

Seguridad y salud en las operaciones de corte y soldadura de metales

La soldadura puede considerarse un proceso con aporte de calor, mediante el cual se unen dos piezas metálicas, pudiendo o no intervenir otra sustancia o material ajeno a las piezas o de su misma naturaleza.

Este tipo de operaciones suele ser frecuente en una amplia gama de actividades especialmente en los talleres y a pesar de su aparente simplicidad, nunca debe olvidarse que se manipulan fuentes de energía capaces de alcanzar temperaturas de 3000 °C o superiores, constituyendo focos de ignición que pueden provocar incendios, explosiones, quemaduras y lesiones de diversa consideración, así como la generación de humos de naturaleza variada, cuya inhalación puede afectar la salud de las personas expuestas.

Estos posibles riesgos hacen necesario 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.

Atendiendo a la fuente de calor, la soldadura puede ser eléctrica, cuando utiliza este tipo de energía o autógena, cuando el calor proviene de la combustión de un gas.

Operaciones análogas a las de soldadura son las de corte de metales, pudiendo igualmente utilizarse la llama procedente de la combustión de un gas o el arco eléctrico, por lo que a fin de conseguir una mayor funcionalidad en el desarrollo del presente manual, se estudiarán conjuntamente.

Soldadura eléctrica y corte por arco de plasma

Dentro de la soldadura eléctrica cabe distinguir dos tipos básicos:

- Soldadura por resistencia
- Soldadura al arco

Soldadura por resistencia

Este tipo de soldadura se basa en el efecto JOULE, mediante el cual, el calor necesario para fundir los metales que intervienen en la operación (generalmente el estaño) procede del calor producido al calentarse un electrodo que actúa como resistencia eléctrica al pasar una determinada intensidad de corriente:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \cdot 0,24$$

Este tipo de soldadura presenta escasos riesgos (contactos térmico y eléctrico principalmente) si bien es conveniente tener en cuenta algunas recomendaciones de carácter general, a saber:

- ✓ Antes de comenzar el trabajo, comprobar que los equipos eléctricos y el instrumental, se encuentran en perfectas condiciones de uso. Al terminar, no extraer la clavija de su enchufe tirando del cable, sino de la propia clavija.
- ✓ Disponer el soldador de resistencia en un soporte adecuado, orientando el electrodo en sentido contrario a donde se encuentra el operador y mientras esté caliente no debe dejarse sobre la mesa de trabajo.
- ✓ No guardar el soldador hasta que el electrodo esté a temperatura ambiente.
- ✓ Evitar la inhalación de los humos que se produzcan en la soldadura, especialmente cuando se utilicen resinas fundentes.

Soldadura por arco

En este tipo de soldadura, la fuente de calor proviene del arco eléctrico que se produce al aproximar dos elementos metálicos en tensión, alcanzándose temperaturas del orden de 3000 °C.

Los riesgos más frecuentes que se derivan de este tipo de soldadura son básicamente:

- Contacto eléctrico
- Contacto térmico
- Incendio
- Inhalación de humos

Existen dos variantes principales de la soldadura eléctrica por arco:

Soldadura MIG (Metal Inert Gas): Es una soldadura al arco en la que el electrodo, generalmente un hilo de cobre enrollado en una bobina, se va consumiendo a medida que avanza la operación. Ésta se lleva a cabo en una atmósfera de gas inerte (dióxido de carbono, argón o mezclas de estos gases) para evitar oxidaciones y formación de las llamadas "perlas de soldadura", consiguiendo así un mejor acabado. La figura 1 muestra un equipo de soldadura MIG, en el que puede apreciarse una botella de gas.



Figura 1. Grupos de soldadura eléctrica por arco tipo MIG

Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas): Es similar al tipo de soldadura anterior, sólo que en éste, el electrodo no es un hilo continuo, sino una barra metálica delgada que se emplaza en la pistola de soldar, debiendo cambiarse cada vez que se consume, por lo que el proceso es discontinuo. Al igual que en el caso anterior, la operación se lleva a cabo bajo una atmósfera de gas inerte.

Las precauciones a tener en cuenta para evitar los riesgos que se derivan de estos tipos de soldadura son las siguientes:

Manejo y transporte del equipo

- ✓ Todos los conductores, tanto los de alimentación eléctrica al grupo, como los de soldadura, deberán estar protegidos durante su transporte o utilización, contra posibles daños mecánicos.
- ✓ Los cables de conexión a la red, así como los de soldadura, deben enrollarse para ser transportados y nunca se tirará de ellos para mover la máquina
- ✓ Si se observa algún cable o elemento dañado deberá notificarse y repararse de modo inmediato, no debiendo ser utilizado bajo ningún concepto.
- ✓ Conexión segura del equipo a soldar
- ✓ Los bornes de conexión de los circuitos de alimentación deberán estar aislados y protegidos. Asimismo, la superficie exterior de los portaelectrodos deberá estar aislada en la zona de contacto con la mano.
- ✓ La pinza de masa o retorno deberá estar rígidamente fijada a la pieza a soldar, debiendo minimizarse la distancia entre el punto a soldar y la citada pinza.
- ✓ No utilizar nunca las estructuras metálicas de los edificios, tuberías, etc., como conductores de retorno, cuando éstos no sean la pieza a soldar.

Soldadura en el interior de recintos cerrados

- ✓ Cuando se trabaje en lugares estrechos o recintos de reducidas dimensiones, se insuflará continuamente aire fresco, nunca oxígeno, a fin de eliminar gases, vapores y humos.
- ✓ En caso de que no sea posible procurar una buena ventilación, se utilizarán equipos de protección respiratoria con aporte de aire.
- ✓ Utilizar ropa tanto interior como exterior difícilmente inflamable.
- ✓ Si los trabajos de soldadura se efectúan en lugares muy conductores (calderas, conducciones metálicas, túneles, etc.) no se emplearán tensiones superiores a 50 v, debiendo permanecer el

equipo de soldadura en el exterior del recinto en que opere el trabajador.

Equipos de protección individual

Para soldar al arco, el equipo de protección personal estará compuesto por los siguientes elementos:

- ✓ Pantalla de protección de cara y ojos.
- ✓ Guantes largos de cuero.
- ✓ Mandil de cuero.
- ✓ Polainas de apertura rápida, con los pantalones por encima.
- ✓ Calzado de seguridad aislante.
- ✓ Precauciones de carácter general



Figura 2. Equipos de protección individual

Se evitará soldar en lugares donde se encuentren almacenados productos inflamables. Si ello es necesario, se ventilará el local hasta conseguir que en la atmósfera interior no haya restos de sustancias que puedan originar riesgo de incendio o explosión.

Habida cuenta que en la soldadura eléctrica al arco se alcanzan temperaturas muy elevadas, frecuentemente se genera una gran cantidad de humos, lo que debe evitarse en lo posible. Para ello, se recurre al uso de mesas de soldadura provistas de extracción localizada y si las piezas a soldar son de gran tamaño, se utilizan bocas móviles de extracción como la que se muestra en la figura 3. Estas precauciones deben extremarse cuando se realizan operaciones de soldadura en piezas galvanizadas o pintadas con cromato de plomo o recubiertas de imprimaciones antioxidantes de minio. De no ser posible emplear este tipo de protecciones generales, se recurrirá al uso de protección respiratoria individual.



Figura 3. Boca móvil de aspiración de humos de soldadura

Corte de metales con arco de plasma

Con la única salvedad de que con el arco de plasma se alcanzan temperaturas superiores a 10.000 °C, las operaciones de corte de metales por este procedimiento son análogas a las de soldadura al arco, siendo por tanto válidas todas las recomendaciones señaladas para este tipo de operaciones.

Soldadura autógena y oxicorte

En este tipo de soldadura, así como en el oxicorte, la fuente de calor proviene de la combustión de un gas, en muchos casos el acetileno. Ambas operaciones son análogas y por tanto, su estudio se aborda conjuntamente. La figura 4 muestra un equipo de soldadura autógena, en el que pueden apreciarse las botellas de gas y el soplete.



Figura 4. Equipo de soldadura autógena

Los riesgos más frecuentes que se derivan de este tipo de operaciones son muy similares a los de la soldadura eléctrica al arco, con algunas diferencias, es decir:

- Contacto térmico
- Incendio

- Inhalación de humos
- Caída de las botellas

De acuerdo con estas consideraciones, las precauciones a tener en cuenta para evitar tales riesgos son:

Botellas

- ✓ Las botellas de gases deben estar adecuadamente protegidas para evitar las caídas, ya sea mediante abrazaderas en la pared o fijadas a las carretillas en caso de quipos móviles.
- ✓ Comprobar la última fecha de prueba oficial, que debe estar en el período de vigencia.
- ✓ Las válvulas de acetileno sin volante deben ir provistas siempre de la correspondiente llave, para su manipulación en caso de emergencia.

Condiciones generales de seguridad

- ✓ Se debe comprobar que ni las botellas de gas ni los equipos que se acoplan a ellas tienen fugas.
- ✓ Proteger las botellas contra golpes y calentamientos peligrosos.
- ✓ Antes de acoplar la válvula reductora de presión, se deberá abrir la válvula de la botella por un corto periodo de tiempo, a fin de eliminar la suciedad.
- ✓ Las mangueras deben encontrarse en perfecto estado de conservación y admitir la presión máxima de trabajo para la que han sido diseñadas.
- ✓ Todas las uniones de mangueras, deben estar fijadas mediante abrazaderas, de modo que impidan la desconexión accidental.
- ✓ Todas las conexiones deben ser completamente estancas. La comprobación se debe hacer mediante solución jabonosa neutra. Nunca debe utilizarse una llama abierta.

- ✓ No se debe comprobar la salida de gas manteniendo el soplete dirigido contra partes del cuerpo, ya que puede inflamarse la mezcla gas-aire por chispas dispersas y provocar quemaduras graves.
- ✓ El soplete debe funcionar correctamente a las presiones de trabajo y caudales indicados por el suministrador.
- ✓ Al terminar el trabajo, se debe cerrar la válvula de la botella y purgar la válvula reductora de presión. Asimismo, los aparatos y conducciones no deberán guardarse en armarios cerrados ni en cajas de herramientas.

Al igual que en la soldadura eléctrica al arco, en la soldadura autógena y oxicorte se alcanzan temperaturas muy elevadas, produciéndose una gran cantidad de humos. Con el fin de evitar este problema, se puede recurrir al empleo de mesas de soldadura provistas de extracción localizada o de bocas móviles de extracción, si las piezas a soldar son grandes (figura 4). Estas precauciones deben extremarse cuando se sueldan piezas galvanizadas o recubiertas de cromato de plomo o de minio. Si no es posible emplear este tipo de protecciones generales, se debe recurrir al uso de protección respiratoria individual.

Equipos de protección individual

El equipo de protección individual para realizar operaciones de soldadura autógena y oxicorte es muy similar al utilizado en soldadura eléctrica y consta básicamente de:

- ✓ Gafas de protección adecuadas.
- ✓ Guantes largos de cuero.
- ✓ Mandil de cuero.
- ✓ Polainas de apertura rápida, con los pantalones por encima.
- ✓ Calzado de seguridad aislante.

Manipulación de botellas de gases

- ✓ La manipulación de botellas de gases se llevará a cabo únicamente por personas debidamente capacitadas para dicho cometido. La

utilización de estos elementos por trabajadores inexpertos puede comportar riesgos graves, como fugas de gases tóxicos y nocivos, incendios y explosiones.

- ✓ Antes de utilizar una botella deberá leerse la etiqueta para asegurarse de que se trata de la que se pretende usar. En caso de duda sobre su contenido o forma de utilización, consultará con el suministrador. Asimismo, toda botella que tenga caducada la fecha de la prueba periódica, según establece el Reglamento de Aparatos a Presión, será devuelta al proveedor.
- ✓ Los grifos de las botellas se abrirán lentamente y de forma progresiva. En el caso de que se presente alguna dificultad en la apertura, se devolverá al suministrador, sin forzarla ni emplear herramienta alguna, ya que existe el riesgo de rotura del grifo, con el consiguiente escape del gas a presión. No se deben engrasar los grifos de las botellas, ya que algunos gases, como el oxígeno, reaccionan violentamente con las grasas, produciendo explosiones.
- ✓ Para el traslado de las botellas a los distintos puntos de utilización, se emplearán carretillas portabotellas, estando terminantemente prohibido su arrastre o rodadura, dado que se pueden producir abolladuras y deterioros en las paredes, disminuyendo su resistencia mecánica. No obstante, para pequeños desplazamientos, se podrá mover girándola por su base, una vez que se haya inclinado ligeramente. En todos los casos se hará uso de guantes y calzado de seguridad, que deberán estar exentos de grasa o aceite por el motivo aducido anteriormente.
- ✓ Si como consecuencia de un golpe accidental, una botella quedase deteriorada, marcada o presentase alguna hendidura o corte, se devolverá inmediatamente al suministrador del gas, aunque no se haya llegado a utilizar.
- ✓ Una vez emplazada la botella en el lugar de utilización, deberá fijarse adecuadamente, por ejemplo con cadenas, evitando así el riesgo de caída, que podría provocar lesiones a personas o escapes de gas por rotura de conexiones. Esta operación deberá ser adecuadamente supervisada.

- ✓ Las botellas de gas no deberán utilizarse nunca como soporte para golpear piezas, cebar arcos y soldar sobre ellas. Los efectos que tales acciones producen sobre la botella pueden disminuir su resistencia mecánica, con el siguiente riesgo de fuga y explosión.
- ✓ Cuando se tenga que abrir una botella de gas, se dispondrá la salida del grifo en posición opuesta al trabajador y en ningún caso estará dirigida hacia las personas que se encuentren en las proximidades. De este modo, se evitan las proyecciones de gas a presión o de elementos accesorios, en el caso de fallo o rotura.
- ✓ El trasvase entre botellas es una operación extremadamente peligrosa, debiendo prohibirse expresamente. Cuando sea necesario utilizar caudales de gas superiores al que la botella puede suministrar, se emplearán varias botellas conectadas en paralelo o bloques de botellas. En ningún caso se recurrirá a métodos tales como el calentamiento, ya que dicha práctica supone un grave peligro de explosión.
- ✓ No se utilizarán botellas de gases en recintos cerrados o confinados sin asegurarse de que existe ventilación adecuada. El escape o acumulación de gas ha sido causa de graves accidentes. La realización de tales operaciones requiere la obtención de un permiso de trabajo.
- ✓ Una vez finalizado el trabajo con la botella, se aflojará el tornillo de regulación y el manorreductor y se cerrará el grifo.
- ✓ En ningún caso, deberá el usuario pintar las botellas de gases y mucho menos alterar o cambiar sus colores. El color de la botella es un elemento importante de seguridad, que informa de manera rápida sobre su contenido.
- ✓ En el caso de que se produjera una fuga en una botella de gas será necesario intervenir rápidamente, siguiendo los pasos que se indican en la figura 5, es decir:
 - Identificar el gas.
 - Aproveccionarse del equipo necesario, que para gases tóxicos, nocivos o corrosivos deberá ser un equipo de respiración autónomo.

Seguir las siguientes pautas:

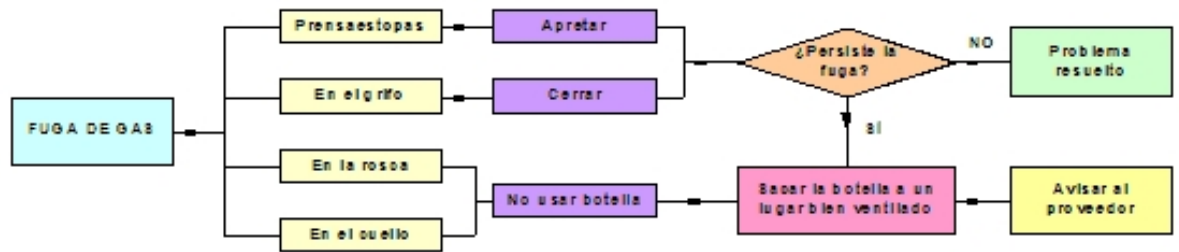


Figura 5. Pasos a seguir en caso de escape del gas de una botella.

Identificación de factores de riesgo higiénico en operaciones de soldadura

Los factores de riesgo que pueden presentarse en las operaciones de soldadura, proceden tanto del material a soldar, como del material de aporte y de las posibles reacciones en el aire. Su conocimiento con profundidad permite conocer los contaminantes que pueden aparecer en la atmósfera de trabajo en cada caso, siendo de gran utilidad cuando se efectúa su análisis y evaluación.

Contaminantes procedentes del material a soldar

Dentro de éstos, se distinguen:

- Los procedentes del propio material de base
- Los que se derivan de los recubrimientos de dicho material.

Contaminantes procedentes del material de base: El material de base suele ser una pieza metálica. Como las operaciones de soldadura se desarrollan a temperaturas muy elevadas, se favorece su disgregación en partículas de tamaño coloidal que se oxidan fácilmente en contacto con el oxígeno del aire, pudiendo afirmar que, en los humos generados en una operación de soldadura se pueden encontrar siempre los óxidos de los metales que integran el metal base. A modo de ejemplo y dependiendo de la naturaleza del metal base se tendrá:

En un acero al carbono se generarán óxidos de hierro y manganeso.

En un acero inoxidable se producirán óxidos de hierro y cromo.

En una pieza de latón se formarán óxidos de cobre y cinc.

En una pieza de bronce se desprenderán óxidos de cobre y estaño.

Contaminantes procedentes del recubrimiento del material de base: La naturaleza de éstos dependerá del propio recubrimiento, de forma que además de los óxidos del metal de base, se formarán otras sustancias, pudiendo encontrar, entre otros, los siguientes casos:

Recubrimiento metálico: En este caso se desprenderán los óxidos de los metales que conforman el recubrimiento. Según esto:

- Cromado: Óxidos de cromo.
- Niquelado: Óxidos de níquel.
- Cadmiado: Óxidos de cadmio.
- Galvanizado: Óxidos de cinc.

Pintado: Si los pigmentos utilizados en la pintura que recubre el material de base son metálicos, se desprenderán los óxidos de éstos, es decir:

- Minio: Óxidos de plomo.
- Amarillo de cromato de plomo: Óxidos de plomo y de cromo.

Engrasado: Si las piezas están engrasadas, se desprenderán los productos de la pirólisis de los aceites y grasas que recubre las piezas a soldar. De este modo, dependiendo del producto utilizado para engrasar, se tendrá:

- ✓ Aceite mineral: Se formarán nieblas de aceite, existiendo la posibilidad de producirse hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).
- ✓ Aceite vegetal: Se puede formar acroleína.

Desengrasado: Cuando las piezas se desengrasan con disolventes clorados, a pesar de que estas sustancias son muy volátiles, pueden quedar retenidas en los microporos de la pieza y al soldarla producir fosgeno o cloruro de carbonilo (Cl_2CO), sustancia altamente peligrosa.

Resinas plásticas: En ocasiones, las piezas van recubiertas de resinas plásticas, como PVC que al soldarlas generan productos de pirólisis, como en este caso, cloruro de hidrógeno (ClH).

Contaminantes procedentes del material de aporte

Se distinguen tres tipos:

- ✓ Los que se derivan del electrodo revestido.
- ✓ Los que proceden del dióxido de carbono usado en soldadura eléctrica.
- ✓ Los derivados del fundente utilizado en soldadura autógena.

A continuación se describe cada uno de ellos.

Contaminantes derivados del electrodo revestido: Pueden considerarse tres tipos fundamentales, a saber:

- **Revestido básico:** Pueden desprenderse fluoruros.
- **Revestido de rutilo:** Pueden formarse óxidos de hierro, de titanio, de manganeso, y silicatos.
- **Revestido ácido:** Se desprenden las mismas sustancias que en el revestido de rutilo y además sílice amorfa (SiO_2).

Contaminantes derivados del dióxido de carbono (CO_2) utilizado en soldadura eléctrica: En algunos casos se puede formar monóxido de carbono (CO).

Contaminantes derivados del fundente usado en soldadura autógena: Se pueden desprender cloruros y fluoruros, cuando se sueldan piezas de aluminio. Por otra parte, al soldar hierro se suelen usar bicarbonatos y carbonatos, pudiendo generar dióxido de carbono (CO_2).

Contaminantes debidos a reacciones en el aire

En función del tipo de soldadura, cabe distinguir los siguientes:

- **Soldadura eléctrica:** Se genera radiación UV, que se intensifica cuando se sueldan piezas de aluminio.
- **Soldadura autógena:** Se desprenden óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), por oxidación de este elemento contenido en el aire.