preventiva debe ser colocada para no acercarse al cilindro con fuga con un cigarro encendido o una fuente de ignición.

E4.1.8.5.2 Exteriores, la válvula del cilindro puede abrirse ligeramente para graduar la descarga del contenido.

4.1.8.5.3. Fuego en Cilindro de Combustible. Los fuegos pequeños en los cilindros de gas combustible, normalmente son el resultado de la ignición de fugas descritas en 4.1.8.5.1 y 4.1.8.5.2, deben ser extinguidos, si es posible, cerrando la válvula del cilindro o por el uso de agua, telas mojadas, o extintor de incendios. Las fugas se deben tratar entonces como esta descrito en esas secciones.

En el caso de un fuego grande en un cilindro de gas combustible, como el del funcionamiento de un tapón fusible o de un dispositivo de seguridad, el personal debe

evacuarse del área, y el cilindro mantenerse mojado con un chorro fuerte de agua para mantenerlo fresco.

E4.1.8.5.3 Es usualmente mejor permitir que el fuego continúe quemando y consumiendo el gas escapado, por otra parte este puede reencenderse con violencia explosiva. Si las circunstancias lo permiten, es a menudo bueno permitir que el fuego del cilindro se quemara en el exterior bastante antes de intentar mover el cilindro.

Si el cilindro se localiza donde el fuego no debería permitirse quemar en el exterior, puede intentarse hacer los esfuerzos para moverlo a un lugar más seguro, preferentemente el exterior. El personal debería permanecer tan distante como sea posible, y el cilindro debería mantenerse fresco con un chorro de agua.

4.1.9. DISTRIBUIDORES DE CILINDRO

4.1.9.1. Aprobación. Los distribuidores de gas combustible y los distribuidores de oxígeno de alta presión para uso con cilindros de oxígeno que tienen una presión de servicio DOT alrededor de 250 psi (1724 kPa) deben ser aprobados los dos separadamente por cada elemento o como una unidad ensamblada.

4.1.9.2. Servicio de Gas. Todos los distribuidores y sus partes deben ser usados solo para los gases para los cuales son aprobados.

4.1.9.3. Límites de Capacidad y Localización del Distribuidor de Gas Combustible. Los límites de capacidad y localización del distribuidor de gas combustible deben estar de acuerdo con ANSI/NFPA 51.

E4.1.9.3 La norma ANSI/NFPA 51 ha establecido 3000 pies cúbicos (84 metros cúbicos) como capacidad total de gas no licuado como un límite interno para cilindros de gas combustible conectados a un distribuidor. La razón para este límite es que una construcción típica de 100 pies por 100 pies con 15 pies de techo (150 000 pies cúbicos, 4 200 metros cúbicos) podría contener una fuga de 3 000 pies cúbicos de acetileno sin exceder el límite inferior explosivo si está uniformemente distribuido. El acetileno tiene el límite explosivo más bajo de los gases combustibles normalmente usados. Ver ANSI/NFPA 51 para los detalles adicionales.

4.1.9.4. Límites de Capacidad y Localización del Distribuidor de Oxígeno. Los límites de capacidad y localización del colector de oxígeno deben estar de acuerdo con ANSI/NFPA 51.

4.1.9.5. Requisitos del Distribuidor. Los requisitos de los distribuidores de gas combustible y oxígeno deben estar de acuerdo con ANSI/NFPA 51.

4.1.9.6. Instalación y Funcionamiento del Distribuidor. La instalación y funcionamiento del distribuidor deben estar de acuerdo con ANSI/NFPA 51.

4.2. SEGURIDAD Y EQUIPOS PARA SOLDADURA Y CORTE POR ARCO

4.2.1. GENERAL

4.2.1.1. Alcance. Esta sección contiene las precauciones de seguridad específicas para la instalación y funcionamiento del equipo de soldadura y corte por arco.

4.2.1.2. Equipo. El equipo para soldadura y corte por arco debe ser escogido de acuerdo a lo especificado en 4.2.2 y se instalarán de acuerdo a lo especificado en 4.2.3.

E4.2.1.2 El equipo de gas usado en la soldadura por arco debería ser manejado como esta descrito en la Sección 4, Seguridad en Soldadura y Corte con Gas Oxicomcombustible. Ver 4.2.5.5.

4.2.1.3. Personal. Las personas encargadas del equipo o designadas para operar los equipos de soldadura y corte por arco deben haber sido adecuadamente instruidas y calificadas para mantener u operar cada equipo y aprobadas como competentes para sus responsabilidades de trabajo. Las reglas e instrucciones que abarquen el funcionamiento y mantenimiento del equipo de soldadura y corte por arco deben estar disponibles rápidamente.

4.2.2. ASPECTOS DE SEGURIDAD EN LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE SOLDADURA POR ARCO

4.2.2.1. Normas de Seguridad. La seguridad en la selección del equipo de soldadura por arco debe estar conforme con las normas NEMA y ANSI aplicables. Máquinas con propósitos especiales no cubiertas por las normas listadas anteriormente deben estar conformes en todos los aspectos a las normas establecidas en esta publicación.

4.2.2.2. Condiciones del Entorno. Al usar máquinas de soldadura por arco de corriente alterna (AC) o corriente continua (DC), el operador de la soldadora debe tener cuidado especial para prevenir el choque eléctrico, al trabajar bajo condiciones de riesgo eléctrico. El fabricante debe ser consultado cuando se encuentren condiciones de servicio inusuales.

E4.2.2.2 El agua o la transpiración pueden causar condiciones de riesgo eléctrico. El choque eléctrico puede prevenirse por el uso de guantes, ropa, y zapatos aislantes y evitando el contacto con partes eléctricas vivas.

Otros ejemplos de condiciones de riesgo eléctrico son los sitios en los que el libre movimiento es restringido así el operador esta obligado a realizar el trabajo en una posición estrecha (arrodillado, sentado, acostado) con contacto físico con las partes conductivas, y sitios que son total o parcialmente limitados por los elementos conductivos y en los que hay un riesgo alto de contacto inevitable o accidental por el operador. Estos riesgos pueden ser minimizados aislando las partes conductivas cercanas a las proximidades del operador.

Si una cantidad significativa de tiempo de trabajo está gastada en las condiciones de riesgo eléctrico, el uso de controles automáticos es recomendada para reducir el voltaje no cargado a un valor que no exceda 38 voltios AC o 50 voltios DC como tasa de entrada de voltaje. Esto también aplica a 4.2.2.3.1. Se describen ejemplos de condiciones de servicio inusuales en ANSI/NEMA EW1, Electric Arc Welding Power Sources.

4.2.2.3. Otras Condiciones

4.2.2.3.1. Voltaje de Circuito Abierto (Procesos Especiales). Cuando procesos especiales de soldadura y corte requieran voltajes de circuito abierto más altos que aquéllos especificados en ANSI/NEMA EW1, debe proporcionarse aislamiento adecuado u otros medios para proteger al operador de hacer contacto con el alto voltaje.

E4.2.2.3.1 Algunos procesos tal como corte con arco de plasma pueden utilizar voltajes de circuito abierto tan altos como 400 voltios DC. El etiquetado preventivo, carteles en el sitio de trabajo o empleados especialmente entrenados deberían ser considerados cuando voltajes altos de circuito abierto estén presentes. Ver 4.2.2.2

4.2.2.3.2. Manejo del Terminal Para la Malla de Conexión a Tierra. El manejo de la conexión a tierra debe estar en concordancia con 4.2.3.2. En el caso de las instalaciones que han seguido la práctica de conexiones a tierra conducir a una terminal de fuente de poder, esta por si misma es una conexión a tierra por un conducto a la malla de conexión a tierra de la fuente de poder, la terminal de la fuente de poder debe estar conectada a la conexión a tierra de la malla o de la fuente de poder por un conductor de diámetro más pequeño (por lo menos dos galgas de alambre más altas) que el conducto de la malla de conexión a tierra de la fuente de poder, y el terminal debe estar marcado para indicar que es una conexión a tierra.

De ningún modo el manejo de una conexión entre la terminal y la malla de conexión a tierra de la fuente de poder debe ser usada intencionalmente, en lugar de manejar, la corriente de soldadura.

E4.2.2.3.2 La práctica de conectar el manejo de la terminal a la malla de la fuente de poder no es recomendable y debería evitarse. Esto es por la probabilidad de que el operador de la soldadura inadvertidamente quite la conexión entre la pinza de trabajo y la pieza de trabajo por eso y por esta causa la corriente de soldadura fluye a través de los conductores del sistema eléctrico conectados a tierra. Tomar medidas para prevenir el flujo de la corriente de soldadura a través de las conexiones a tierra. Los conductos de las conexiones a tierra son dimensionados para otros propósitos. Las corrientes de soldadura pueden ser demasiado altas para algunas conexiones a tierra en el área o la red de poder.

4.2.2.3.3. Terminales de Soldadura. Los terminales de los conductores de soldadura deben ser protegidos del contacto eléctrico accidental por el personal o por los objetos de metal, ejemplo los vehículos, los ganchos de la grúa.

E4.2.2.3.3 La protección puede obtenerse con el uso de una fachada de construcción utilizando tomas para la conexión de enchufes, localizando los terminales en una apertura alejada o bajo una tapa con bisagras no removibles, por mangas aislantes fuertes o por otro medio mecánico equivalente que satisfaga los requisitos.

4.2.2.3.4. Aparatos de Mando Portátiles. Ninguna conexión para los aparatos de mando portátiles, como botones de pulsar, es llevada por el operador debe estar conectada a un circuito de AC superior a 120 voltios. Las partes metálicas expuestas de aparatos de mando portátiles que operan en los circuitos sobre 50 voltios deben estar conectadas por un conductor de conexión a tierra en el cable de mando.

E4.2.2.3.4 Ver ANSI/NFPA 79.

4.2.2.3.5. Autotransformadores. No se deben usar autotransformadores o reactores de AC para arrastrar directamente corriente de soldadura desde cualquier fuente de poder primaria de AC que tenga un voltaje que exceda 80 voltios.

4.2.2.3.6. Carga del Equipo. Se debe tener cuidado en la aplicación de la soldadura por arco el equipo asegurará que el amperaje escogido es adecuado para manejar el trabajo. Las máquinas de soldadura no deben ser operadas sobre los amperajes y los correspondientes ciclos de servicio como esta especificado por el fabricante y no deben ser usados para otras aplicaciones diferentes de aquéllas especificadas por el fabricante.

E4.2.2.3.6 Usar las máquinas de soldadura más allá del amperaje o ciclos de servicio puede causar sobrecalentamiento lo cual resulta en un prematuro deterioro de los aislamientos e incremento del riesgo de choque eléctrico. Consideraciones deberían darse al hecho de que las corrientes de soldadura reales pueden ser superiores que las mostradas por los indicadores en las máquinas si la soldadura se hace con conductores pequeños o voltajes de arco bajos. Particularmente las sobre corrientes altas son probables en máquinas de soldadura para propósitos generales cuando se

usan con procesos de voltajes de arco bajo como la soldadura por arco con gas tungsteno.

4.2.2.3.7. Cables de Soldadura. Los cables de soldadura deben ser del tipo flexible diseñado sobre todo para los rigores del servicio de soldadura y de un tamaño adecuado para la corriente razonablemente esperada y ciclos de servicio. Atención especial debe ser prestada al aislamiento de cables usados con equipos que incluyen alto voltaje, osciladores de alta frecuencia.

E4.2.2.3.7 Ver también 4.2.2.3.5

4.2.3. Instalación del Equipo de Soldadura por Arco.

4.2.3.1. Requisitos del Código. La instalación incluyendo la conexión a tierra, las desconexiones necesarias, fusibles, y el tipo de líneas de entrada de poder deben estar de acuerdo con los requisitos de la actual ANSI/NFPA 70, National Electrical Code®, y todos los códigos locales.

4.2.3.2. El Trabajo. La pieza de trabajo o el metal en el cual el soldador suelda debe estar conectado a tierra independientemente de la conducción de la soldadura para una buena conexión eléctrica a tierra al menos una persona calificada asegurara que es seguro trabajar en una pieza de trabajo sin conexión a tierra.

E4.2.3.2 Cuando el terminal de trabajo se conecta a tierra, debería tenerse cuidado para ver que la pieza de trabajo no esté separada de la conexión a tierra. Ver 4.2.3.2.1. Antes de que la soldadura se intente el operador debería verificar para estar seguro que la carga de trabajo esta conectada apropiadamente. Esto eliminará la posibilidad de que la corriente de soldadura sea dirigida erradamente dentro del sistema conductor de conexión a tierra de otro equipo. La corriente de soldadura dirigida erradamente puede dañar a conductores que no tienen la capacidad adecuada. Ver Artículo 630.15 de ANSI/NFPA 70, National Electrical Code®.

4.2.3.2.1. Conexión a Tierra. La conexión a tierra debe hacerse localizando el trabajo en un piso metálico o una platina conectada a tierra, o por la conexión a un marco de construcción conectado a tierra u otra conexión a tierra satisfactoria. Debe

tenerse cuidado para evitar el flujo de la corriente de soldadura a través de una conexión proyectada sólo para una conexión segura a tierra ya que la corriente de soldadura puede ser de una magnitud superior que la que el conducto de conexión a tierra puede llevar de forma segura.

E4.2.3.2.1 El conductor de trabajo y la pinza del conductor de trabajo son a veces incorrectamente llamados "conductor de tierra" y "pinza de tierra". El conductor de trabajo y el conductor de tierra no son lo mismo. El conductor de trabajo no debería ser llamado como el conductor de conexión a tierra. Es preferible conectar el conductor de trabajo directamente al trabajo. Desde aquí, es impropio referirse al conductor como "conductor de tierra" o la conexión como "pinza de tierra". La pinza de trabajo nunca debería guardarse sujetando cualquier parte del marco de la conexión a tierra de la fuente de poder. La conexión a tierra de los sistemas eléctricos y los circuitos conductores se hace para limitar los voltajes debido a la descarga, sobrecorriente de voltaje en la línea, o el contacto involuntario con líneas de alto voltaje, y para estabilizar el voltaje a tierra durante el funcionamiento normal.

Esto también facilita el funcionamiento del aparato de sobrecorriente en caso de falla eléctrica de tierra. (Ver el Artículo 250.4 de ANSI/NFPA 70, National Electrical Code®). La conexión a tierra de la pieza de trabajo, alojamiento del equipo, los armarios y marcos de metal, u otro material conductor que forme parte del equipo esta hecho para limitar el voltaje al conectar con tierra en estos artículos. Limitando el voltaje por conexión a tierra ayuda a prevenir los choques accidentales cuando el equipo es desconectado o tiene fallas de aislamiento (Ver Artículo 250.4 de ANSI/NFPA 70, National Electrical Code®). Los equipos usados con los sistemas de suministro sin conexión a tierra, como se usa en los sistemas navales a bordo, deberían conectarse de acuerdo con los requisitos de la autoridad que tiene la jurisdicción.

La conexión a tierra de frecuencia especial de radio puede ser aconsejable para equipos que usan los estabilizadores de arco de alta frecuencia. (Ver Recommended Installation and Test Procedures for High Frequency Stabilized Arc Welders, 1970, Arc Welding Section of NEMA.)

4.2.3.2.2. Conductor de Trabajo. La corriente de soldadura debe ser retornada a la máquina de soldadura por un cable con una suficiente capacidad de corriente. Sin

embargo, la conexión de un cable desde la máquina soldadora a un conductor común o una estructura apropiadamente unida en la cual el trabajo este apoyado, o conectado al trabajo, debe ser un procedimiento alterno permitido. La máquina de corriente alterna monofásica en grupos de tres con sus entradas conectadas en triángulo a un circuito de suministro de tres-fases conectado en estrella en los circuitos secundarios se debe permitir usar un solo conductor de trabajo del neutro de las tres unidades a la estructura a ser soldada.

El conductor de trabajo debe usar un solo cable de un tamaño apropiado para la tasa de corriente de por lo menos una máquina.

E4.2.3.2 Ver 4.2.3.6 voltajes y consideraciones de choque. Con el procedimiento alterno permitido, debería tenerse cuidado de que ninguna otra conexión eléctrica o ruta exista.

4.2.3.3. Limitaciones para la Canalización y Tuberías a Tierra. No se deben usar canalizaciones que contengan a los conductores eléctricos para cerrar el circuito del conductor de trabajo. Las tuberías no deben ser usadas como una parte permanente del circuito de soldadura, pero pueden usarse durante la construcción, extensión, o reparación con tal de que la corriente no sea arrastrada a través de las juntas roscadas, juntas de platina empernadas, o juntas rellenadas. Además, se deben usar precauciones especiales para evitar el chispeado a la conexión del cable conductor de trabajo.

E4.2.3.3 La corriente que atraviesa juntas que no se diseñen para tal uso puede causar y desarrollar puntos calientes. Estos puntos calientes pueden llevar al desarrollo de fuegos ocultos o explosiones. Para otras precauciones, ver Sección 4.2.4.

4.2.3.4. Conexiones Prohibidas para el Conductor de Trabajo. No se deben usar cadenas, cuerdas de alambre, grúas, montacargas, y ascensores para llevar la corriente de soldadura.

E4.2.3.4 Ver 4.2.4.9.2

4.2.3.5. Continuidad Eléctrica en Estructuras. Cuando durante una construcción o una modificación, un edificio o cualquier otra estructura de metal

fabricada se usa como un circuito de retorno para la corriente de soldadura, ésta debe ser verificada para determinar si existe contacto eléctrico apropiado en todas las juntas. Las chispas o el calentamiento en cualquier punto deben ser causa para el rechazo de la estructura como un circuito del retorno.

E4.2.3.5 La aprobación debería obtenerse del dueño o la persona responsable antes de proceder.

4.2.3.6. Conexiones para Minimizar el Riesgo de Choque. Donde los soldadores están trabajando en una estructura, suficientemente cerca de otros, y es probable que alguien toque las partes expuestas simultáneamente de más de un porta electrodo, se conectarán las máquinas para minimizar el riesgo de choque como sigue:

4.2.3.6.1. Máquinas de DC. A menos que se requiera en casos especiales, todas las máquinas de DC deben ser conectadas con la misma polaridad.

E4.2.3.6.1 Una lámpara de prueba o un voltímetro pueden ser usados para determinar si las conexiones están correctas. Ver 4.2.3.6.3.

4.2.3.6.2. Máquinas de AC. A menos que se requiera en casos especiales, todas las máquinas monofásicas de AC deben estar conectadas a la misma fase del circuito del suministro y con la misma polaridad instantánea.

E4.2.3.6.2 Un voltímetro puede ser usado para determinar si las conexiones son correctas. Ver 4.2.3.6.3

4.2.3.6.3. Casos especiales. El operador y otro personal del área deben ser instruidos en la importancia de evitar el contacto simultáneo de las partes expuestas de más de un porta electrodo.

E4.2.3.6.3 Cuando el funcionamiento en una estructura involucra varias máquinas de soldadura, los requisitos del proceso de soldadura con DC pueden requerir el uso de ambas polaridades, o las limitaciones de suministro del circuito para soldadura con AC pueden requerir la distribución de las máquinas entre las fases de suministro del circuito. Los voltajes sin carga entre los porta electrodo serian dos veces lo normal en máquinas de DC o 1, 1.41, 1.73, o 2 veces lo normal en máquinas de AC. Existirán

diferencias de voltaje similares si se hacen con las dos soldaduras AC y DC en la misma estructura.

4.2.4. FUNCIONAMIENTO

E4.2.4 Esta sección aplica para todos los procesos de soldadura y corte. Para la soldadura por arco con protección gaseosa, ver los documentos de prácticas recomendadas como AWS C5.6, Recommended Practices for Gas Metal Arc Welding.

4.2.4.1. Instrucción al Trabajador. Los trabajadores asignados para operar o dar mantenimiento al equipo de soldadura por arco deben conocer las partes de este manual aplicables a sus asignaciones de trabajo.

E4.2.4.1 Estas secciones son de particular interés Sección 3.4, Protección del Personal; Sección 3.5, Ventilación; y Sección 3.6, Fuego Prevención y Protección.

4.2.4.2. Comprobación de Conexiones. Después de ensamblar cualquier conexión de la máquina, cada conexión ensamblada debe ser verificada antes de empezar el funcionamiento para determinar que está hecha adecuadamente. Además, el conductor de trabajo debe estar atado firmemente al trabajo; las pinzas magnéticas de trabajo deben estar libres de partículas de metal adheridas y salpicaduras en las superficies de contacto.

E4.2.4.2 Conexiones firmes y limpias son necesarias para prevenir el calentamiento local. Conexiones secas y apropiadamente aisladas son necesarias prevenir corrientes eléctricas perdidas y posible choque eléctrico o cortos circuitos.

El cable de soldadura enrollado debería mantenerse a un mínimo y cualquier exceso será extendido fuera antes del uso para evitar sobrecalentamiento y dañar el aislamiento. Trabajos que requieren alternadamente cables largos y cortos deberían estar equipados con conectores aislados para que las extensiones desocupadas puedan desconectarse cuando no se necesiten.

4.2.4.3. Armazón de la Máquina Conexión a Tierra. La conexión a tierra del armazón de la máquina de soldadura debe ser verificada. Atención especial debe prestarse a la seguridad de las conexiones a tierra de las máquinas portátiles. Ver NFPA 70, National Electric Code®, Artículo 250, Conexión a Tierra.

4.2.4.4. Fugas. No debe haber ninguna fuga de agua refrigerante, gas de protección, o combustible del artefacto que puede afectar adversamente la seguridad del soldador.

E4.2.4.4 La humedad puede llevar corriente eléctrica e incrementar la oportunidad de choque eléctrico, los gases de protección pueden causar la asfixia, y los combustibles pueden causar explosiones o fuego.

4.2.4.5. Instrucciones de Operación Segura. Reglas e instrucciones escritas que cubran el funcionamiento seguro del equipo deben estar disponibles para el soldador y deben seguirse estrictamente.

4.2.4.6. Interrupciones del Trabajo. Cuando el soldador deje el trabajo o se detiene por un tiempo considerable, el interruptor del equipo o de la máquina debe apagarse o desenergizarse.

4.2.4.7. Moviendo la Máquina. Cuando la máquina sea movida, la fuente de suministro de entrada al equipo debe ser desconectado eléctricamente.

4.2.4.8. Equipo que No este en Uso. Cuando no esté en uso, los electrodos de metal y carbón se deben quitar de los porta electrodos para eliminar el peligro de contacto eléctrico con las personas u objetos conductores. Cuando no estén en uso, los porta electrodos deben ser puestos tal que no puedan hacer contacto eléctrico con las personas, objetos conductores, tales como metal o tierra mojada, líquidos inflamables, o cilindros de gas comprimido. Cuando no estén en uso, las pistolas de las máquinas de soldadura semiautomática deben ser puestas tal que el interruptor de la pistola no pueda operarse accidentalmente.

4.2.4.9. Choque Eléctrico. El soldador debe estar entrenado para evitar el choque. Choques inexplicables deben ser reportados al supervisor para la investigación y corrección previa para continuar. Procedimientos seguros deben observarse en todo momento al trabajar con equipo que tiene voltaje necesario para soldadura por arco.

4.2.4.9.1. Partes de Metal Vivo. El soldador nunca debe permitir que las partes de metal vivo de un electrodo, porta electrodo, u otro equipo, toquen la piel desnuda o cualquier parte del cuerpo descubierta y mojada.

4.2.4.9.2. Aislamiento. Los soldadores deben protegerse ellos mismos del contacto eléctrico con el trabajo o con la conexión a tierra por material aislante seco; particularmente, ellos deben estar protegidos contra las áreas grandes de contacto por aislamiento cuando estén trabajando sentados o en posición inclinada.

E4.2.4.9.2 Cuando se requiere que el trabajador esté en una escalera de mano mientras esta soldando o cortando, la escalera de mano debería ser no conductiva, o por otra parte aislada del trabajo y tierra. Deberían llevar zapatos secos en buenas condiciones. Zapatos o botas con suelas de caucho deberían llevarse en las áreas húmedas. Los trabajadores deberían llevar botas protectoras al trabajar parados en agua u otras áreas mojadas.

Para reducir la posibilidad de formar arco de corriente de soldadura a través del cable del alambre de suspensión al realizar la soldadura en andamios suspendidos, use una asa aislada para atar cada cable de alambre de suspensión a su soporte de suspensión (como ganchos de cornisa o cuernos de amarre). Aísle el exceso de cable de alambre de suspensión y aísle cualquier línea adicional independiente de conexión a tierra. Cubra el cable del alambre de suspensión con material aislante extendiendo por lo menos 4 pies sobre la grúa. Aísle el final de la línea debajo de la grúa para prevenir el contacto con la plataforma.

4.2.4.9.3. Guantes. Se deben usar guantes secos en buenas condiciones.

E4.2.4.9.3 El uso de guantes húmedos o mojados puede llevar al choque eléctrico. Donde la humedad o la transpiración es un problema, guantes engomados u otros medios aislantes deberían ser usados. También ver 3.4.3.2 y E4.2.2.2.

4.2.4.9.4. Porta Electroodos y Pistolas. Los porta electrodos y las pistolas deben estar bien aislados y mantener una buena reparación.

4.2.4.9.5. Inmersión en Agua. Los porta electrodos y las pistolas no deben ser enfriadas por la inmersión en agua.

4.2.4.9.6. Porta electrodos Enfriados por Agua. Los porta electrodos y las pistolas no se deben ser usados si existe cualquier fuga de agua o condensación que afectaría adversamente la seguridad del soldador.

4.2.4.9.7. Electrodo Cambiables. Excepto para la soldadura con electrodo revestido, el interruptor de la máquina soldadora debe estar eléctricamente desenergizado cuando los electrodos o puntas de contacto sean cambiadas.

4.2.4.9.8. Otras Prácticas a Evitar. El soldador no debe enrollarse o dar vueltas el cable del electrodo de soldadura alrededor de las partes del cuerpo. Se deben tomar precauciones para prevenir el choque inducido que cae cuando el soldador está trabajando por encima del nivel de tierra.

4.2.4.9.9. Usuarios de Marcapasos. Los usuarios de marcapasos u otros equipos electrónicos vitales para la vida deben verificar con los fabricantes la protección para la vida y con su médico determinar si existe algún riesgo.

E4.2.4.9.9 Los soldadores y otras personas que deban trabajar en un ambiente de soldadura deberían informar a sus médicos antes de ser sometidos a procedimientos de instalación de aparatos.

4.2.5. MANTENIMIENTO

4.2.5.1. General. Todo equipo para soldadura por arco se debe mantener en todo momento en orden y seguro para el trabajo. El soldador o el personal de mantenimiento deben informar cualquier defecto en el equipo o riesgo de seguridad al supervisor, y el uso de tal equipo debe ser suspendido hasta que sea seguro. Las reparaciones deben ser hechas solo por personal calificado.

E4.2.5.1 Se recomiendan intensas inspecciones periódicas.

4.2.5.2. Equipo de Soldadura. El equipo de soldadura debe mantenerse en buenas condiciones eléctricas y mecánicas para evitar riesgos innecesarios. En el equipo eléctrico rotativo, los conmutadores deben mantenerse limpios para prevenir el destello excesivo.

4.2.5.2.1. Inspección. El equipo de soldadura debe ser inspeccionado frecuentemente para detectar acumulaciones de material extraño que interferiría con la ventilación o el aislamiento. Los ductos de ventilación de la bobina eléctrica se deben inspeccionar y limpiar de forma similar. Los sistemas de combustible en las máquinas impulsadas por motor deben ser inspeccionados y verificados por posibles fugas y acumulaciones de agua que podría causar oxidación. Los componentes que ruedan y se mueven deben mantenerse adecuadamente protegidos y lubricados.

Una guía o retenedor para la porción del final de la línea que cuelga libremente debajo del andamio para que no se conecte con tierra [ver 29 CFR 1926.451(f) (17)].

E4.2.5.2.1 La suciedad en el equipo eléctrico puede aumentar la temperatura, disminuir la vida de servicio, y la posibilidad de crear un corto circuito.

Es una buena práctica sopletear toda la máquina soldadora con aire comprimido limpio y seco usando las precauciones de seguridad adecuadas.

4.2.5.2.2. Soldadura al Aire libre. El equipo de soldadura usado al aire libre debe ser protegido de las condiciones inclementes del clima. Las cubiertas de protección no deben obstruir la ventilación necesaria para prevenir el sobrecalentamiento de la máquina.

E4.2.5.2.2 Los filtros de aire en el sistema de ventilación de los componentes eléctricos no deberían ser usados a menos que sean proporcionados, o aprobados por, el fabricante de la máquina de soldadura. La reducción del flujo de aire resultante del uso de un filtro de aire en el equipo para el que no está designado puede someter los componentes interiores a una condición de sobrecalentamiento y la subsiguiente falla.

4.2.5.2.3. Modificaciones. Cuando es necesario modificar el equipo, así como para mantenerse en los requerimientos de niveles de ruido, esto debe ser determinado para que las modificaciones o adiciones al equipo no causen que los regímenes eléctricos y mecánicos del equipo sean excedidos o sobrecargados.

4.2.5.3. Máquinas Mojadas. Las máquinas que se han mojado deben ser secadas completamente y adecuadamente probadas antes de usarse. Cuando no

este en uso, el equipo debe ser protegido adecuadamente o almacenado en un lugar limpio y seco.

E4.2.5.2.3 Las modificaciones sólo deberían ser realizadas por el fabricante de equipo o un técnico de servicio calificado.

4.2.5.4. Cables de la Soldadora. El cable de la soldadora debe ser inspeccionado buscando desgaste o daño. Cables con aislamientos o conectores dañados deben ser reemplazados o reparados para lograr la fuerza mecánica, calidad aislante, conductibilidad eléctrica, y cable original con hermeticidad para el agua. Las uniones de extensiones del cable deben ser hechas por métodos específicamente pensados para el propósito. Los métodos de conexión deben tener el aislamiento adecuado para el servicio.

E4.2.5.4 Deberían guardarse los conductores del cable de la soldadora desconectados adecuadamente para prevenir el cierre inadvertido del circuito eléctrico.

4.2.5.5. Gases Comprimidos. El uso de gases comprimidos para la protección en operaciones de suelda por arco deben seguir las previsiones aplicables de la Sección 4.1, Seguridad en Soldadura y Corte con Gas Oxicomcombustible.

4.3. SEGURIDAD EN SOLDADURA POR RESISTENCIA

4.3.1. GENERAL

4.3.1.1. Alcance. El alcance de esta sección se limita al equipo de soldadura que usa los principios de la soldadura por resistencia como esta definido en la publicación de AWS titulado AWS A3.0, Standard Welding Terms and Definitions. Los usuarios además se referirán a la Parte 3 de este manual el cual es aplicable para la seguridad en general en la soldadura y corte.

4.3.1.2. Selección. Todo equipo para soldadura por resistencia debe ser seleccionado para una aplicación segura del trabajo pensado. Los aspectos de

seguridad personal de la soldadura por resistencia deben ser tomados en cuenta cuando se escoja el equipo para el trabajo a realizar.

4.3.1.3. Entrenamiento del Operador. Los trabajadores designados para operar el equipo de soldadura por resistencia deben tener la adecuada instrucción y juicio competente para operar tal equipo.

4.3.2. Instalación. Todos los equipos deben ser instalados de acuerdo con ANSI/NFPA 79, Electrical Standard for Industrial Machinery y ANSI/NFPA 70, National Electrical Code®, o su equivalente en la protección basada en los adelantos en la tecnología. Los equipos deben ser instalados por personal calificado bajo la dirección de un supervisor técnico.

E4.3.2 Refiérase a OSHA 29 CFR 1910 Sub parte S, Electricidad.

4.3.3. RESGUARDOS

4.3.3.1. Dispositivos de Control de Inicio. Los dispositivos de control de inicio como botones de pulsar, interruptores para el pie, interruptores duales de tiempo y retráctiles en las pistolas portátiles, etc., en cualquier equipo de soldadura se deben colocar o guardar para impedirle al operador activarlos inadvertidamente.

4.3.3.2. Equipo estacionario

4.3.3.2.1. General. Todas las cadenas, engranajes, uniones de operación, y correas asociados con el equipo de soldadura deben estar protegidos de acuerdo con las normas de seguridad ANSI para aparatos de transmisión de poder mecánico.

4.3.3.2.2. Equipos de Martillo Simple y Punto Simple. En las máquinas de soldadura estacionarias de martillo simple, a menos que el tamaño de la pieza de trabajo, la configuración, o la plantilla sujetadora ocupe las dos manos del operador alejándolas del punto de funcionamiento durante el ciclo de la máquina, la operación debe ser de manera tal que prevenga lesiones al operador por uno o una combinación de los siguientes dispositivos:

- (1) guardas de la máquina o plantillas sujetadoras que impidan que las manos del operador pasen bajo el punto de funcionamiento.
- (2) mandos para las dos manos
- (3) candados
- (4) dispositivos sensores
- (5) cualquier aparato similar o mecanismo que prevengan el funcionamiento de la máquina mientras las manos del operador están bajo el punto de funcionamiento.

4.3.3.2.3. Equipo de Multi-pistola. Todas las operaciones en la máquina soldadora multi-pistola, cuando los dedos del operador puede esperarse que pasen bajo el punto de funcionamiento, debe protegerse efectivamente mediante el uso de un aparato, como dispositivos sensores, candados, bloqueos, barreras, o mandos para las dos manos, pero no limitado a ellos.

4.3.3.3. Equipo Portátil

4.3.3.3.1. Seguridad de los Sistemas de Apoyo. Todo equipo de soldadura portátil con pistola suspendida, con la excepción del ensamble de la pistola, debe estar equipado con un sistema de apoyo capaz de soportar la carga total de impacto en caso de falla de cualquier componente del sistema de soporte. El sistema debe ser diseñado para ser seguro contra fallas. El uso de aparatos como cables, cadenas, pinzas, etc., debe ser permitido.

4.3.3.3.2. Moviendo el Porta electrodo. Donde se encuentre la estructura de la pistola, el mecanismo móvil del porta electrodo debe estar diseñado tal que no presente puntos cortantes para los dedos colocados en el mecanismo móvil en operación de otra manera deben proveerse de protecciones. Si no pueden colocarse protecciones adecuadas, el uso de dos asas, se debe permitir usar uno para cada mano con uno o dos interruptores que operen localizados en los puntos de agarre adecuados. Estas asas e interruptores deben ser suficientemente lejanos del punto de corte o de contacto, o ambos, para eliminar la posibilidad de que cualquier dedo entre en el punto de corte o de contacto cuando las manos estén en los mandos.

4.3.4. ELECTRICIDAD

4.3.4.1. Voltaje. Todos los circuitos de mando para inicio de la soldadura no deben operar encima de 120 voltios AC para equipo estacionario, y no encima de 36 voltios AC para equipo portátil.

4.3.4.2. Condensadores. El equipo para soldadura por resistencia y los paneles de control que contengan condensadores usados para almacenar energía de reserva para la soldadura que involucre voltajes altos (encima de 550 voltios) debe tener aislamientos adecuados y protección para un aislamiento completo, todas las puertas deben estar provistas de enclavamientos apropiados y contactos cableados con el circuito del mando (similar a los enclavamientos del ascensor). Así los enclavamientos y contactos deben ser diseñados para la efectiva interrupción de la energía y cortar el circuito de todos los condensadores cuando el tablero de la puerta está abierto.

Un interruptor operado manualmente o un dispositivo positivo apropiado deben ser instalados adicionalmente de los enclavamientos mecánicos o contactos, como una medida de seguridad agregada que asegure una total descarga de todos los condensadores.

La propia caja del tablero es considerada una malla y los condensadores localizados en el interior de la caja del tablero no deben necesitar una malla adicional cuando se reúnen los otros requisitos del párrafo.

4.3.4.3. Cerraduras y Enclavamientos

4.3.4.3.1. Puertas. Todas las puertas y tableros de acceso de todas las máquinas de soldadura por resistencia y los paneles de control, accesibles al nivel del piso de producción, deben mantenerse cerrados o enclavados para prevenir el acceso de personal no autorizado a la parte del equipo cargada eléctricamente. Una puerta o tablero de acceso deben ser considerados cerrados si una llave, una llave inglesa, u otro instrumento es requerido para abrirlos.

4.3.4.3.2. Paneles de Control Localizados a Distancia. Los paneles de control localizados en plataformas superiores o en cuartos separados deben estar cerrados

con llave, o enclavados, o protegidos por una barrera física y señales, y los tableros cerrados cuando el equipo no este siendo reparado. Las señales deben estar de acuerdo con la Norma ANSI Z535. Para el equipo de soldadura por destello, guardas de destello de material adecuado resistente al fuego deben ser proporcionados para controlar las chispas volantes y el metal fundido.

4.3.4.4. Escudos para las Chispas. Deben proveerse de protecciones contra el peligro resultante de las chispas volantes por métodos como la instalación de protecciones para el fuego en material adecuado resistente al fuego o el uso de equipo de protección para la vista y personal. Las variaciones en el funcionamiento de la soldadura por resistencia son tales que cada instalación debe evaluarse de manera individual.

E4.3.4.4 El propósito primario es la protección personal de otras personas más que del operador cuya protección se discute en la Sección 3.4, Protección del Personal y del Área en General.

Se deben tomar las precauciones apropiadas para evitar el fuego como esta establecido en la Sección 3.6, Fuego Prevención y Protección.

4.3.4.5. Botones de Parada. Uno o más botones de parada de emergencia y seguridad deben proporcionarse en todas las máquinas de soldadura que tienen las siguientes características:

- (1) requieren de tres o más segundos para completar una secuencia,
- (2) tiene movimientos mecánicos que pueden ser riesgosos para las personas si las protecciones fueran removidas, y
- (3) la instalación y uso de estos botones de parada de emergencia no crean riesgos adicionales a las personas.

E4.3.4.5 El término secuencia es usado aquí significando la acción y el tiempo requerido desde que el botón de inicio es activado (enclavado) y puede soltarse hasta que la máquina pare por sus propios medios la acción.

4.3.4.6. Conexión a Tierra. El transformador secundario de la soldadora se debe conectar a tierra por uno de los métodos en (1) o (2) explicados a continuación, o protecciones equivalentes deben proporcionarse como en (3) a continuación:

- (1) Conexión permanente a tierra del circuito secundario de la soldadora
- (2) Conectando un reactor a la conexión a tierra por el bobinado secundario con la toma(s) del reactor a tierra
- (3) Como una alternativa, en las máquinas no portátiles, colocando un contactor aislado para abrir ambos lados de la línea del primario del transformador de la soldadora.

E4.3.4.6 La conexión a tierra de un lado de los bobinados secundarios en las máquinas de multipunto puede causar corrientes circulantes indeseables de flujo entre los transformadores cuando el suministro del primario multifase de diferentes voltajes secundarios o los dos son usados para varias pistolas. Una condición similar puede existir también con las máquinas soldadoras portátiles, cuando se usan varias unidades en la misma instalación o plantilla sujetadora, o en uno que este cercano. Tales situaciones pueden requerir el uso de un reactor de conexión a tierra o contactor de aislamiento.

4.3.5. DISPOSITIVOS ESTÁTICOS DE SEGURIDAD. En las grandes máquinas de soldar incorporando una platina, dispositivos de seguridad enclavados eléctricamente como pines, bloqueos, o candados, se deben proveer donde la platina o el tope puedan moverse. El dispositivo, cuando sea usado, debe causar que el circuito de energía se rompa, y el propio aparato prevendrá el movimiento de la platina o el tope bajo carga estática. Más de un dispositivo puede requerirse, variando con el tamaño de la máquina o la accesibilidad, pero cada dispositivo solo debe ser capaz de sostener la carga estática total involucrada.

E4.3.5 El propósito es requerir estos aparatos cuando el área de la máquina es tan grande que el mantenimiento o el arreglo requerirían la inserción de las manos en las áreas cerradas.

4.3.6. VENTILACIÓN. Se debe proporcionar la ventilación de acuerdo con la Sección 3.5.

4.3.7. MANTENIMIENTO. Las inspecciones periódicas y las reparaciones necesarias deben ser hechas por personal autorizado. Los operadores o el personal de mantenimiento deben informar cualquier defecto de equipo al personal de supervisión.

4.4. PROCESOS DE SOLDADURA Y CORTE CON HAZ DE ELECTRONES (EBW Y EBC)

4.4.1. GENERAL. Estas recomendaciones de prácticas seguras están extraídas de AWS C7.1, Recommended Practices for Electron Beam Welding.

E4.4.1 Debería consultarse la Norma AWS C7.1 para tratar completamente el asunto. También, refiérase a la sección 3 de este manual para consideraciones de seguridad generales asociadas con los procesos de soldadura corte y equipos.

4.4.2. RIESGOS POTENCIALES. Los siguientes son riesgos potenciales asociados con la soldadura por haz de electrones de los que se debe proteger:

- (1) Choque eléctrico (4.4.2.1)
- (2) Gases y Humos (4.4.2.2)
- (3) Radiación X (4.4.2.3)
- (4) Radiación visible (4.4.2.4)
- (5) Vacío (4.4.2.5)

4.4.2.1. Choque Eléctrico. Se pegarán las señales preventivas apropiadas al equipo.

Todas las puertas y tableros de acceso en el equipo para soldadura por haz de electrones deben ser adecuadamente asegurados y enclavados para prevenir el acceso accidental o sin autorización. Todos los conductores de alto voltaje deben estar totalmente juntos para ser conectados a tierra, las barreras conductoras deben estar también enclavadas. Una sonda conectada a tierra se debe usar antes de poner a trabajar la pistola de haz de electrones y el suministro de energía de alto voltaje.

E4.4.2.1 El típico voltaje primario de una máquina de soldadura por haz de electrones es de 440 voltios. Los voltajes usados en los procesos de soldadura por haz de electrones son muy superiores que aquéllos en otros procesos de soldadura.

Siempre que sean hechas reparaciones (sobre todo en los sistemas energizados) en los equipos, una segunda persona debería estar en el área en caso de choque eléctrico accidental. El voltaje primario de entrada sale a varios miles de voltios por la pistola de haz de electrones y también hacia el manómetro(s) de vacío (ionización). Estos voltajes, y sus corrientes asociadas, son letales.

4.4.2.2. Gases y Humos. Debe proveerse ventilación positiva de la descarga y filtrado de los procesos EB medio y sin vacío. En la soldadura EB de alto vacío, el cuidado extra se debe tener mientras se está limpiando el interior de la cámara de vacío para asegurar que los vapores de los solventes y productos de limpieza no alcancen niveles riesgosos.

Antes de soldar cualquier material poco familiar o usar cualquier material de limpieza poco familiar, la Hoja de Datos de Seguridad del Material (MSDS) debe ser leída para determinar cualquier riesgo existente.

E4.4.2.2 Ozono, óxidos de nitrógeno, y humos de metal son generados por la soldadura de haz de electrones. Ver 3.3.2.1.2 para más información sobre el manejo de sustancias riesgosas. Ver la Sección 3.5, Ventilación, para una descripción detallada de sistemas de ventilación adecuados, y Sección 3.7, Espacios Confinados, para la información en trabajos en espacios confinados.

4.4.2.3. Radiación X. Protecciones apropiadas del equipo EBW es requerido para eliminar, o reducir a niveles aceptables, la radiación X en el lugar de trabajo. Cualquier modificación a las protecciones contra la radiación debe ser realizada solo por el fabricante del equipo o un técnico de servicio calificado. Un estudio de la radiación se debe hacer después de que las modificaciones han sido terminadas por el fabricante del equipo o los técnicos calificados.

E4.4.2.3 La radiación X se produce cuando los electrones chocan con una sustancia (como un gas o metal). La intensidad de los rayos X producida aumenta con el aumento de voltaje del haz, corriente del haz, y el número atómico del material a ser golpeado por el haz. Los equipos de haz de electrones deberían inspeccionarse y un estudio de la radiación debe ser hecho periódicamente con los resultados documentados y anunciados. Publicaciones tales como ANSI N43.3, General Safety Standards for Installations Using Non-Medical X-Ray and Sealed Gamma Ray Sources, Energies Up to 10 MeV, y AWS F2.1, Recommended Safe Practices for Electron Beam Welding and Cutting, deberían consultarse para las precauciones típicas y estudios de procedimientos que deberían seguirse para proporcionar protección adecuada.

4.4.2.4. Radiación No Ionizante. El vidrio de inspección usado en los puertos de visualización debe proveer suficiente protección óptica para la protección de la radiación UV e IR, y filtros apropiados deben seleccionarse y usarse para reducir la luz visible a un nivel de visión confortable.

E4.4.2.4 La visualización directa de la zona de soldadura durante la soldadura por haz de electrones puede ser perjudicial para la vista ya que se produce radiación visible, infrarroja (IR), y ultravioleta (UV). Ver también 3.4.2.2. Debería consultarse para la guía en la selección de filtros ópticos la Norma ANSI Z87.1, Occupational and Educational Eye and Face Protection Devices.

4.4.2.5. Vacío. Los usuarios del proceso de soldadura por haz de electrones deben ser conscientes de las precauciones requeridas para trabajar con los sistemas de vacío.

E4.4.2.5 Todas las máquinas para soldadura por haz de electrones requieren un alto vacío para la generación del haz. Además, la mayoría de máquinas requieren algún nivel de ambiente de vacío para la pieza de trabajo. El usuario debería ser consciente de los altos niveles de ruido que pueden ser generados por el sistema de vacío del EBW. Una descripción detallada de estas precauciones es proporcionada por la Sociedad Americana de Vacío, publicación Vacuum Hazards Manual.

4.5. SOLDADURA Y CORTE POR RAYOS LÁSER

4.5.1. GENERAL. Las operaciones de corte y soldadura que usan la tecnología de rayos láser deben seguir las secciones aplicables de este manual y de ANSI Z136.1, Safe Use of Lasers.

4.6. SEGURIDAD EN SOLDADURA FUERTE (BRAZING) Y SOLDADURA BLANDA (SOLDERING)

4.6.1. GENERAL. Esta sección dirige las prácticas seguras para la soldadura fuerte y soldadura blanda.

E4.6.1 Los riesgos encontrados con la soldadura fuerte y soldadura blanda son similares a aquéllos asociados con los procesos de soldadura y corte. Las prácticas seguras implementadas para soldar y cortar son igualmente aplicables a la soldadura fuerte y blanda con respecto a la protección del personal y del área en general, ventilación, prevención y protección contra el fuego, y espacios confinados (ver Secciones 3.4, 3.5, 3.6, y 3.7)

4.6.2. RIESGOS POTENCIALES. Cuando se manejen operaciones de soldadura fuerte y soldadura blanda, los siguientes riesgos potenciales se deben cuidar:

- (1) Sustancias inflamables y corrosivas (ver 4.6.2.1);
- (2) Quemaduras (ver 4.6.2.2);
- (3) Fundentes y metales de relleno (ver 4.6.2.3);
- (4) Gases y humos (ver 4.6.2.4); y
- (5) Mantenimiento del equipo (ver 4.6.2.5).

4.6.2.1. Sustancias Inflamables y Corrosivas. Los operadores deben aislar los recipientes de fundente basados en alcohol o que contengan alcohol de las llamas abiertas y de fuentes de calor durante el ensamble así como cuando estén en almacenamiento. Como los fundentes son sustancias corrosivas, estos deben ser almacenados, transportados, y dispuestos de acuerdo con las prácticas regulatorias para materiales ácidos. Los operadores deben usar protección visual apropiada, protección para la cara, y ropa protectora durante el transporte, manejo, y uso de los fundentes. Las Hojas de Datos de Seguridad del Material (MSDS) para sustancias inflamables y corrosivas deben consultarse antes de que estas sustancias se usen. La atmósfera del horno para la soldadura fuerte debe ser purgada usando procedimientos seguros antes de la introducción de gases inflamables (éstos incluyen gases de combustible, hidrógeno, y amoníaco disociado) los cuales a menudo son usados como atmósferas (ver 3.5.5.6).

E4.6.2.1 Numerosos fundentes para aplicaciones estructurales y electrónicas contienen alcohol como un vehículo o como un agente diluyente, causando que los fundentes sean muy inflamables. Es más, los fundentes son materiales corrosivos. Los niveles de corrosividad van en rangos desde muy apacible (por ejemplo, resina pura) hasta muy activo (por ejemplo, soluciones de ácido clorhídrico, el ácido nítrico, y

otras); sin embargo, incluso los ácidos apacibles pueden causar quemaduras y lesiones al operador. Algunos materiales pasivos, los cementos, y cubiertas contienen solventes y son inflamables.

4.6.2.2. Quemaduras

4.6.2.2.1. Marcando de Materiales Calientes. Los operadores deben etiquetar todas las juntas, herramientas, y superficies que están a altas temperaturas con señales apropiadas (ver 3.2.3.4).

E4.6.2.2.1 Las temperaturas altas son aquellas temperaturas a las que un artículo en particular no puede llevarse con la mano desnuda.

4.6.2.2.2. Soldadura Fuerte Sumergida. En soldadura fuerte sumergida, las juntas y la plantilla sujetadora a ser sumergidos en el baño de sales fundidas deben estar completamente secas.

E4.6.2.2.2 Cualquier presencia de humedad en las juntas o en la plantilla sujetadora usará una generación instantánea de vapor que puede expeler el contenido del contenedor con fuerza explosiva creando un serio riesgo de quemadura.

4.6.2.2.3. Aluminio. Los operadores deben tomar precauciones al manipular el aluminio para prevenir serias quemaduras por las juntas muy calientes.

E4.6.2.2.3 Cuando el aluminio está muy caliente, no cambia el color como el acero lo hace; así, el aluminio caliente es engañoso.

4.6.2.2.4. Hidrógeno. Los operadores deben tener precaución cuando usen hidrógeno como un gas combustible para prevenir quemaduras al personal.

E4.6.2.2.4 Las llamas de hidrógeno ardiente son casi invisibles.

4.6.2.3. Fundentes y Metales de Relleno. Los operadores deben quitar todo alimento (incluso el café, bebidas suaves, y otras bebidas) del área de trabajo en la cual haya metales de relleno para soldadura fuerte, aleaciones de soldadura, y fundentes que esten manejándose. El contacto casual entre las manos, cara, nariz, o boca debe ser evitado cuando se manejen metales de relleno, soldadura, fundentes, o

materiales base. Guantes deben llevarse cuando es posible. Las Hojas de Datos de Seguridad del Material (MSDS) para fundentes de soldadura fuerte y metales de relleno deben consultarse antes de que estas sustancias sean usadas.

E4.6.2.3 La soldadura normalmente contiene metales pesados (por ejemplo, antimonio, plomo, plata, y otros más) los cuales son tóxicos para los humanos. La ingestión de cantidades pequeñas de estos metales por períodos extendidos puede causar complicaciones crónicas a la salud.

4.6.2.4. Gases y Humos. Los operadores deben usar adecuada ventilación durante los procesos de soldadura fuerte y blanda (ver Sección 3.5). Se debe purgar los hornos no vaciados siguiendo los procesos de soldadura fuerte o blanda para remover los humos dañinos antes de remover las juntas.

E4.6.2.4 Las temperaturas que son usadas causan que algunos elementos del metal de relleno se vaporicen. Elementos, como el antimonio, el berilio, cadmio, plomo, o el mercurio son materiales tóxicos. El humo del cinc puede causar la fiebre de humo de metal. Algunos metales del relleno se sospecha que contienen cancerígenos como níquel y cromo. Éstos pueden oxidarse a altas temperaturas y pueden crear humos riesgosos. Fundentes que contienen compuestos químicos de flúor o cloro son dañinos si ellos se inhalan o tienen contacto con la piel. La aplicación de calor a los fundentes y metales del relleno puede generar gases y humos tóxicos. Materiales pasivos generalmente son cerámicos finos que deberían ser considerados un material de polvo particulado.

4.6.2.5. Mantenimiento del Equipo

4.6.2.5.1. Limpieza. El operador debe llevar adecuada protección de ojos, cara, y cuerpo cuando limpie las juntas con cualquier solvente, incluso con agua del grifo. Guantes deben ser usados para prevenir lesiones por residuos de ácidos o bases generados en el agente de limpieza así como la posible ingestión de metales frotados fuera de las juntas y del material base.

Los operadores deben disponer de todas las soluciones de limpieza de acuerdo con las regulaciones medioambientales y procedimientos de las Organizaciones.

E4.6.2.5.1 La protección es especialmente importante al limpiar la junta. Aunque el solvente puede ser inofensivo (por ejemplo, agua del grifo), se contamina rápidamente con los residuos del fundente, formando soluciones cáusticas o ácidas que pueden dañar la visión o causar quemaduras superficiales. Este peligro es especialmente prevaletante durante la fase de secado del paso de limpieza, la cual puede usar gases a alta presión (por ejemplo aire comprimido o nitrógeno) para desplazar el agente de limpieza de la junta.

4.6.2.5.2. Remoción del Exceso de Magnesio. El exceso de magnesio en el horno de soldadura fuerte debe ser removido periódicamente. Ropa de protección (es decir, chaquetas, pantalones, y guantes resistentes al fuego) se deben usar así como ventilación adecuada o respiradores (ver 3.5.4) para prevenir la inhalación de magnesio y polvo de óxido de magnesio acumulado durante la operación de raspado. Se deben usar herramientas que no saquen chispa para raspar el magnesio y el óxido del magnesio fuera de las paredes y otras partes interiores del horno. En intervalos regulares, los escombros acumulados se deben poner en una caja de metal y alejados del área del horno para prevenir el encendido del magnesio por una chispa accidental. El área alrededor del horno debe mantenerse limpia en todo momento. Varios cubos de arena y el extintor de incendios apropiado deben estar disponibles para extinguir el posible fuego del magnesio. Bajo ninguna circunstancia debe usarse agua para extinguir el fuego del magnesio. En ningún momento debe una persona trabajar sola en este proceso de remoción. Otra persona siempre estará presente en el área inmediata en caso de un fuego accidental.

E4.6.2.5.2 El magnesio es un metal altamente inflamable, esta agregado en la soldadura fuerte y metales de relleno para facilitar la soldadura de aluminio.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

Si bien la seguridad y la salud ocupacional son materias diferentes ambas tienen la misma meta: la prevención de accidentes. Para llegar a esta meta ambas dependen del reconocimiento y de la eliminación o control de los peligros, la razón por la cual estos dos temas en algún momento se identificaron tiene su origen en la definición de "accidentes" de los primeros días del movimiento de seguridad industrial, en esa época la palabra "accidente" era usada solamente para referirse a las lesiones personales, la evolución del término "accidente" ha progresado hasta llegar a la siguiente definición: "un acontecimiento no deseado y no planeado, que da por resultado una lesión física, daño a la propiedad o interrupción en las operaciones", con esta moderna definición de "accidente" la relación estrecha entre seguridad y salud ocupacional se ha hecho más evidente.

El concepto de "daño físico personal" significa no solamente lesión física sino cualquier enfermedad o condición que tenga un efecto deteriorador sobre la salud física o mental, tal es así que los gases provenientes de la soldadura pueden ser tan mortales como el choque eléctrico de una máquina para soldar, el exceso de exposición a los gases venenosos o a la radiación, puede matar lo mismo que una caída desde lo alto, el reconocimiento de esto pone de manifiesto las similitudes de la seguridad y la salud ocupacional en las actividades relacionadas a la soldadura y corte, por lo que el presente manual es de gran utilidad para actividades educativas y formativas del personal que actualmente labora en actividades relacionadas con soldadura y corte.

La exigencia de la aplicación del presente manual en las industrias por parte de supervisores y operadores permitirá la prevención de accidentes y enfermedades laborales lo que evitará los costos por indemnizaciones y pérdidas de tiempos productivos en las industrias.

De igual manera la utilización de este manual en el área educativa en carreras técnicas a nivel de colegios y universidades permitirá la formación de futuros profesionales con conocimientos adecuados en las actividades seguras y en la prevención de accidentes relacionados con la tecnología de la soldadura y sus procesos.

El peligro mas consistente y potencialmente mas serio para la salud en las actividades industriales es la contaminación del aire, puede existir contaminación en forma de polvo, vapor, humo, neblina o gas. Hay muchos procesos industriales que utilizan sustancias tóxicas o peligrosas, las que pueden ser inhaladas por los trabajadores en alguna de las formas antes mencionadas, además, estas sustancias pueden ser producidas como un subproducto de otros procesos industriales. Estos contaminantes pueden ser visibles o invisibles, desde una pequeña molestia o hasta llegar a ser fatales. El peligro que presentan los contaminantes del aire es determinado por:

- 1) La naturaleza tóxica del contaminante (el daño que puede causar la sustancia);
- 2) La concentración del contaminante (que cantidad se encuentra en un volumen determinado de aire);
- 3) El grado de exposición de los trabajadores (que tan a menudo o por cuanto tiempo los trabajadores tienen que inhalarlo).

Si se quiere entender y analizar los contaminantes del aire, se debe estar familiarizado con ciertos términos usados para clasificar los diferentes contaminantes y para expresar sus concentraciones:

Polvo

Esta compuesto por partículas sólidas creadas en operaciones tales como esmerilado, triturado, cepillado, impacto y otros procesos por el manejo de una gran variedad de materiales.

Emanaciones

Las emanaciones son también partículas sólidas, creadas por los procesos de fundición, soldadura u oxicorte. En general están formadas por la combustión, sublimación o condensación de un sólido (como por ejemplo un metal). El material generalmente forma un óxido en reacción con el aire. El término es frecuentemente aplicado a los óxidos de los metales como el zinc, plomo, magnesio y hierro.

Humos

Los humos son producidos por la combustión incompleta de materiales orgánicos como por ejemplo carbón, productos derivados del petróleo o plantas (como en el caso del tabaco). Generalmente se considera humo a las partículas que miden menos de 0,1 micrometro.

Neblina

La neblina es un líquido muy fino suspendido en el aire, puede ser formada por la condensación de un gas, por pulverización o también en las operaciones de corte o esmerilado donde el aceite es usado como enfriador o lubricante en el punto de contacto de la operación. También las posibles fuentes son las operaciones de decapado y de galvanoplastia.

Gases

Los gases son fluidos sin forma que llenan el espacio que tienen disponible. Se dispersan, lo cual significa que se mezclan con otros gases o vapores que pueden estar presentes en el mismo lugar. Para cambiar un gas a un estado líquido o sólido, se requiere tanto el aumento de la presión, como la disminución de la temperatura a la cual está sometido el gas. Los gases se pueden producir de diferentes formas, incluyendo procesos químicos, combustión y soldadura. Algunos ejemplos son el oxígeno y monóxido de carbono.

Vapores

Los vapores son definidos como la forma gaseosa de los materiales que generalmente se encuentran en estado líquido o sólido, a la temperatura y presión normal. Lo importante que hay que aprender de esta definición es que se puede esperar que

existan vapores en los lugares donde se encuentran sus fuentes materiales de sólidos o líquidos. En otras palabras, donde hay gasolina líquida se pueden encontrar vapores de gasolina. Conociendo cuales son los líquidos o sólidos que producen vapores se puede estar preparado para el problema que puede existir. Un vapor difiere de un gas en que se lo puede volver a cambiar a su estado sólido o líquido, ya sea aumentando la presión o disminuyendo la temperatura. Para cambiar un gas al estado líquido se deben realizar ambas cosas. Los vapores, lo mismo que los gases, también se dispersan o mezclan, con la atmósfera circundante.

Cualquiera de los procesos de soldadura (soldadura por arco, resistencia, haz de electrones, rayos láser, blanda, fuerte, etc.) que se emplee implica riesgos los cuales se pueden evitar, para ello el uso de equipo de protección y adicionalmente la aplicación correcta de todas y cada una de las precauciones descritas en este trabajo a fin de evitar accidentes o enfermedades laborales causadas por (inhalación de polvo, humo, gas, emanaciones, vapores, etc.) en los procesos relacionados con la tecnología de la soldadura es imprescindible.

5.2 RECOMENDACIONES

La ventilación adecuada es esencial para mantener la salud, el utilizar los movimientos del aire natural abriendo las ventanas o con aberturas en los techos, es una forma efectiva de lograr este fin y en general una vez que se ha establecido la necesidad de la ventilación la necesidad de tomar precauciones se hace evidente.

La ventilación es, una función muy necesaria y deseable, pero que no debe lograrse creando peligros. La ventilación planeada correctamente puede contribuir en mucho a la comodidad y eficiencia del trabajador.

La utilización del presente manual para generar una Norma Técnica de Seguridad en Soldadura Corte y Procesos Relacionados para la industria ecuatoriana a la luz de corregir y evitar los problemas debidos al desconocimiento y la omisión de medidas de seguridad será de mucho interés para el desarrollo de la seguridad y salud ocupacional en el país. La difusión del presente trabajo en Internet, en colegios técnicos de la ciudad de Quito y en las empresas que comercialicen o distribuyan

productos relacionados con soldadura y corte, así como la continuación del mismo realizando la traducción e interpretación de otras normas y documentos relacionados que se mencionan a lo largo del presente manual es de mucha importancia para ampliar los beneficios.

El éxito o fracaso de las medidas de seguridad implementadas dependerá finalmente de los esfuerzos del personal relacionado con el trabajo. El programa más completo que se pueda planear no sobrevivirá a un supervisor desinteresado y a un trabajador descuidado, es evidente para los trabajadores que si su supervisor no muestra preocupación real por el bienestar de sus operadores, su interés será mínimo y no acatarán las normas de seguridad, por lo que es recomendable instruir tanto a supervisores como a operadores de la importancia de la aplicación de las normas de seguridad, en el ámbito que envuelve el presente manual.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS

1. AVALLONE Eugene, (1995), *“Manual del Ingeniero Mecánico”*, Vol. 2, editorial Mc Graw Hill, México D.F., México.
2. AWS, (1987), *“Welding Handbook”*, Vol. 1, editorial AWS, Miami, Estados Unidos.
3. IESS División Riesgos del Trabajo, (1998), *“Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo”*, Quito, Ecuador.
4. LINCOLN Electric, (1990), *“MIG/MAG Welding Guide”*, editorial Lincoln Electric, Ohio, Estados Unidos.
5. LINCOLN Electric, (1999), *“Principles of Industrial Welding”*, editorial Lincoln Electric, Ohio, Estados Unidos.
6. LINCOLN Electric, *“Guía del Soldador”*, editorial Lincoln Electric, México D.F., México.
7. MECÁNICA Popular, *“Diccionario Técnico No. 509”*, editorial Omega, Miami, Estados Unidos.
8. ROBB Luis, (2002), *“Diccionario para Ingenieros”*, editorial Continental, San Juan Tliluaca, México.

PÁGINAS WEB

1. OSHA Occupational Safety and Health Administration, www.osha.gov
2. ANSI American National Standards Institute, www.ansi.org
3. SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL MEXICANA, www.cofemermir.gob.mx