EM 385-1-1

Capítulo 10

Soldadura y Corte

Traducción de cortesía — la edición oficial y la única con validez es la edición en inglés del U.S. Army Corps of Engineers (15 de marzo de 2024). En caso de diferencia, prevalece el texto en inglés.

10-1. Referencias.

a. American Welding Society (AWS) (https://www.aws.org/) (10-1.a)

b. ANSI/AWS F4.1, Práctica Segura para la Preparación de Contenedores y Tuberías para Soldadura, Corte y Procesos Afines (https://webstore.ansi.org/) (10-1.b)

c. ANSI/AWS Z49.1, Seguridad en Soldadura, Corte y Procesos Afines (https://webstore.ansi.org/) (10-1.c)

d. ANSI/ISEA Z87.1, Norma Nacional Estadounidense para Dispositivos de Protección Personal de Ojos y Rostro Ocupacionales y Educativos (https://webstore.ansi.org/) (10-1.d)

e. NFPA 51, Norma para el Diseño y la Instalación de Sistemas de Gas Oxígeno-Combustible para Soldadura, Corte y Procesos Afines (https://www.nfpa.org/Codes-and-Standards) (10-1.e)

f. NFPA 70, Código Eléctrico Nacional (National Electrical Code, NEC) (2020) (https://www.nfpa.org/Codes-and-Standards) (10-1.f)

g. NFPA 326, Norma para la Protección de Tanques y Contenedores para Entrada, Limpieza o Reparación (https://www.nfpa.org/Codes-and-Standards) (10-1.g)

h. 29 CFR 1910, Subparte Q, Soldadura, Corte y Soldadura Fuerte (Brazing) (https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2019-title29-vol5/pdf/CFR-2019-title29-vol5-part1910-subpartQ.pdf) (10-1.h)

i. 29 CFR 1926, Subparte J, Soldadura y Corte (https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2019-title29-vol8/pdf/CFR-2019-title29-vol8-part1926-subpartJ.pdf) (10-1.i)

j. 49 CFR 192, Transporte de Gas Natural y Otros Gases por Tubería: Normas Federales Mínimas de Seguridad (https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2019-title49-vol3/pdf/CFR-2019-title49-vol3-part192.pdf) (10-1.j)

10-2. Definiciones.

a. Soldadura por Arco (Arc Welding). Un proceso de soldadura que une piezas de trabajo calentándolas con un arco. (10-2.a)

b. Conexión Equipotencial (Bonding). La unión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora que asegure la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente prevista. (10-2.b)

c. Soldadura Fuerte (Brazing). Un proceso de soldadura que une materiales de metales ferrosos calentándolos a una temperatura que no los fundirá a ellos, pero sí fundirá un material de aporte que se adhiere a ellos y forma una unión. (10-2.c)

d. Cable. Un conductor con aislamiento, o un conductor trenzado con o sin aislamiento y otras cubiertas (por ejemplo, cable de un solo conductor), o una combinación de conductores aislados entre sí (por ejemplo, cable de múltiples conductores). (10-2.d)

e. Persona Competente (Competent Person, CP). Véanse los párrafos 1-2 o 2-2, según aplique. (10-2.e)

f. Espacio Confinado (Confined Space). Véanse los párrafos 34-2. (10-2.f)

g. Empleado. Véanse los párrafos 1-2 o 2-2, según aplique. (10-2.g)

h. Retroceso de Llama (Flashback). Una reignición de la llama en la cámara de mezcla de un soplete de gas oxicombustible que puede progresar a través del soplete y las mangueras. (10-2.h)

i. Gas Combustible (Fuel Gas). Un gas (por ejemplo, acetileno, hidrógeno, gas natural, propano) usado con oxígeno en el proceso de oxicombustible y para calentamiento. (10-2.i)

j. Soldadura por Arco Metálico con Gas (Gas Metal Arc Welding). Un proceso de soldadura por arco que usa un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. La protección contra la atmósfera se proporciona mediante un gas suministrado externamente. (10-2.j)

k. Puesta a Tierra (Grounding). Véase el párrafo 11-2. (10-2.k)

l. Perforación en Caliente (Hot Tapping). Un procedimiento para acoplar conexiones a equipo en servicio mediante soldadura y taladrado. (10-2.l)

m. Trabajo en Caliente (Hot Work). Se considera trabajo en caliente toda actividad que genera, o tiene el potencial de generar, calor, chispas, llama abierta o explosión (por ejemplo, remachado en caliente, soldadura, quemado, chorro abrasivo, soldadura fuerte, corte, esmerilado, herramientas accionadas por pólvora, soldadura blanda). El esmerilado, el taladrado, el chorro abrasivo u operaciones similares que producen chispas también se consideran trabajo en caliente, excepto cuando dichas operaciones están aisladas físicamente de cualquier atmósfera que contenga más del 10% del LEL de una sustancia inflamable o combustible. (10-2.m)

n. Permiso de Trabajo en Caliente (Hot Work Permit). Autorización escrita para realizar operaciones de trabajo en caliente. (10-2.n)

o. Corte con Gas Oxicombustible (Oxyfuel Gas Cutting). Un proceso de corte con oxígeno que usa el calor de una llama de gas oxicombustible. (10-2.o)

p. Soldadura con Gas Oxicombustible (Oxyfuel Gas Welding). Un proceso de soldadura que une piezas de trabajo calentándolas con una llama de gas oxicombustible. (10-2.p)

q. Persona Calificada (Qualified Person, QP). Véanse los párrafos 1-2 o 2-2, según aplique. (10-2.q)

10-3. Calificación y Capacitación Requeridas del Personal.

a. General. Capacitar a los soldadores, cortadores y sus supervisores en la operación segura de su equipo, las prácticas seguras de soldadura y corte, el uso correcto del respirador y los procedimientos de protección contra incendios a seguir al soldar o cortar. Véase el capítulo 5 para la protección respiratoria y el capítulo 9 para la protección contra incendios. (10-3.a)

b. Soldadores. Los soldadores deben ser designados por escrito para las funciones de trabajo que se espera que realicen. La prueba de calificación debe adjuntarse a la designación. (10-3.b)

c. Soldadura Estructural. Las personas que realicen soldadura estructural o inspecciones en elementos críticos deben estar capacitadas y certificadas de acuerdo con las normas AWS (por ejemplo, Inspector Senior Certificado de Soldadura (Certified Senior Welding Inspector, CWSI), Inspector Certificado de Soldadura (Certified Welding Inspector, CWI), o un inspector equivalente). (10-3.c)

d. Perforación en Caliente (Hot Tap). Solo personal competente puede perforar en caliente, soldar o cortar en tuberías activas de transmisión o distribución de gas o líquido inflamable. (10-3.d)

10-4. Roles y Responsabilidades.

a. Inspectores de Soldaduras Críticas. El CWSI, el CWI o un inspector equivalente debe inspeccionar todas las soldaduras en elementos críticos. (10-4.a)

b. Persona Competente (CP). Una CP debe evaluar los peligros para determinar qué controles se necesitan para las operaciones de soldadura, corte y calentamiento que no involucren las condiciones o materiales

descritos en este capítulo. (10-4.b)

10-5. Requisitos de Inspección.

Inspeccionar todo el equipo de soldadura antes de cada uso para asegurar que todos los dispositivos de seguridad y el equipo auxiliar requeridos estén en su lugar y funcionando correctamente. Retirar del servicio el equipo defectuoso, reemplazarlo o repararlo, y reinspeccionarlo antes de ponerlo de nuevo en servicio. Inspeccionar estos y otros elementos similares:

- a. Sopletes. (10-5.a)
- b. Cables. (10-5.b)
- c. Válvulas de cierre. (10-5.c)
- d. Acoples. (10-5.d)
- e. Puntas (boquillas). (10-5.e)

10-6. Requisitos del Análisis de Peligros de la Actividad (AHA).

Desarrollar los AHA de acuerdo con los párrafos 1-6 o 2-6, según aplique, para todas las actividades que involucren trabajo en caliente. Incluir lo siguiente en el AHA:

- a. El tipo de metales que se utilizan. (10-6.a)
- b. El tipo de proceso de soldadura. (10-6.b)
- c. El tipo de método de extinción para cada operación o proceso. (10-6.c)
- d. Identificar a la CP para la soldadura y la guardia contra incendios (fire watch). El empleador determinará cuánto tiempo debe permanecer en su lugar una guardia contra incendios, pero debe ser un mínimo de treinta (30) minutos después de que haya terminado la exposición, y debe documentarse en el AHA. (Véase el capítulo 9.) (10-6.d)
- e. El PPE requerido (véase el capítulo 5). (10-6.e)

10-7. Requisitos Mínimos de los Planes.

Se requiere un Plan de Orden y Limpieza (Housekeeping Plan) por escrito para todas las operaciones de soldadura, corte, soldadura fuerte o calentamiento que involucren materiales tóxicos. Desarrollar el plan de acuerdo con el capítulo 35 de este manual, para incluir lo siguiente:

- a. Una descripción detallada de la actividad que se realiza, que incluya la frecuencia, el tipo y el volumen de las actividades de trabajo en caliente. (10-7.a)
- b. Una descripción de los peligros o inquietudes previstos y las medidas de control que se implementarán para controlarlos hasta un nivel aceptable, que incluya los procedimientos y el programa de mantenimiento rutinario y de orden y limpieza. Por ejemplo, la frecuencia con que todas las superficies necesitan aspirarse regularmente con aspiradora de aire particulado de alta eficiencia (HEPA) y limpiarse con paño húmedo para que estén libres de contaminación. (10-7.b)
- c. La asignación del personal y sus roles y responsabilidades. Incluir la información y documentación necesarias para respaldar la calificación y capacitación de dichas personas. (Véase el párrafo 10-3.) (10-7.c)
- d. Los métodos de inspección y supervisión para asegurar el cumplimiento del plan. (10-7.d)

10-8. Requisitos Generales.

a. General. (10-8.a)

- (1) Todo el equipo y las operaciones de soldadura y corte deben ser conformes a las normas y prácticas recomendadas de ANSI Z49.1.

- (2) Antes de aplicar calor a un tambor, contenedor o estructura hueca, debe proporcionarse un venteo o abertura para la liberación de cualquier presión acumulada que se genere durante la aplicación del calor. No usar herramientas que produzcan calor o chispas para crear o proporcionar el venteo.
- (3) Mantener los cables, las mangueras y demás equipo fuera de los pasillos, las escaleras de mano y las escaleras.

b. Requisitos de Sistemas Eléctricos y Presurizados. Mantener y usar los cilindros de soldadura de acuerdo con el párrafo 10-8.g. (10-8.b)

c. Medidas de Protección Personal. Una CP debe evaluar los peligros para determinar qué controles se necesitan para las operaciones de soldadura, corte y calentamiento que no involucren las condiciones o materiales descritos en este capítulo. (10-8.c)

- (1) Protección de Ojos y Rostro. Proteger los ojos y el rostro de los soldadores y de quienes estén expuestos a dichas tareas contra la radiación UV e infrarroja y los objetos volantes durante las operaciones de soldadura, esmerilado y picado.
- (a) Proteger al personal que realice trabajo que produzca luz UV, azul o infrarroja, o que esté expuesto a él, contra estos peligros de acuerdo con los siguientes requisitos:
- (a-1) Seleccionar los lentes con filtro (sombra) con base en el tipo de equipo y de trabajo (véase el capítulo 5).
- (a-2) Los cascos de protección deben tener superficies no reflectantes y estar libres de grietas o aberturas.
- (a-3) No usar lentes que estén agrietados o picados.
- (a-4) Todos los lentes con filtro deben cumplir los requisitos de ANSI/ISEA Z87.1.
- (a-5) Siempre deben usarse cascos de soldadura y lentes de seguridad con clasificación ANSI Z87.1 con protección superior y lateral.
- (b) No usar cascos de soldadura con oscurecimiento electrónico para procesos de soldadura que requieran una clasificación de sombra mayor que la que el casco puede dar. La mayoría de los cascos con oscurecimiento automático no son aptos para procesos de soldadura que requieren una sombra de filtro de 14 o mayor.
- (2) Ventilar de manera natural o mecánica todas las operaciones de soldadura, corte y calentamiento, de modo que las exposiciones del personal a concentraciones peligrosas de contaminantes en el aire estén dentro de límites aceptables. Proporcionar ventilación por extracción local siempre que se realice soldadura, corte o calentamiento en un espacio confinado. (Véase el capítulo 6.)
- (3) Proteger a las demás personas expuestas a la misma atmósfera que los soldadores o cortadores de la misma manera que a los soldadores o cortadores.
- (4) Corte por Arco y por Gas. Emplear ventilación mecánica por extracción local u otros medios para retirar adecuadamente los humos generados durante el corte con oxígeno que involucre polvo de hierro o fundente químico, el corte por arco con protección de gas, o el corte por plasma.

d. Protección contra Incendios. (10-8.d)

- (1) Debe proporcionarse equipo adecuado de extinción de incendios, de capacidad suficiente, en las inmediaciones de las operaciones de soldadura o corte, y mantenerse en un estado de preparación constante para su uso inmediato.
- (2) Se requieren permisos de trabajo en caliente en las instalaciones federales cuando se realizan operaciones de trabajo en caliente, a menos que el supervisor del USACE/el KO o el COR indiquen otra cosa (véase el capítulo 9).
- (3) Antes de realizar operaciones de soldadura o corte, inspeccionar el área para asegurar que esté libre de los siguientes peligros:

- (a) Materiales combustibles ubicados cerca de la operación (por ejemplo, dentro de 35 pies (10.7 m). [Como está impreso en el original: el paréntesis no se cierra.]
- (b) La presencia o posible generación de atmósferas potencialmente explosivas (por ejemplo, gases, vapores, líquidos o polvos inflamables).
- (c) La presencia o naturaleza de una atmósfera enriquecida con oxígeno.
- (4) Jerarquía de control de incendios. Los objetos a soldar, cortar o calentar deben:
- (a) Mover el/los objeto(s) a una ubicación libre de combustibles peligrosos.
- (b) Si el trabajo no puede moverse, llevar todos los peligros de incendio móviles en las cercanías a un lugar seguro (por ejemplo, movidos al menos 35 pies (10.7 m) horizontalmente desde el área de soldadura o corte) o proteger el material combustible y la construcción contra el calor, las chispas y la escoria de la soldadura.
- (c) Cuando la soldadura o el corte deban hacerse en una ubicación donde haya materiales combustibles o inflamables, el supervisor del USACE/el KO o el COR debe inspeccionar las operaciones y autorizar una excepción antes de que el trabajo pueda comenzar. Una guardia contra incendios debe estar presente con el equipo de extinción de incendios fácilmente disponible y estar disponible para hacer sonar una alarma en caso de incendio. El empleador determinará cuánto tiempo debe permanecer en su lugar una guardia contra incendios, pero debe ser un mínimo de treinta (30) minutos después de que haya terminado la exposición, y debe documentarse en el AHA. (Véase el capítulo 9.)
- (5) Cuando una operación sea tal que las precauciones normales de prevención de incendios no sean suficientes, asignar personal adicional de guardia contra incendios para proteger contra el incendio e instruirlo en los peligros de incendio previstos y el uso del equipo de combate de incendios (véase el capítulo 9).
- (6) Cuando la soldadura o el corte se hagan sobre piso combustible, proteger el piso con pantallas resistentes al fuego cubiertas con arena húmeda, o mantenerlo mojado. Donde el piso esté mojado o húmedo, proteger contra los posibles peligros de choque eléctrico al personal que opere equipo de soldadura o corte por arco.
- (7) Instalar barreras incombustibles debajo de las operaciones de soldadura o quemado en un tiro (shaft) o chimenea de excavación (raise).
- (8) Cubrir herméticamente las aberturas o grietas en muros, pisos o ductos dentro de 35 pies (10.7 m) del sitio de las operaciones de soldadura o corte, para prevenir el paso de chispas a las áreas adyacentes.
- (9) Donde la soldadura o el corte se hagan cerca de muros, divisiones, techos o cubiertas de construcción combustible, usar guardas resistentes al fuego para prevenir la ignición.
- (10) Donde la soldadura o el corte se hagan en un muro, división, techo o cubierta de metal, tomar precauciones para prevenir la ignición por conducción o radiación del calor de los combustibles del otro lado.
- (11) No soldar ni cortar en una división, muro, techo o cubierta de metal con un revestimiento combustible, ni en muros o divisiones de construcción de panel tipo sándwich combustible.
- (12) Antes de soldar o cortar tambores, tanques u otros contenedores y equipo que hayan contenido materiales peligrosos (HAZMAT), limpiar minuciosamente los contenedores de acuerdo con NFPA 326 y ANSI/AWS F4.1.
- (13) Cuando la soldadura o el corte se realicen cerca de un cabezal de rociador (sprinkler), usar un paño húmedo o una protección equivalente para cubrir el cabezal del rociador y retirar el paño al completar la operación de soldadura o corte.
- (14) Cuando se suelde o corte en áreas protegidas por sistemas de detección y supresión de incendios, tomar precauciones para evitar la activación accidental de estos sistemas.

e. Soldadura y Corte de Materiales Peligrosos (HAZMAT). (10-8.e)

- (1) Realizar las operaciones de soldadura, corte y calentamiento en tuberías de acuerdo con el 49 CFR 192.
- (2) Probar todas las superficies cubiertas por un recubrimiento preservante cuya inflamabilidad no se conozca, para determinar su inflamabilidad antes de comenzar a soldarlas, cortarlas o calentarlas. Los recubrimientos preservantes se consideran altamente inflamables cuando las raspaduras arden con extrema rapidez.
- (a) Retirar los recubrimientos preservantes a una distancia suficiente del área a calentar para asegurar que cualquier aumento de temperatura del metal no despojado no resulte en una descomposición o degradación visualmente observable de los recubrimientos. Puede usarse enfriamiento artificial del metal que rodea el área calentada para limitar el área a despojar.
- (b) Al soldar, cortar o calentar recubrimientos superficiales tóxicos (por ejemplo, pinturas, preservantes, químicos para remoción de superficie) en espacios cerrados, despojar todas las superficies cubiertas con los recubrimientos a una distancia de al menos 4 pulgadas (10.2 cm) del área de aplicación del calor, o usar respiradores de línea de aire según lo determine necesario una evaluación de la CP y de acuerdo con el capítulo 6.
- (3) Materiales de significancia tóxica. Realizar las operaciones de soldadura, corte o calentamiento que involucren o generen cualquiera de las sustancias tóxicas enumeradas a continuación de acuerdo con los siguientes requisitos: antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, cromo (VI), cobalto, cobre, plomo, manganeso, mercurio, níquel, ozono, selenio, plata o vanadio.
- (a) Siempre que estos materiales se encuentren en un espacio confinado, usar ventilación por extracción local intrínsecamente segura y PPE.
- (b) Siempre que estos materiales, excepto el berilio o el cromo (VI), se encuentren en operaciones en interiores, usar y mantener sistemas de ventilación mecánica por extracción local que sean suficientes para reducir y mantener las exposiciones personales dentro de límites aceptables, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Asegurar que los filtros de reemplazo sean del mismo fabricante y sean el filtro correcto para el sistema de extracción. Cuando se encuentre berilio o cromo (VI) en operaciones en interiores, usar sistemas aprobados de ventilación mecánica por extracción local y protección respiratoria personal. (Véase el capítulo 6.)
- (b-1) En las áreas donde solo se realiza soldadura, usar una tasa de ventilación de escape general de al menos 2,000 pies cúbicos por minuto (CFM) (0.9 m3/s) por soldador en áreas abiertas de soldadura.
- (b-2) La ventilación por extracción local debe tener una velocidad de captura de 100 pies por minuto (fpm) (0.5 m/s), medida desde la distancia más lejana del trabajo, y una velocidad de transporte en el ducto de al menos 1,000 fpm (5.1 m/s). Los sistemas de ventilación por extracción local que filtran y devuelven el aire de vuelta al ambiente de trabajo están permitidos para la soldadura si el trabajo no está ubicado en un espacio confinado o no involucra berilio o cromo, y si se siguen las disposiciones del capítulo 6.
- (c) Siempre que estos materiales, excepto el berilio o el cromo (VI), se encuentren en operaciones al aire libre, y no se proporcionen sistemas de ventilación mecánica por extracción local suficientes para reducir y mantener las exposiciones personales dentro de límites aceptables, debe usarse equipo de protección respiratoria apropiado (véase el capítulo 6).
- (d) Siempre que se encuentre berilio o cromo (VI) en operaciones al aire libre, basar la justificación y la implementación de los controles de ingeniería y de prácticas de trabajo y de la protección respiratoria en los resultados de una evaluación inicial de la exposición de los trabajadores y una determinación de la exposición (véanse el párrafo 10-8.i y el capítulo 6).
- (e) Los trabajadores pueden estar expuestos a concentraciones peligrosas de cromo (VI) al soldar, cortar o realizar trabajo en caliente en acero inoxidable, aleaciones de alto contenido de cromo o metal recubierto de cromo, o durante la aplicación y remoción de pinturas que contienen cromatos y otros recubrimientos superficiales (véase el capítulo 6).

- (f) Al trabajar con materiales de significancia tóxica, los trabajadores deben quitarse la ropa exterior, aspirarse y lavarse antes de tomar un descanso, beber, fumar o irse por el día.
- (4) Realizar las operaciones de soldadura, corte o calentamiento que involucren o generen compuestos de flúor o de zinc de acuerdo con lo siguiente:
- (a) En espacios confinados, usar ventilación mecánica por extracción local y protección respiratoria personal suficientes para mantener las exposiciones dentro de límites aceptables (véase el capítulo 6).
- (b) En espacios abiertos, realizar muestreos y pruebas de acuerdo con los procedimientos del capítulo 6 para determinar las concentraciones de fluoruros o compuestos de zinc y la necesidad de ventilación por extracción local y protección respiratoria personal suficientes para mantener las exposiciones dentro de límites aceptables.

f. Elementos Críticos. (10-8.f)

- (1) Toda la soldadura estructural realizada en elementos críticos (por ejemplo, andamios, apuntalamiento, cimbras, escaleras de mano, pilotes), así como en otros elementos críticos según lo determine la QP, debe ser realizada únicamente por soldadores certificados (véase el párrafo 10-3.c).
- (2) Las soldaduras en elementos críticos deben ser inspeccionadas por un CSWI vigente, un CWI, o un inspector de soldadura equivalente capacitado según las normas AWS (véanse los párrafos 10-3.c y 10-4.a). [Como está impreso en el original: «CSWI»; en los párrafos 10-3.c y 10-4.a el original usa «CWSI».]

g. Soldadura y Corte con Gas Oxicombustible. (10-8.g)

- (1) El equipo de soldadura y corte con gas oxicombustible debe estar aprobado por un laboratorio de pruebas reconocido nacionalmente (Nationally Recognized Testing Laboratory, NRTL).
- (2) Cilindros y Aparatos de Oxígeno.
- (a) Mantener los cilindros y aparatos de oxígeno libres de aceite, grasa y otras sustancias inflamables o explosivas. No manipularlos con las manos o los guantes aceitosos.
- (b) No usar los cilindros y aparatos de oxígeno de manera intercambiable con ningún otro gas.
- (c) No colocar cilindros de oxicombustible en un espacio confinado con los trabajadores.
- (3) Mangueras y Conexiones de Manguera.
- (a) La manguera de gas combustible y la manguera de oxígeno deben distinguirse fácilmente una de la otra.
- (b) Las mangueras de oxígeno y de gas combustible no son intercambiables. No usar una sola manguera que tenga más de un paso de gas.
- (c) No usar acoples de manguera del tipo que pueda desbloquearse o desconectarse sin un movimiento giratorio.
- (d) Probar las mangueras que hayan estado sometidas a retroceso de llama o que muestren evidencia de desgaste o daño severo, al doble de la presión normal a la que están sometidas. En ningún caso probar con menos de 300 psi (2068.4 kPa) manométricos. No usar mangueras ni conectores de manguera dañados, ni mangueras y conectores de manguera en condición cuestionable.
- (e) Cuando tramos paralelos de manguera de oxígeno y de gas combustible estén unidos con cinta, no más de 4 pulgadas de cada 12 pulgadas (10.2 cm de cada 30.4 cm) pueden estar cubiertas por la cinta.
- (f) Ventilar adecuadamente todas las cajas usadas para el almacenamiento de mangueras de gas y todos los espacios cerrados que contengan mangueras de gas.
- (g) Sujetar con abrazaderas o asegurar firmemente de otro modo las conexiones de las mangueras, de una manera que resista, sin fugas, el doble de la presión a la que están sometidas normalmente en servicio, pero no menos de 300 psi (2,068 kPa) manométricos.
- (4) Sopletes.

- (a) Inspeccionar los sopletes antes de cada uso para detectar válvulas de cierre con fugas, acoples de manguera, conexiones de punta y puntas de soplete dañadas. No usar sopletes defectuosos.
- (b) Las mangueras deben purgarse individualmente antes de encender el soplete por primera vez cada día. No purgar las mangueras hacia espacios confinados ni cerca de fuentes de ignición.
- (c) Limpiar las aberturas obstruidas de las puntas del soplete con alambres de limpieza adecuados, brocas u otros dispositivos diseñados para tales propósitos.
- (d) Encender los sopletes con encendedores de fricción u otros dispositivos aprobados; no con fósforos ni desde trabajo en caliente.
- (e) Cerrar las válvulas del soplete y cerrar el suministro de gas siempre que el trabajo se suspenda.
- (f) Retirar el soplete y la manguera de los espacios confinados siempre que el trabajo se suspenda.
- (5) Equipo de Protección.
- (a) A menos que las instrucciones del fabricante indiquen otra cosa, instalar una válvula de retención de flujo inverso y un pararrayos de retroceso (flash arrestor) en la manguera, en cada soplete, al usar sistemas de soldadura y corte con gas oxicombustible u otro gas oxígeno-combustible que usen regulador de cilindro, manguera y soplete.
- (b) Cuando los sistemas de gas oxígeno-combustible estén conectados a un múltiple (manifold), realizarlo de acuerdo con NFPA 51.
- (6) No conectar varios juegos de mangueras de oxiacetileno a un solo regulador en un solo juego de tanques de oxiacetileno, a menos que se instale un accesorio disponible comercialmente que cumpla las normas de la Asociación de Gas Comprimido (Compressed Gas Association, CGA) y esté listado por un NRTL. Instalar el accesorio en el lado de salida del regulador e incluir una válvula de cierre integrada y una válvula de retención de flujo inverso en cada ramal.
- (7) No ajustar los reguladores de acetileno para permitir una descarga mayor de 15 psi (103.4 kPa) manométricos.

h. Soldadura y Corte por Arco. Instalar, mantener y operar todos los aparatos de soldadura eléctrica de acuerdo con el NEC. (10-8.h)

- (1) Portaelectrodos Manuales.
- (a) Usar solo portaelectrodos manuales diseñados específicamente para soldadura y corte por arco, de una capacidad capaz de manejar con seguridad la corriente máxima nominal requerida por los electrodos.
- (b) Aislar completamente las partes portadoras de corriente que pasan a través de la porción empuñada del portaelectrodo y las superficies exteriores de las mordazas del portaelectrodo, contra el voltaje máximo encontrado a tierra.
- (2) Cables y Conectores de Soldadura.
- (a) Los cables deben estar completamente aislados, ser flexibles, capaces de manejar los requisitos máximos de corriente del trabajo en curso, y estar en buen estado. No usar cables dañados o defectuosos.
- (b) Inspeccionar los cables de soldadura para detectar desgaste o daño antes de cada uso. Reemplazar o reparar los cables con el aislamiento o los conectores dañados para lograr la misma resistencia mecánica, calidad de aislamiento, conductividad eléctrica e impermeabilidad del cable original. No usar cables que contengan empalmes o aislamiento reparado dentro de una distancia mínima de 10 pies (3 m) desde el extremo del cable al que está conectado el portaelectrodo.
- (c) Donde sea necesario conectar o empalmar tramos de cable entre sí, usar conectores aislados de una capacidad al menos equivalente a la del cable. Al conectar con terminales de cable (lugs), sujetarlos firmemente entre sí para dar un buen contacto eléctrico y cubrir completamente las partes metálicas expuestas de los terminales. Al conectar o empalmar tramos de cable entre sí, usar métodos destinados

específicamente para ese propósito y aislar adecuadamente las conexiones para las condiciones de servicio.

- (3) Puesta a Tierra. Véase el capítulo 11.
- (a) Poner a tierra los bastidores de las máquinas de soldadura y corte por arco, ya sea mediante un tercer alambre en el cable conectado al conductor del circuito, o mediante un alambre separado que esté puesto a tierra en la fuente de la corriente.
- (b) No conectar ninguno de los terminales del generador de soldadura al bastidor de la soldadora.
- (c) No usar tuberías que contengan gases o líquidos inflamables, ni conductos que lleven conductores eléctricos, para un circuito de retorno a tierra.
- (d) Poner a tierra los circuitos de las máquinas de soldadura usadas para herramientas que no sean de soldadura.
- (4) No colocar cables de suministro de soldadura cerca de cables de suministro de energía ni de otros alambres de alta tensión.
- (5) No permitir que los cables de soldadura hagan contacto con las partes metálicas que soportan andamios suspendidos.
- (6) Ubicar el equipo de interrupción para apagar la máquina de soldadura sobre la máquina de soldadura o cerca de ella.
- (7) Apagar el equipo cuando los cables queden desatendidos.
- (8) Proteger las operaciones de soldadura y corte por arco mediante pantallas incombustibles o a prueba de llama, para proteger a los empleados y a otras personas que trabajen dentro de 35 pies (10.7 m) contra los rayos directos del arco, las chispas, el metal fundido, las salpicaduras y la escoria picada.
- (a) Seleccionar cortinas de soldadura que sean adecuadas para el proceso de soldadura y el amperaje.
- (b) Las cortinas de soldadura deben ser resistentes a la decoloración y retardantes de llama.
- (9) Extender el cable de soldadura enrollado antes de usarlo, para evitar el sobrecalentamiento y el daño al aislamiento.

i. Soldadura por Arco Metálico con Gas. (10-8.i)

- (1) Mantener los solventes clorados al menos a 200 pies (61 m) del arco expuesto.
- (2) Secar las superficies preparadas con solventes clorados antes de permitir la soldadura en dichas superficies.
- (3) Proteger con lentes con filtro a quienes estén a menos de 35 pies (10.7 m) del arco y no estén protegidos del arco por pantallas. Cuando dos o más soldadores estén expuestos al arco del otro, cada soldador debe usar gafas con lentes con filtro debajo de su casco de soldadura. Usar pantallas de mano para proteger a los soldadores contra los destellos y la energía radiante cuando se levante el casco o se retire la pantalla.
- (4) Proteger a los soldadores y a otras personas expuestas a la radiación cubriendo adecuadamente la piel para prevenir quemaduras y otros daños por los rayos UV. Los cascos de soldadura y las pantallas de mano deben estar en buen estado de funcionamiento y libres de defectos, grietas, aberturas y superficies altamente reflectantes. Instalar pantallas alrededor del área de trabajo de soldadura para proteger contra la exposición a los rayos UV al personal fuera de la zona inmediata de trabajo.
- (5) Cuando la soldadura por arco metálico con gas se realice en acero inoxidable, acero de aleación de cromo o metal recubierto de cromo, ventilar el área usando un sistema aprobado de extracción local para proteger al personal contra concentraciones peligrosas de dióxido de nitrógeno y otros contaminantes del aire, como el cromo (VI). El sistema de extracción debe ser capaz de reducir y mantener las exposiciones personales dentro de límites permisibles. Si no es suficiente, aumentar la ventilación del sistema de extracción cambiando las prácticas de trabajo y los controles de ingeniería, como usar un gas de protección rico en argón (> 75% de argón) en las operaciones de soldadura por arco metálico con gas o de soldadura

por arco con núcleo de fundente. Dondequiera que los controles de ingeniería y de prácticas de trabajo no sean suficientes para reducir las exposiciones de los empleados por debajo de los límites permisibles, el empleador debe usarlos para reducir las exposiciones de los empleados a los niveles más bajos alcanzables y debe complementarlos usando protección respiratoria que cumpla los requisitos de este capítulo y del capítulo 5.

j. Corte por Plasma. Instalar, mantener y operar el equipo de corte por arco de plasma de acuerdo con el NEC y las instrucciones del fabricante. (10-8.j)

- (1) Verificar que todos los consumibles (por ejemplo, boquillas, electrodos) estén instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante antes de cada uso.
- (2) Todos los sopletes usados en el corte por plasma deben contener un dispositivo de seguridad en el gatillo para prevenir el contacto accidental.

Suplemento de frontera — cierre del capítulo (primera página de em385-11.pdf, p. impresa 199).

k. Soldadura con Termita (Thermite Welding). (10-8.k)

- (1) Secar minuciosamente el molde para una soldadura con termita e instalar una cubierta aceptable recomendada por el fabricante antes de que se encienda la carga, para prevenir la salpicadura hacia atrás durante la reacción de la soldadura con termita.
- (2) Almacenamiento de los Suministros de Soldadura con Termita.
- (a) Almacenar los materiales a granel de soldadura con termita en un cobertizo o edificio separado, al menos a 50 pies (15.2 m) del área de soldadura.
- (b) Mantener secas y con llave las áreas de almacenamiento a granel de los materiales de soldadura con termita.
- (c) Cerrar herméticamente los contenedores de almacenamiento del material de ignición inmediatamente después de cada uso.
- (3) No retirar los moldes de soldadura con termita hasta que haya tenido lugar un enfriamiento suficiente, según lo indican las instrucciones de operación del fabricante.
- (4) No fumar en las áreas donde se esté usando o almacenando material de soldadura con termita.

10-9. Figuras y Tablas.

No Aplica.

10-10. Listas de Verificación y Formularios.

No Aplica.