

EJECUCIÓN TÉCNICA



PROMOCIÓN



FINANCIACIÓN



FUNDACIÓN
PARA LA
PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA LAS ACTIVIDADES DE SOLDADURA



**MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
PARA LAS ACTIVIDADES
DE SOLDADURA**

EJECUTANTES

EJECUCIÓN TÉCNICA



PROMOCIÓN:



FINANCIACIÓN:



2008 EUROQUALITY

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CLASIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA	7
PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO GENERAL PARA EL PROCESO DE SOLDADURA	8
SOLDADURA POR OXIGAS	10
PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR OXIGAS	11
SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO	14
PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO	16
SOLDADURA POR RESISTENCIA	18
PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR RESISTENCIA	20
SOLDADURA POR PARTÍCULAS DE ALTA ENERGÍA, BAJO ELECTROSCORIA Y ALUMINOTÉRMICA	22
PROCEDIMIENTOS SEGUROS DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR PARTÍCULAS DE ALTA ENERGÍA	23
SOLDADURA SIN FUSIÓN	24
SOLDADURA FUERTE Y SOLDADURA BANDA	26

ÍNDICE

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: CONTACTO ELÉCTRICO	28
PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: INCENDIO	30
PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: SOLDADURA EN ESPACIOS CONFINADOS	33
PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: SOLDADURA EN ALTURA	35

INTRODUCCIÓN

La conformación por soldadura constituye uno de los procedimientos de fabricación más utilizados en la industria del metal-mecánica en particular, pero de uso muy generalizado por el servicio de mantenimiento de cualquier tipo de industria.

Consiste básicamente en la unión de piezas metálicas, de igual o distinta naturaleza, utilizando diferentes procedimientos en los que la adherencia se produce con aporte de calor a una temperatura adecuada, con aplicación de presión o sin ella y con adición de metal de aportación o sin ella.

Dentro de las operaciones de soldadura pueden producirse lesiones y daños que van desde un simple golpe o rañazo hasta accidentes muy graves (fuertes explosiones, incendios, quemaduras importantes, intoxicaciones, afecciones en los ojos, proyecciones de partículas, cortes, abrasiones, en manos y pies etc).

Tradicionalmente se hacía una clasificación de los procedimientos de soldadura en relación con el **metal de aportación**:

- ✓ Con metal de aportación distinto al metal base tendremos procedimientos de **soldadura heterogénea**.
- ✓ Con metal de aportación igual o muy similar al metal base, tendremos **soldadura homogénea**.
- ✓ Sin metal de aportación, tendremos procedimientos de **autosoldadura**.

Sin embargo, hoy en día se prefiere efectuar una clasificación en función de: la **temperatura** alcanzada y la existencia, o no, de **fase líquida** en el proceso de soldadura. De esta forma se tiene:

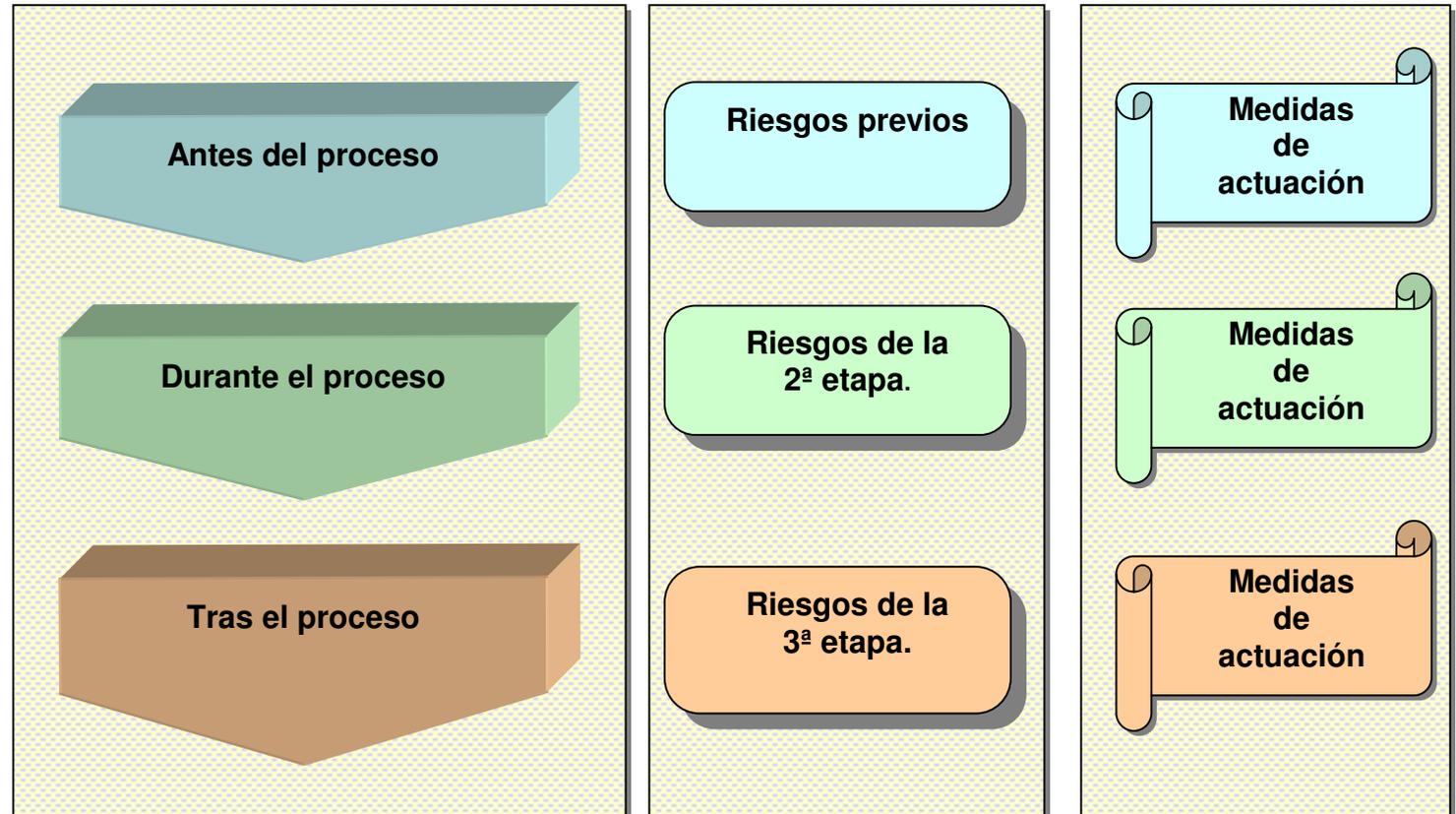
- ✓ Soldadura por **fusión**
- ✓ Soldadura **sin fusión o soldadura en estado sólido**.
- ✓ Soldadura **fuerte**
- ✓ Soldadura **blanda**

INTRODUCCIÓN

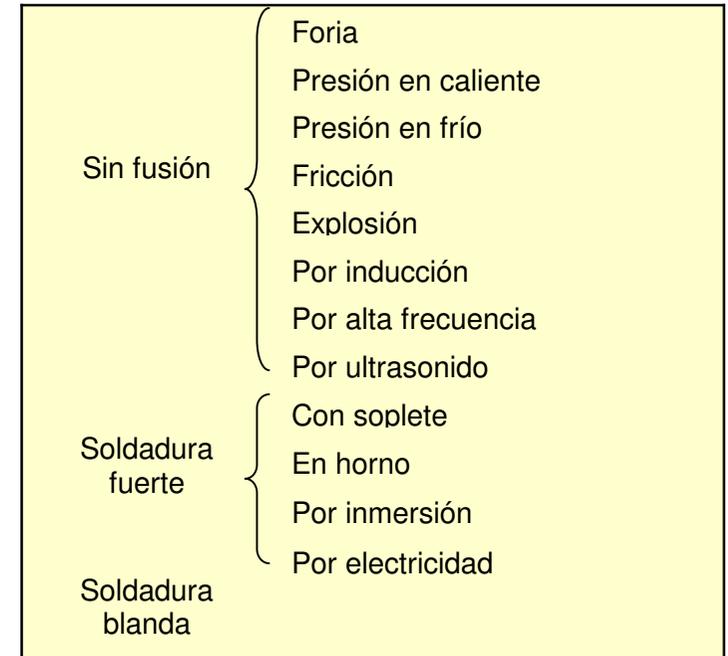
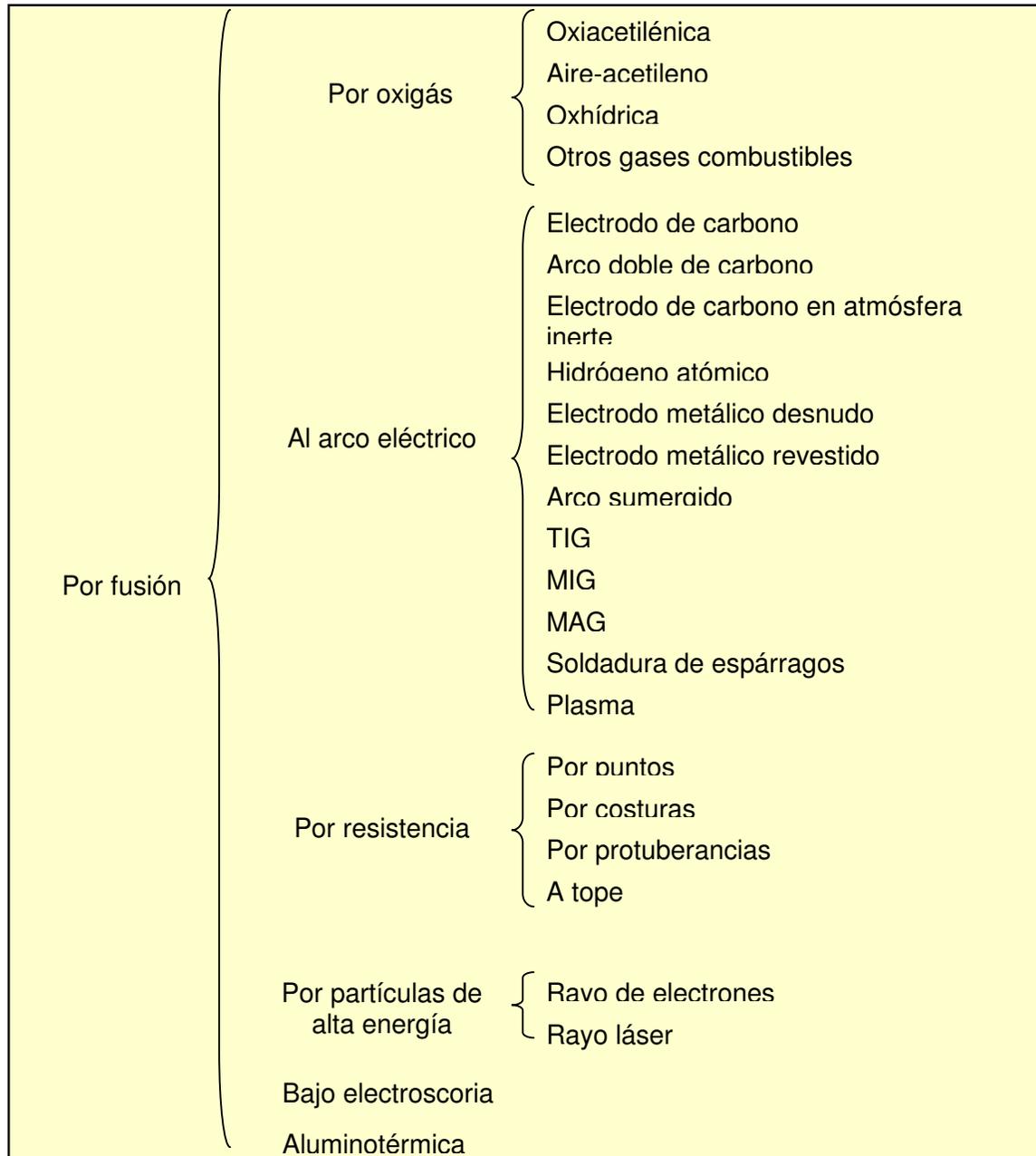
ETAPAS

RIESGOS

MEDIDAS



CLASIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA



A continuación se detallarán los procedimientos seguros de trabajo para los procedimientos de soldadura más utilizados en la industria, teniendo presente que todos comparten unos procedimientos seguros de trabajo generales.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO GENERAL PARA EL PROCESO DE SOLDADURA

Operaciones previas al soldeo

- Incendio y/o explosión por trabajos en ambientes inflamables.
- Inhalación de humos y gases



- Comprueba que no hay personas en el entorno de la vertical del puesto de trabajo y delimita la zona.
- No sueldes en lugares donde se almacenen materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- No sueldes en locales donde se hayan realizado trabajos en los que hayan podido desprenderse gases o vapores inflamables. Asegúrate de que se hayan ventilado suficientemente.
- No sueldes en recipientes, o sobre ellos, que contengan o hayan contenido materiales inflamables sin asegurar primero su adecuada limpieza.
- No sueldes en superficies que contengan grasas o aceites.
- Comprueba que todos los materiales inflamables están alejados o protegidos de chispas. No realices operaciones de soldadura a menos de 10 metros de materiales combustibles. Si no es posible respetar esta distancia, aísla o apantalla adecuadamente dichos materiales.
- Comprueba que dispones de un extintor en la zona de soldadura.
- No utilices oxígeno para limpiar o soplar las piezas o tuberías o para limpiar una estancia.
- No engrases ninguna parte del equipo de soldadura con gas.
- Cuando los materiales a soldar tengan algún tipo de recubrimiento metálico, pintura o grasas o aceites, elimínalos limpiándolos mediante raspado o esmerilado, disolventes, etc.
- Cuando se trabaje con aleaciones o revestimientos que puedan contener metales como el cromo, níquel, cadmio, zinc, plomo, etc., el puesto de trabajo ha de ser dotado de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo de intoxicación por humos y gases de soldadura.
- Cúbrete los brazos antes de empezar a soldar.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO GENERAL PARA EL PROCESO DE SOLDADURA

Operaciones durante el soldeo

- Proyecciones de partículas a la cara y cuerpo por la salpicadura del metal de las piezas trabajadas.
- Quemaduras producidas por salpicaduras del metal incandescente y/o contacto con los objetos calientes que se están soldando.
- Inhalación de humos y gases tóxicos por las características de los metales sobre los que se trabaja, materiales de aporte, etc.
- Otros: golpes, caídas, choques, atrapamientos, etc.
- Por las características del lugar de trabajo y la manipulación de botellas.

- No toques las piezas recién soldadas y señalízalas.
- Durante el picado o descascarillado de la escoria del cordón de soldadura, usa permanentemente gafas de protección adecuada.
- No fumes.
- En trabajos al aire libre, sitúate a sotavento, de espaldas al viento, para que los humos y gases generados se alejen de las vías respiratorias.
- Utiliza equipos para manipular cargas, como por ejemplo carretillas, cintas transportadoras, mesas elevadoras, etc.

Operaciones tras el soldeo

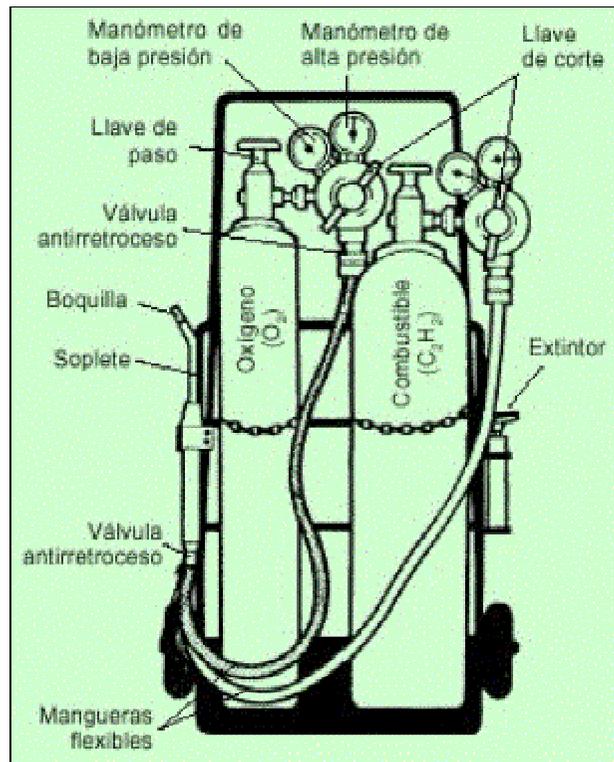
- Incendio y/o explosión.

- Revisa la zona de trabajo a fin de detectar posibles focos de incendio.

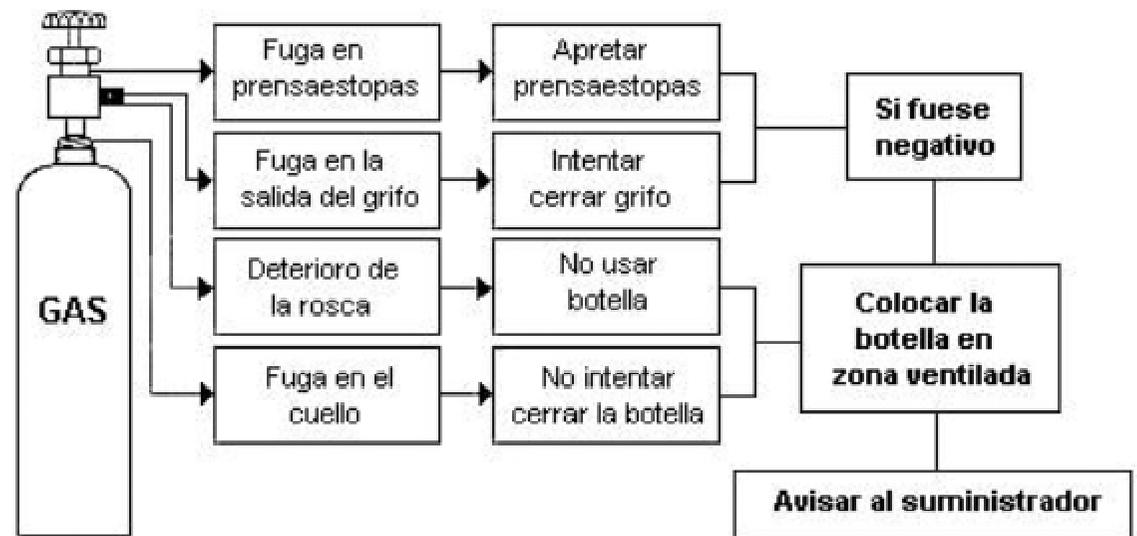
SOLDADURA POR OXIGAS

Dentro de este grupo de soldadura se encuentran todos aquellos procedimientos en los que la fusión de las piezas a unir se logra mediante el calor aportado por la llama procedente de la combustión de un gas o **gases combustibles** (generalmente acetileno y oxígeno) en un equipo denominado **soplete**, pudiendo utilizar o no metal de aportación.

La llama más utilizada es la **oxiacetilénica** en la que se consigue una temperatura de unos 3200 °C, pero también se pueden utilizar otros tipos de llamas como oxipropano, oxihidrógeno u oxigas natural.



Fuente: NTP 495 INSHT



Fuente INSHT, Nota Técnica de Prevención 397

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR OXIGAS

Operaciones previas al soldeo

- Incendio y/o explosión en los procesos de encendido y apagado.
- Incendio y/o explosión por montaje incorrecto del soplete o estar en mal estado.
- Inhalación de humos y gases tóxicos por sistemas de extracción inexistentes o ineficientes.

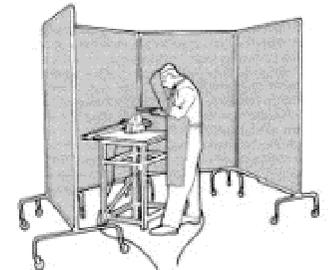
- Asegúrate de que los grifos y los manorreductores de las botellas de oxígeno están limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo.
- No manejes las botellas con las manos o guantes grasientos.

USO DE MANGUERAS:

- Deben ser de material compatible y presión adecuada al gas a utilizar. Si existieran dudas, consulta al suministrador del gas.
- Deben ser de longitud adecuada al trabajo a realizar.
- Antes de encender el mechero, comprueba que las mangueras no están deterioradas, las conexiones están hechas correctamente y están instaladas las válvulas antirretroceso.
- Comprueba que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando agua jabonosa, por ejemplo. Nunca utilices una llama para efectuar la comprobación.
- No utilices mangueras de igual color para gases diferentes.
- Conviene que las mangueras de oxígeno y gas combustible estén unidas. No utilices alambres para ello, sino abrazaderas.
- Las mangueras no atravesarán vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.

USO DEL SOPLETE

- Maneja el soplete con cuidado y no lo utilices para golpear.
- Para el encendido del soplete usa un mechero de chispa con mango para mantener la mano alejada del soplete.
- En la operación de encendido sigue la siguiente secuencia de actuación:
 - a) Abre lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
 - b) Abre la válvula del soplete correspondiente al otro gas combustible alrededor de 3/4 de vuelta.
 - c) Enciende la mezcla con un chispero (no con llama).
 - d) Aumenta la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
 - e) Acaba de abrir el oxígeno según necesidades.
 - f) Verifica el manorreductor



Fuente INSHT:
NTP 494 INSHT

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR OXIGAS

Operaciones durante el soldeo

- Proyecciones de partículas, quemaduras e inhalación de gases tóxicos.
- Incendio y/o explosión por utilización incorrecta del soplete.
- Incendio y/o explosión por fugas o sobrecalentamientos incontrolados de las botellas de combustible.
- Exposición a radiaciones ultravioleta, infrarroja y visible procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura.
- Otros: golpes, caídas, choques, atrapamientos, etc. Por las características del lugar de trabajo y la manipulación de botellas.

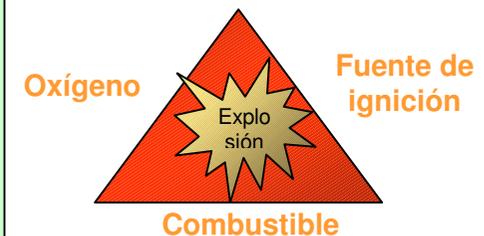
- Evita que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- Ten especial cuidado con la dirección de la llama del soplete.
- No mires a la llama con los ojos descubiertos, utiliza gafas de protección.
- En caso de producirse retorno de llama:
 - Cierra la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
 - Cierra la llave de paso del gas combustible y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
 - En ningún caso dobles las mangueras para interrumpir el paso del gas.

USO DE MANGUERAS:

- Evita el contacto de las mangueras con grasas y aceites, evitando el riesgo de explosión.
- Evita que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados o caigan sobre ellas chispas, procurando siempre que no formen bucles.
- No trabajes con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.

USO DEL SOPLETE

- No deposites los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- Dispón de un soporte en el que colocar el soplete durante las pequeñas paradas.
- Apaga el soplete cuando no se necesite inmediatamente.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y avisar para su reparación.
- Enfría el soplete excesivamente caliente introduciéndolo en agua.



PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR OXIGAS

Operaciones tras el soldeo

- Incendio y/o explosión.

- Revisa la zona de trabajo a fin de detectar posibles focos de incendio.
- Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella, comprueba que la botella no se calienta sola.

USO DE MANGUERAS:

- No dejes las mangueras enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- No estrangules nunca una manguera para cortar el paso de gas.
- Después de un retorno accidental de llama, desmonta las mangueras y comprueba que no han sufrido daños. En caso afirmativo sustituye por unas nuevas desechando las deterioradas.

USO DEL SOPLETE:

- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula del gas combustible y después la del oxígeno.
- No cuelgues nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- Limpia periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de la llama.
- Para limpiar las toberas puedes utilizar una aguja de latón.



Botas de Seguridad
EN 345



Guantes de soldador EN
420, EN 388, EN 407



Gafas de protección
Ocular EN 166 y EN 169



Delantal de soldadura

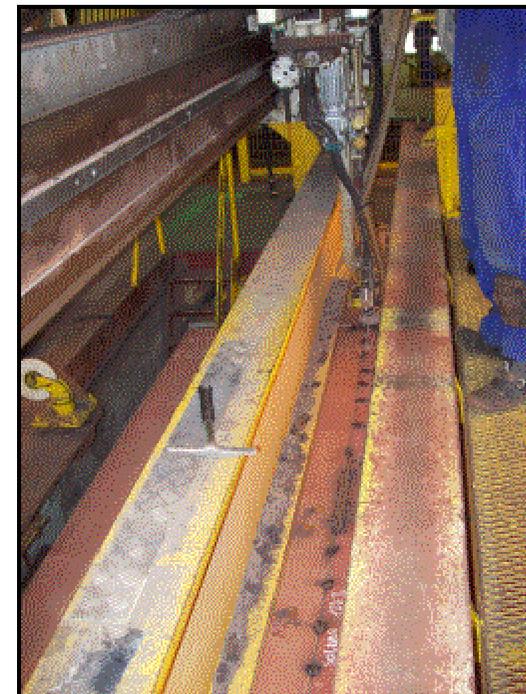


Mascarilla
EN 140

SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO

Consiste en hacer pasar la corriente eléctrica entre dos conductores, el electrodo y las piezas a soldar (también llamadas masa). El arco salta, por tanto, entre las piezas a unir y el electrodo metálico que, a su vez, actúa como metal de aportación. Las temperaturas que se alcanzan pueden superar los 3.500 °C, fundiéndose el metal del electrodo y depositándose sobre las piezas y los bordes de las piezas a unir. Se obtiene de esta forma un baño de metal fundido que al solidificar proporciona la unión entre las piezas. Los diferentes procedimientos utilizados vienen determinados por:

- ✓ Tipo de corriente (continua o alterna) y aparato que la produce (generador o convertidor).
- ✓ Tipo de electrodo (de grafito o metálico).
- ✓ Revestimiento del electrodo (con o sin revestimiento).
- ✓ Atmósfera que rodea al electrodo (CO₂, argón, helio, o mezclas de gases)



Soldadura al arco eléctrico

Electrodo de carbono
Arco doble de carbono
Electrodo de carbono en atmósfera inerte
Hidrógeno atómico
Electrodo metálico desnudo
Electrodo metálico revestido
Arco sumeraido
TIG
MIG
MAG
Soldadura de espárragos
Plasma

Soldadura al arco con electrodo de carbono: Es el procedimiento más sencillo y el primero utilizado por lo que prácticamente esta en desuso.

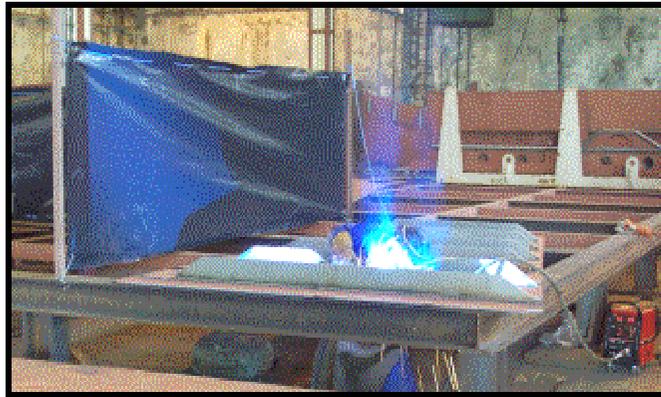
El arco eléctrico salta entre un electrodo de grafito y la pieza a soldar, en atmósfera reductora, con o sin metal de aportación.

También se consigue haciendo saltar el arco entre dos electrodos de grafito.

SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO

Soldadura al arco con electrodo metálico. En este caso el arco salta entre las piezas a unir y un electrodo metálico que a su vez actúa como metal de aportación. El electrodo utilizado puede ser sin recubrimiento (desnudo) o con recubrimiento (revestido), siendo este último el más utilizado. La misión del revestimiento es la de dar estabilidad al arco, favorecer el cebado, formar una escoria protectora del metal fundido, crear una pantalla de gases protectores y actuar como desoxidante pudiendo en ocasiones aportar elementos de aleación a la soldadura.

Soldadura por arco sumergido. En este procedimiento se utiliza un electrodo metálico continuo, sin ningún revestimiento, que desempeña el papel de conductor y de metal de aportación. El arco, la fusión, y la solidificación se encuentran protegidos por la escoria producida por una flux que precede al arco.



Soldadura TIG

Soldadura por arco con gas protector: se caracteriza porque el electrodo, el arco y el baño de soldadura se protegen de la atmósfera mediante un gas protector aportado en la zona de soldadura. Existen diferentes procedimientos según el tipo de electrodo (metálico o de wolframio) y de gas protector, inerte (argón, helio o sus mezclas) o activo (CO_2).

- **TIG (Tungsten-Inert-Gas).** Este procedimiento de soldadura utiliza un electrodo de Wolframio no consumible (WIG), y el gas protector es un gas inerte. Es apto para soldar aceros aleados y aleaciones ligeras y especiales.
- **MIG (Metal-Inert-Gas).** Este procedimiento de soldadura utiliza un electrodo metálico consumible y un gas inerte. Es adecuado para aceros aleados y no aleados, aluminio, cobre y sus aleaciones.
- **MAG (Metal-Activ-Gas).** Este procedimiento utiliza un electrodo metálico y un gas activo (CO_2 o mezclas de argón CO_2 - O_2). Se utiliza para soldar aceros no aleados o de baja aleación. La soldadura MIG y MAG, se las conoce como **soldadura semiautomática**.

Soldadura por Plasma: Utiliza los mismos principios de la soldadura TIG, por lo que se puede considerar como un desarrollo de ella. La densidad energética, así como las temperaturas alcanzadas en la soldadura por plasma, son mucho más elevadas que en el proceso TIG.

Soldadura de espárragos: Se utiliza un espárrago metálico como electrodo, sin aporte de material.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO

Operaciones previas al soldeo

- Los comunes al proceso de soldadura general:
- Incendio y/o explosión, e inhalación de humos y gases tóxicos.

- En caso de trabajar en un taller utiliza mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material ha de ser opaco o translúcido robusto. Debe estar a una distancia del suelo mínima de 50 cm para facilitar la ventilación.
- El banco para soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura. El taller de soldadura tendrá ventilación directa y constante.

Operaciones durante el soldeo

- Proyecciones de partículas a la cara y el cuerpo y quemaduras.
- Contacto eléctrico directo con el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento, con las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V); (ver contactos eléctricos).
- Contacto eléctrico indirecto con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión (ver contactos eléctricos).
- Exposición a radiaciones ultravioleta, infrarroja y visible producidas por el arco eléctrico.
- Inhalación de humos y gases tóxicos producidos por el arco eléctrico (óxidos de hierro, cromo, manganeso, cobre, óxidos de carbono, óxido de nitrógeno, etc).
- Otros: golpes, caídas, atrapamientos, choques, etc., producidas por la manipulación de los equipos de soldadura y según las características del lugar de trabajo.

- No mires directamente al arco voltaico.
- Utiliza la pantalla de mano o cabeza, que proteja los ojos, cara y cuello, dotada de ocular filtrante, cristal inactínico adecuado.
- No cebes el arco de soldadura cerca de personas que no estén dotadas de la protección visual adecuada.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO

Operaciones
tras el soldeo

- Los comunes al proceso de soldadura general:
- Incendio y/o explosión.



Botas de Seguridad
EN 345



Guantes de soldador EN
420, EN 388, EN 407



Gafas de protección
Ocular EN 166 y EN
169



Delantal de soldadura



Mascarilla
EN 140



Pantalla facial
EN 175

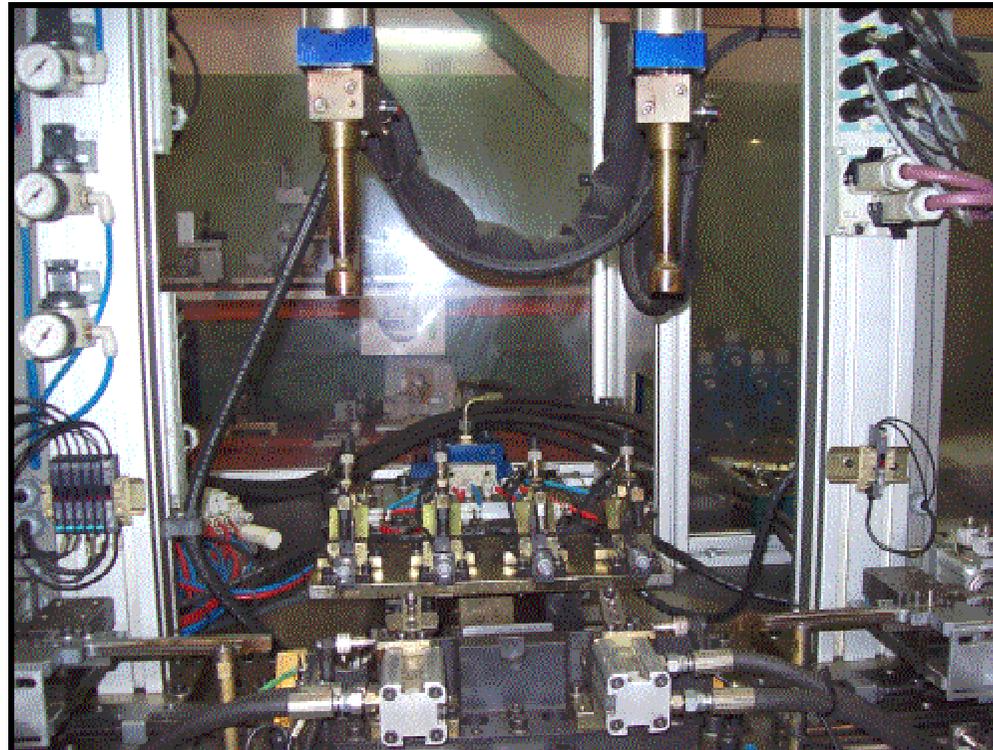
SOLDADURA POR RESISTENCIA

En los procesos de soldeo por resistencia eléctrica el calor se genera por medio de una **corriente eléctrica** de elevada intensidad que se hace circular con ayuda de **dos electrodos** durante un corto período de tiempo a través de la unión que se desea realizar. Los metales que forman la unión ofrecen una resistencia al paso de la corriente eléctrica, que será máxima en la intercara de las piezas en unión y, por lo tanto, donde se produce la máxima intensidad de calor.

Este proceso de soldeo, además, requiere aplicar una presión durante y después del paso de corriente para conseguir la unión de los dos metales.

Los principales procesos de soldeo por resistencia son:

- Soldadura por resistencia
- Por puntos
 - Por costuras
 - Por protuberancias
 - A tope



Equipo de soldadura eléctrica para soldar y puntear

SOLDADURA POR RESISTENCIA



Operario realizando soldadura por punteo

La más utilizada de todas ellas es la **soldadura por puntos**: es un método de soldadura útil en láminas metálicas, aplicable normalmente entre 0,5 y 3 mm de espesor, que se logra mediante calentamiento de una pequeña zona al hacer circular una corriente eléctrica

La **soldadura por costura** consiste en el enlace continuo de dos piezas de lámina traslapadas. La unión se produce por el calentamiento obtenido por la resistencia al paso de la corriente y la presión constante que se ejerce por dos electrodos circulares. Este proceso de soldadura es continuo.

La **soldadura por protuberancias** o por resaltes es un proceso similar al de puntos, sólo que en esta se producen varios puntos o protuberancias a la vez en cada ocasión que se genera el proceso. Los puntos están determinados por la posición de un conjunto de puntas que hacen contacto al mismo tiempo. Este tipo de soldadura se puede observar en la fabricación de mallas.

La **soldadura a tope** consiste en la unión de dos piezas que se colocan extremo con extremo con la misma sección, éstas se presionan cuando está pasando por ellas la corriente eléctrica, con lo que se genera calor en la superficie de contacto. Con la temperatura generada y la presión entre las dos piezas se logra la unión.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR RESISTENCIA

Operaciones previas al soldeo

- Los comunes al proceso de soldadura general:
- Incendio y/o explosión, e inhalación de humos y gases tóxicos.

Operaciones durante el soldeo

- Proyecciones de partículas a la cara y el cuerpo y quemaduras.
- Contacto eléctrico directo con el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento, con las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura (ver contactos eléctricos).
- Contacto eléctrico indirecto con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión (ver contactos eléctricos).
- Contacto térmico
- Inhalación de humos y gases tóxicos.
- Otros: golpes, caídas, atrapamientos, choques, etc., producidas por la manipulación de los equipos de soldadura y según las características del lugar de trabajo.

- Antes de comenzar el trabajo, comprueba que los equipos eléctricos y el instrumental, se encuentran en perfecto estado de uso.
- Dispón el soldador de resistencia en un soporte adecuado, orientando el electrodo en sentido contrario a donde se encuentra el operador.
- Mientras esté caliente el soldador, no lo dejes sobre la mesa de trabajo.
- Evita la inhalación de humos que se produzcan en la soldadura, especialmente cuando se utilicen resinas fuertes.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR RESISTENCIA

Operaciones
tras el soldeo

- Los comunes al proceso de soldadura general.
- Incendio y/o explosión.

- Al terminar los trabajos, no extraigas la clavija del enchufe tirando del cable, sino de la propia clavija.
- No guardes el soldador hasta que el electrodo esté a temperatura ambiente



Botas de Seguridad
EN 345



Guantes de soldador EN
420, EN 388, EN 407



Gafas de protección
Ocular EN 166 y EN 169



Delantal de soldadura



Mascarilla
EN 140

SOLDADURA POR PARTÍCULAS DE ALTA ENERGÍA, BAJO ELECTROSCORIA Y ALUMINOTÉRMICA

De entre los procesos de soldadura pendientes de tratar destacan los siguientes:

Por partículas de alta energía { Rayo de electrones
Rayo láser

Bajo electroscoria

Aluminotérmica

La **soldadura por rayos de electrones** es un proceso de soldadura en el cual la energía requerida para derretir el material es suministrada por un rayo de electrones. Para evitar la dispersión del rayo de electrones la pieza de trabajo es generalmente ubicada en una cámara de vacío, aunque se ha intentado también realizar soldadura por rayo de electrones bajo presión atmosférica.

Soldadura por rayo láser: consiste en hacer pasar un haz de láser entre las piezas a unir, el cual funde y une las piezas. Mediante espejos se focaliza toda la energía del láser en una zona muy reducida del material. Cuando se llega a la temperatura de fusión, se produce la ionización de la mezcla entre el material vaporizado y el gas protector.

Soldadura por electroscoria: Cuando comienza el proceso de soldadura, se crea un arco entre el electrodo y la pieza a soldar. Cuando el flux de soldadura que se coloca en la junta se funde, se produce un baño de escoria que aumenta en profundidad. Cuando la temperatura de la escoria y por tanto su conductividad aumentan, el arco se extingue y la corriente de soldadura es conducida mediante la escoria fundida, donde la energía necesaria se produce por resistencia. Se trata por tanto de una variante de la soldadura por resistencia a tope en vertical.

Soldadura aluminotérmica: es un procedimiento de soldadura utilizado en rieles de vías férreas. Se basa en el proceso, fuertemente exotérmico, de reducción del óxido de hierro por el aluminio; consiste en calentar en un crisol Polvo de aluminio y un óxido metálico (hierro, cobre, etc) y este material fundido se vierte en la cavidad a soldar, en un molde de arena. Se utiliza en la reparación de piezas fundición o forja.

PROCEDIMIENTOS SEGUROS DE TRABAJO PARA LA SOLDADURA POR PARTÍCULAS DE ALTA ENERGÍA

Operaciones durante el soldeo

- Radiación infrarroja y ultravioleta por reflejo de la luz láser con la pieza de trabajo, produciendo quemaduras en la piel y en los ojos.
- Incendio y/o explosiones producidas por el choque del haz de luz contra materiales inflamables.
- Humos y nieblas: producidos por la vaporización de los metales a soldar.
- Riesgos por contactos eléctricos.
- Lesiones en manos y ojos.

- Aleja las sustancias inflamables del lugar de trabajo.
- Protege y cubre el elemento que sea inflamable en el entorno del área de trabajo.
- Dispón de la ventilación y extracción localizada necesaria.
- Comprueba que los equipos y robots cumplen con la normativa.
- Lee, comprende y sigue el manual de instrucciones entregado por el fabricante.
- Utiliza equipos de protección individual.

SOLDADURA SIN FUSIÓN

Sin fusión {
Forja
Presión en caliente
Presión en frío
Fricción
Exnlosión
Por inducción
Por alta frecuencia
Por ultrasonido

La **soldadura de forja**: En el forjado se calienta las piezas de metal que se van a unir en una fragua. Mientras se calienta, se las mantiene en reposo sobre una capa gruesa de coque y se mantienen lo más limpias que sea posibles. Hay que calentar las piezas con uniformidad hasta la temperatura correcta. Después, se les coloca en la posición deseada y se les martilla para unir las. Los metales se unen por la presión del martilleo.

La **soldadura por presión en caliente**: El procedimiento de soldadura por presión original es el de soldadura de fragua, practicado durante siglos por herreros y artesanos. Los metales se calientan en un horno y se unen a golpes de martillo. Esta técnica se utiliza cada vez menos en la industria moderna.

La **soldadura por presión en frío**: se aplica presión a las piezas a través de dados o rodillos. Como interviene la deformación plástica es necesario que al menos una, pero preferentemente ambas, sean dúctiles.

La **soldadura por fricción (SFW)**: un cilindro de sección plana y un rotor perfilado, son suavemente aproximados a las áreas a juntar las cuales son enfrentadas de tope. Puede ser implementado en la unión de laminas de metal (principalmente para aluminio y planchas sin usar material de aporte) sin llegar a su punto de fusión.

SOLDADURA SIN FUSIÓN

La **soldadura por explosión (EXW)**: Se basa en la detonación de una carga explosiva colocada adecuadamente y que obliga a uno de los metales que se desean soldar a precipitarse aceleradamente sobre otro. Entre las aplicaciones de esta soldadura están la calderería, para la fabricación de recipientes a presión, y la industria eléctrica, para la fabricación de juntas de transición donde entran en juego materiales difícilmente soldables entre si como el aluminio y el cobre.

La **soldadura por inducción**: se produce al aprovechar el calor generado por la resistencia al flujo de la corriente eléctrica inducida que se tiene en las piezas a unir. Por lo regular esta soldadura se logra también con presión. Consiste en la conexión de una bobina a los metales que se desea unir, y debido a que en la unión de los metales se tiene una resistencia mayor al paso de la corriente inducida, es en esa parte donde se genera el calor, lo que con presión genera la unión de las dos piezas.

Soldadura por alta frecuencia: es el proceso de fusionar materiales aplicando energía de alta frecuencia al área que se desea unir. La energía produce un calentamiento localizado de los materiales, provocando su reblandecimiento y fundición, y de esta manera las moléculas se entremezclan. Después de un periodo de enfriamiento, los materiales se encuentran unidos en la zona de la soldadura. Se utiliza en materiales plásticos, PVC o poliuretano.

Soldadura por ultrasonido: Las superficies de unión de las partes prensadas una sobre otra se calientan suficientemente, principalmente sin material de adición de soldadura por oscilaciones mecánicas en la zona de ultrasonido.

SOLDADURA FUERTE Y SOLDADURA BANDA

Como se comentó al principio del presente manual, existen distintos tipos de clasificaciones de los procesos de soldadura. En concreto, estamos viendo los procesos en función de la temperatura alcanzada y de la existencia o no de fase líquida en el proceso.

Por esta razón, los procesos descritos a continuación, ya han sido tratados desde el punto de vista de la soldadura por fusión y la soldadura sin fusión, por lo que los riesgos son los mismos.

Soldadura blanda: Es la unión de dos piezas de metal por medio de otro metal llamado de aporte, éste se aplica entre ellas en estado líquido. La temperatura de fusión de estos metales no es superior a los 430°C. En este proceso se produce una aleación entre los metales y con ello se logra una adherencia que genera la unión. En los metales de aporte por lo regular se utilizan aleaciones de plomo y estaño los que funden entre los 180 y 370°C. Este tipo de soldadura es utilizado para la unión de piezas que no estarán sometidas a grandes cargas o fuerzas. Una de sus principales aplicaciones es la unión de elementos a circuitos eléctricos. Por lo regular el metal de aporte se funde por medio de un caudín y fluye por capilaridad.



Soldando con metal de aporte

SOLDADURA FUERTE Y SOLDADURA BLANDA

Soldadura fuerte: En esta soldadura se aplica también metal de aporte en estado líquido, pero este metal, por lo regular no ferroso, tiene su punto de fusión superior a los 430 °C y menor que la temperatura de fusión del metal base. Por lo regular se requiere de fundentes especiales para remover los óxidos de las superficies a unir y aumentar la fluidez al metal de aporte. Algunos de los metales de aporte son aleaciones de cobre, aluminio o plata. A continuación se presentan algunos de los más utilizados para las soldaduras denominadas como fuertes:

- Cobre. Su punto de fusión es de 1083°C.
- Bronces y latones con punto de fusión entre los 870 y 1100°C.
- Aleaciones de plata con temperaturas de fusión entre 630 y 845°C.
- Aleaciones de aluminio con temperatura de fusión entre 570 y 640°C

En función del metal de aporte se tiene:

Inmersión. El metal de aporte previamente fundido se introduce entre las dos piezas que se van a unir, cuando este se solidifica las piezas quedan unidas.

Horno. El metal de aporte en estado sólido, se pone entre las piezas a unir, estas son calentadas en un horno de gas o eléctrico, para que con la temperatura se derrita al metal de aporte y se genere la unión al enfriarse.

Soplete. El calor se aplica con un soplete de manera local en las partes del metal a unir, el metal de aporte en forma de alambre se derrite en la junta. Los sopletes pueden funcionar con los siguientes comburentes: aire inyectado a presión (soplete de plomero), aire de la atmósfera (mechero Bunsen), oxígeno o aire almacenado a presión en un tanque. Los combustibles pueden ser: alcohol, gasolina blanca, metano, propano-butano, hidrógeno o acetileno.

Electricidad. La temperatura de las partes a unir y del metal de aporte se puede lograr por medio de resistencia a la corriente, por inducción o por arco, en los tres métodos el calentamiento se da por el paso de la corriente entre las piezas metálicas a unir.



PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: CONTACTO ELÉCTRICO

Contactos eléctricos

- Revisa el estado de aislamiento de los cables de alimentación y su conexión a la red.
- No uses clavijas de conexión provisionales o de fabricación propia.
- Revisa y desenrolla los cables para comprobar que su aislamiento no está dañado antes de iniciar la soldadura. Reemplaza los cables con algún tipo de ligadura a menos de tres metros del portaelectrodo.
- Dispón de un limitador de tensión de vacío a 24 voltios como máximo en el circuito de soldadura.
- Comprueba que el grupo de soldadura está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
- La instalación de las tomas de la puesta a tierra debe hacerse según las instrucciones del fabricante.
- No unas la toma de tierra cadenas, cables de un montacargas o tornos. Tampoco unas las unas a tuberías de gas, líquidos inflamables o conducciones que contengan cables eléctricos.
- Los cables de pinza deben tener aislamiento y sección adecuada. Evita su roce y consecuente deterioro.
- Si es necesario empalmar cables, usa conectores bien aislados.
- Comprueba que los cables de pinza y masa hacen buen contacto en las conexiones, apretando las tuercas de sujeción.
- Escoge el electrodo adecuado al cordón a ejecutar en la soldadura por arco eléctrico y la pinza portaelectrodos que corresponda al electrodo elegido. La pinza ha de tener un mango aislante e ignífugo y sujetar fuertemente el electrodo.
- Evita que el puesto de soldadura esté sobre zonas húmedas y en su caso sécalo adecuadamente antes de iniciar los trabajos. En caso de suelos húmedos, deben usarse alfombras o banquetas aislantes.
- En zonas muy conductoras (húmedas), no realices soldaduras con tensiones superiores a 50 V.
- No se realizarán operaciones de soldadura, en condiciones normales con tensiones superiores a 100 V, si los equipos están alimentados por corriente continua.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: CONTACTO ELÉCTRICO

Contactos eléctricos

- Protege los cables del circuito de soldadura contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.
- No sometas los cables a corrientes por encima de su capacidad nominal.
- No te enrolles los cables al cuerpo.
- Nunca desplaces el grupo de soldadura tirando de los cables de pinza y masa.
- Dispón de apoyos aislantes para dejar sobre ellos la pinza portaelectrodos, bajo tensión, en las pausas de soldadura.
- Evita el contacto del electrodo con la piel. No sustituyas los electrodos con las manos desnudas ni con guantes mojados.
- No acciones el conmutador de polaridad mientras el puesto de soldadura esté trabajando; corta la corriente previamente antes de cambiar la polaridad.

- Desconecta el grupo una vez finalizada la soldadura o durante largas pausas.
- No enfrías los porta electrodos sumergiéndolos en agua.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: INCENDIO

Para que se origine un incendio es necesario que se den conjuntamente los siguientes elementos:

- **Combustible.** Puede ser cualquier material combustible sólido, líquido o gaseoso.
- **Comburente.** Generalmente el oxígeno del aire.
- **Calor.** Proporciona la energía necesaria para que se inicie la ignición.
- **Reacción.** Cuando el combustible, el oxígeno y el calor se combinan en cantidades correctas y bajo condiciones apropiadas, se produce una reacción química en cadena que origina el fuego.

Estos cuatro factores constituyen el llamado “triángulo de fuego” en el que se representan, por tanto, los condicionantes que deben darse de manera conjunta para que un fuego se inicie.



A la combinación de estos tres factores se les puede añadir un cuarto factor la “reacción en cadena” que tiene lugar en la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible, constituyendo el llamado “tetraedro de fuego”.

Si dicha combinación de factores se produce con la suficiente intensidad, el incendio se inicia, pudiendo propagarse si no se extingue con la antelación necesaria. Para eliminar o reducir la propagación y las consecuencias de un incendio se emplean **medidas de protección**: medios de detección y alarma; medios portátiles de extinción; instalaciones fijas de extinción; protección estructural y vías y planes de evacuación.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: INCENDIO

Incendio

Para evitar el inicio y propagación del fuego:

- Retira todos los materiales comburentes que puedas de la zona de trabajo. Mantén las áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Asegúrate de que funcionan los sistemas de detección y alarmas de incendio.
- Provee la zona de trabajo de equipos de extinción en caso de que no los haya.
- Asegúrate de conocer las vías de evacuación y tenerlas despejadas en todo momento

Actuaciones sobre el combustible:

- Sustituye o diluye el combustible para reducir su peligrosidad
- Limpia derrames y restos de combustible, con materiales absorbente neutralizante.
- Almacena los materiales combustibles en lugares aislados y protegidos, guardándolos en recipientes seguros y herméticamente cerrados.
- No accedas a zonas en las que existan atmósferas explosivas sin tener un permiso de trabajo seguro firmado.
- Aplica un tratamiento o recubrimiento ignífugo de elementos estructurales o decorativos.
- Señaliza de forma adecuada recipientes y conducciones.

Actuaciones sobre el comburente:

- Inertiza con nitrógeno o llenando con agua los recipientes o conducciones que hayan contenido un líquido inflamable, que debas soldar.
- Ventila la zona de trabajo.

Actuaciones sobre los focos de ignición:

- Separa el área en la que se realizan las operaciones de soldadura del resto de puesto de trabajo con mamparas, cortinas ignífugas, etc.
- No fumes en las zonas de trabajo.
- Controla la ubicación de las instalaciones generadoras de calor, soldando lejos de ellas.
- Usa herramientas antichispas.
- No sobrecargues los enchufes.
- No uses equipos con los cables pelados o dañados, sustitúyelos.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: INCENDIO

Incendio

- Utiliza los equipos de extinción de incendios (mantas ignífugas, extintores, etc)
- Utiliza los pulsadores de alarma, avisando al resto de trabajadores para iniciar la evacuación según el plan de emergencia.
- Avisa a los bomberos
- Reúnte en el punto de encuentro, comprobando y contando al personal

En el uso de extintores

- Descuelga el extintor por la maneta o asa fija, dejándolo en el suelo en posición vertical.
- Comprueba en caso de que exista válvula o disco de seguridad que están en posición sin peligro de proyección de fluido hacia el usuario.
- Presiona la palanca de la cabeza del extintor y, en caso de que exista, aprieta la palanca de la boquilla realizando una pequeña descarga de comprobación.
- Dirige el chorro a la base de las llamas con movimiento de barrido. En caso de incendio de líquidos proyecta superficialmente el agente extintor efectuando un barrido, evitando que la propia presión de impulsión provoque derrame del líquido incendiado.
- Aproxímate lentamente al fuego hasta un máximo aproximado de un metro.
- No des la espalda al fuego.

- Asegúrate de que se investigan las causas del incendio
- Colabora en la investigación, facilitando toda la información posible.
- Asegúrate de que se repongan los equipos de extinción utilizados

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: SOLDADURA EN ESPACIOS CONFINADOS

Un recinto **confinado** es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente de oxígeno y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador. También se considera un recinto confinado a cualquier lugar de trabajo donde puede haber una atmósfera con exceso o falta de oxígeno debido a los trabajos que ahí se realizan, debido a reacciones químicas procedentes de materiales o residuos, o bien a causa de humos o gases procedentes de zonas próximas. Además se pueden añadir otros problemas como la falta de espacio, incomodidad de posturas, iluminación limitada, manipulación de cargas, etc.

Operaciones previas a la entrada en espacios confinados

- Los comunes al proceso de soldadura general:
Incendio y/o explosión, e inhalación de humos y gases tóxicos.
- Fatiga, coordinación muscular dificultosa, inconsciencia, asfixia: debido a concentraciones bajas en oxígeno, Desplazamiento del oxígeno por otros gases, herrumbre, corrosión, fermentación etc
- Dolor de cabeza, malestar, intoxicaciones: debido a atmósferas ricas en gases tóxicos (CO, H₂S, SO₂, NH₃, HCN, Hidrocarburos Aromáticos).

- Antes de entrar a trabajar en espacios confinados potencialmente peligrosos se debe investigar y medir el tipo y cantidad de gases potencialmente peligrosos, temperatura del recinto, inexistencia de sustancias inflamables, tóxicas o corrosivas.
- Evitar riesgos que puedan venir de zonas o sistemas adyacentes, cerrando válvulas, parando equipos, cortando el fluido eléctrico.
- Retira los productos químicos peligrosos, dejando abierta la entrada hasta conseguir una ventilación suficiente, o forzar mecánicamente la salida de gases antes de entrar al espacio confinado.
- Asegúrate de disponer de arneses, líneas de seguridad y señalización para la evacuación de emergencia.
- Dispón de equipos de respiración autónoma y de reanimación.
- Dispón de la correspondiente Autorización de Trabajo cumplimentada.
- Aisla el espacio confinado frente al suministro energético intempestivo y frente al suministro energético intempestivo.
- Asegúrate de mantener una adecuada ventilación del espacio confinado, aportando un caudal de aire adecuado en función del tamaño del espacio, tubos de aspiración, extracción localizada o insuflado de aire en caso necesario.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: SOLDADURA EN ESPACIOS CONFINADOS

Operaciones durante el soldeo
en espacios confinados

- Las propias del proceso general de soldadura.
- Fuego o explosión debido a concentraciones de oxígeno en la atmósfera por encima de 23,5 % (atmósferas enriquecidas de oxígeno) debidas a perdidas en mangueras o válvulas. Y atmósferas ricas en gases combustibles.
- Aprisionamiento: Desplazamientos de materiales sólidos contenidos dentro del espacio confinado.
- Caídas: Iluminación inadecuada., Caminar inseguramente, Superficies resbaladizas.
- Riesgos postulares: Espacios limitados.

- El personal debe estar capacitado para la realización de los trabajos en espacios confinados: con buena salud y aptitudes físicas, mentales y sensoriales confiables. Si es necesario deberán recibir entrenamiento por personal calificado.
- El personal debe saber reconocer los espacios confinados, los peligros que allí pueden encerrarse, cómo controlarlos o eliminarlos, cómo usar los elementos de protección personal, cómo actuar frente a emergencias, tener los permisos de ingresos a espacios confinados, haber realizado prácticas de primeros auxilios y RCP, formas de bloqueos mecánicos, eléctricos, señalización y prevención y combates de incendios, etc.
- El acceso al interior se efectuará con vigilancia continuada del exterior. Se emplearán medios de acceso que faciliten la entrada y salida.

Operaciones
tras el soldeo

- Incendio y/o explosión.



Trabajo en espacios confinados

- Revisa la zona de trabajo a fin de detectar posibles focos de incendio.

PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO: SOLDADURA EN ALTURA

En las empresas del sector de la Soldadura y Tecnologías de la Unión es muy común que se realicen trabajos de soldadura en altura. Son considerados trabajos en altura cualquier actividad que se realice en alturas superiores a 2 metros respecto al nivel del suelo, por ejemplo trabajos en torres, mástiles, postes, proximidad de huecos, plataformas elevadas, etc. Como consecuencia de la actividad de trabajo en altura, unidos a los riesgos propios de la soldadura, el riesgo más frecuente es de caídas a distinto nivel, golpes por caídas de objetos desprendidos, cortes y heridas en manos y sobreesfuerzos.

Operaciones
previas

Asegúrate de lo siguiente antes de comenzar a soldar en altura

- Dispón de las protecciones colectivas necesarias: Redes de seguridad, barandillas, telas metálicas de protección, cables guía de sujeción y mamparas de protección
- Dispón de las protecciones individuales necesarias: como cinturones de seguridad de suspensión
- Para el acceso a cubiertas con escaleras de más de 7 metros, utiliza dispositivos anticaída con elementos deslizantes rodantes
- Para trabajos sobre las cubiertas, se deben utilizar dispositivos anticaída con enrollador o con contrapeso
- Las líneas de vida o arneses anticaída, deben estar homologados: asegúrate de su buen estado
- Verifica diariamente los equipos de trabajo
- La zona perimetral de la vertical de donde se vayan a realizar los trabajos, debe delimitarse convenientemente

Operaciones
durante

- Durante la realización de los trabajos no debe haber nadie bajo la vertical
- Utiliza los equipos de protección individual
- Las herramientas de trabajo se deben llevar en cinturones sujetos al cuerpo
- Realiza descansos periódicos



Soldadura en altura

EJECUCIÓN TÉCNICA



PROMOCIÓN



FINANCIACIÓN



**FUNDACIÓN
PARA LA
PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES**