
Soldadura



Imma Mengual

Fundamentos de las Técnicas Escultóricas
Grado en Bellas Artes [mención AAPP]
Facultad de Bellas Artes de Altea [UMH]

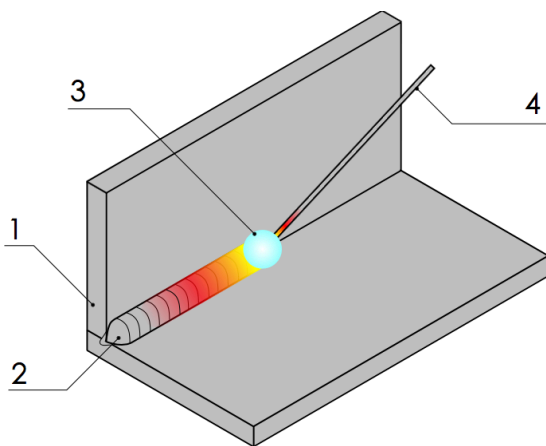
DEFINICIÓN

Soldar. (Del lat. solidāre, consolidar, afirmar).

1. tr. Pegar y unir sólidamente dos cosas, o dos partes de una misma cosa, de ordinario con alguna sustancia igual o semejante a ellas.

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA TÉCNICA

La historia de la unión de metales se remonta a varios milenios, con los primeros ejemplos de soldadura desde la edad de bronce y la edad de hierro en Europa y el Oriente Medio. En la Edad Media es tal vez en donde se empiezan a conocer estos procesos como tal, es aquí en donde se producen los primeros avances en la soldadura de fragua, con la que los herreros repetidamente golpeaban y calentaban el metal hasta que a través de este proceso se obtenía “unir” los metales, sería el primer proceso de “soldadura manual” que se conoce, puesto que al estar calientes las dos partes de los metales estos al ser golpeados en este estado se fundían unos con otros que tras su enfriamiento quedaban soldados en uno solo, ocurría la unión.



Principio general de la soldadura:

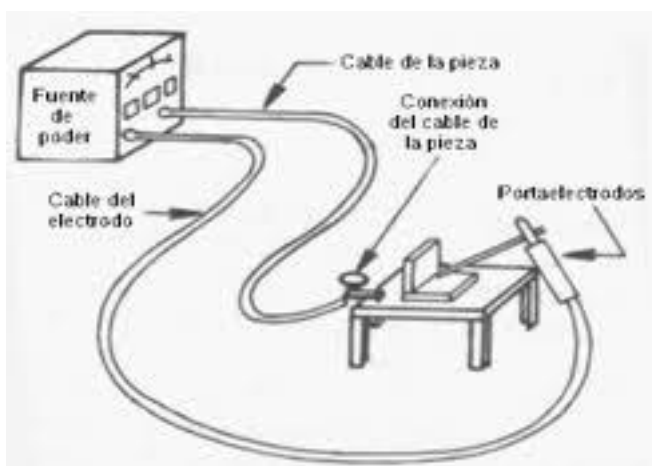
- 1. Metal de base.
- 2. Cordón de soldadura.
- 3. Fuente de energía.
- 4. Metal de aportación.

Es a partir de 1540, de mano de Vannoccio Biringuccio, a través del escrito “De la pirotechnia”, en donde se describen los procesos de la época incluyendo las distintas y variadas operaciones de forjado, así como las innumerables cualidades de los artesanos del Renacimiento caracterizados porque eran muy habilidosos en el proceso, por lo que la propia industria fue creciendo en evolución durante los siglos siguientes.

A partir del siglo XIX estos procesos siguen manteniendo las etapas y pasos, siendo en 1800, por la mano de Sir Humphry Davy, en donde se transforma la técnica por el descubrimiento del arco eléctrico. A partir de aquí los avances en la soldadura continuaron hasta que alrededor de 1900 en Gran Bretaña, el inventor A. P. Strohmenger lanzó un electrodo de metal recubierto que dio un arco más estable que los anteriores. Pocos años después en 1919, se inventó la corriente alterna por C. J. Holslag, que a los pocos años (1930-1931) se fue haciendo popular entre estos procesos siendo una aproximación de lo que conocemos hoy.

Existen varios tipos de soldadura, ya sea por resistencia, por gas, etc; con miles de patentes que actualizaban los procesos y determinaban que las técnicas fueran mejoradas, sin embargo una de las que mejor se han mantenido a lo largo de esos años hasta nuestros días ha sido la soldadura manual por electrodo, en la medida que continuaron siendo desarrolladas las cubiertas de metal para el electrodo (conocidas como fundente), que estabilizan el arco y blindaban el material base de las impurezas.

La Primera Guerra Mundial fue tal vez un momento en la historia de la soldadura en donde mayor auge y protagonismo tomó la técnica causando un repunte importante en el uso de los procesos, ya que las diferentes fuerzas militares dedicaron miles de estudios procurando determinar cuáles de los varios procesos nuevos de soldadura serían los mejores. Tanto los británicos como los estadounidenses, usaron primariamente la soldadura por arco, para reparar y construir aviones y naves militares reconociendo los beneficios de la soldadura de arco. Durante los años 20, importantes avances fueron

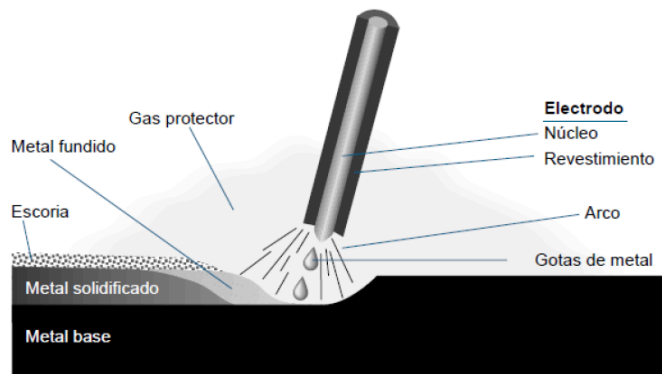


hechos en la tecnología de la soldadura, incluyendo la introducción de la soldadura automática, en la que el alambre del electrodo era alimentado continuamente. Durante la siguiente década, posteriores avances permitieron la soldadura de metales reactivos como el aluminio y el magnesio. Esto, conjuntamente con desarrollos en la soldadura automática, la corriente alterna, y los fundentes alimentaron una importante extensión de la soldadura de arco durante los años 1930 y entonces durante la Segunda Guerra Mundial.

Después de las guerras, fueron desarrolladas varias técnicas modernas de soldadura, incluyendo métodos manuales como la Soldadura manual de metal por arco, ahora uno de los más populares métodos de soldadura, así como procesos semiautomáticos y automáticos tales como Soldadura GMAW, soldadura de arco sumergido, soldadura de arco con núcleo de fundente y soldadura por electroescoria. Los progresos continuaron con la invención de la soldadura por rayo láser y la soldadura con rayo de electrones a mediados del siglo XX. Hoy en día, la ciencia continúa avanzando. La soldadura robotizada está llegando a ser más corriente en las instalaciones industriales, y los investigadores continúan desarrollando nuevos métodos de soldadura y ganando mayor comprensión de la calidad y las propiedades de la soldadura.

TIPOS DE PROCESO

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y pudiendo agregar un material de relleno fundido (metal o plástico), para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fija.



A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda (en inglés soldering) y la soldadura fuerte (en inglés brazing), que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo.

Son muchas las fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido; y la energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico (La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente).

Mientras que con frecuencia es un proceso industrial, la soldadura puede ser hecha en muchos ambientes diferentes, incluyendo al aire libre, debajo del agua y en el espacio. Sin importar la localización, sin embargo, la soldadura sigue siendo un proceso que no deja de tener ciertas consideraciones en cuanto a normas de seguridad, y se deben tomar precauciones para evitar quemaduras, descarga eléctrica, humos venenosos, y la sobreexposición a la luz ultravioleta, todos ellos controlados sin que puedan causar ningún tipo de agresión al usuario si se siguen las recomendaciones pertinente para ello.

SOLDADURA POR ARCO MANUAL CON ELECTRODOS REVESTIDOS

La característica más importante de la soldadura con electrodos revestidos, en inglés Shield Metal Arc Welding (SMAW) o Manual Metal Arc Welding (MMAW), es que el arco eléctrico se produce entre la



pieza y un electrodo metálico recubierto. El recubrimiento protege el interior del electrodo hasta el momento de la fusión. Con el calor del arco, el extremo del electrodo funde y se quema el recubrimiento, de modo que se obtiene la atmósfera adecuada para que se produzca la transferencia de metal fundido desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el material base. El flujo de metal fundido cae recubierto de escoria fundida

procedente de la fusión del recubrimiento del arco, esta escoria flota en la superficie y forma, por encima del cordón de soldadura, una capa protectora del metal fundido. Como son los propios electrodos los que aportan el flujo de metal fundido, será necesario reponerlos cuando se desgasten.

Los electrodos están compuestos de dos piezas: el alma y el revestimiento. El alma o varilla es alambre (de diámetro original 5,5 mm) que se comercializa en rollos continuos. Tras obtener el material, el fabricante lo decapa mecánicamente (a fin de eliminar el óxido y aumentar la pureza) y



posteriormente lo trefila para reducir su diámetro. El revestimiento se produce mediante la combinación de una gran variedad de elementos (minerales varios, celulosa, mármol, aleaciones, etc.) convenientemente seleccionados y probados por los fabricantes, que mantienen el proceso, cantidades y dosificaciones en riguroso secreto. La composición y clasificación de cada tipo de electrodo está regulada por AWS (American Welding Society), organismo de referencia mundial en el ámbito de la soldadura.

Este tipo de soldaduras pueden ser efectuados bajo corriente tanto continua como alterna. En corriente continua el arco es más estable y fácil de encender y las salpicaduras son poco frecuentes. El factor principal que hace de este proceso de soldadura un método tan útil es su simplicidad y, por tanto, su bajo precio. A pesar de la gran variedad de procesos de soldadura disponibles, la soldadura con electrodo revestido no ha sido desplazada del mercado. La sencillez hace de ella un procedimiento práctico; todo lo que necesita un soldador para trabajar es una fuente de alimentación, cables, un portaelectrodo o y electrodos. El soldador no tiene que estar junto a la fuente y no hay necesidad de utilizar gases comprimidos como protección. El procedimiento es excelente para trabajos, reparación, fabricación y construcción. Además, este tipo de soldadura es muy versátil ya que su campo de aplicaciones es enorme: casi todos los trabajos de pequeña y mediana soldadura de taller se efectúan con electrodo revestido; se puede soldar metal de casi cualquier espesor y se pueden hacer uniones de cualquier tipo.

Sin embargo, el procedimiento de soldadura con electrodo revestido no se presta para su automatización o semiautomatización; su aplicación es esencialmente manual. La longitud de los electrodos es relativamente corta: de 230 a 700 mm. Por tanto, es un proceso principalmente para soldadura a pequeña escala. El soldador tiene que interrumpir el trabajo a intervalos regulares para cambiar el electrodo y debe limpiar el punto de inicio antes de empezar a usar electrodo nuevo. Sin embargo, aun con todo este tiempo sin actividad y de preparación, un soldador eficiente puede ser muy productivo.

SEGURIDAD Y NORMAS EN SOLDADURA AL ARCO

Cualquier proceso que atienda a maquinaria sin las precauciones apropiadas puede ser una práctica peligrosa y dañina para la salud, incluyendo en ello la soldadura. Sin embargo, con el uso de la nueva tecnología y la protección apropiada, los riesgos de lesión asociados a la soldadura pueden ser prácticamente eliminados.



El riesgo de quemaduras o electrocución es significativo debido a que muchos procedimientos comunes de soldadura implican un arco eléctrico o flama abiertos. Para prevenirlas, las personas que sueldan deben utilizar ropa de protección, como calzado homologado, guantes de cuero gruesos y chaquetas protectoras de mangas largas para evitar la exposición a las chispas, el calor y las posibles llamas.

Además, la exposición al brillo del área de la soldadura puede producir una lesión llamada ojo de arco (queratitis) por efecto de la luz ultravioleta que inflama la córnea y puede quemar las retinas. Esto se evita sencillamente con la utilización de gafas protectoras o los cascos y caretas de soldar con filtros de cristal oscuro especial, denominados cristales inactínicos, que se usan para prevenir esta exposición y evitando la radiación nociva, siendo de este modo totalmente segura la actividad; además existen caretas automáticas, en las que al empezar a soldar se activa la protección y cuando se deja de soldar se quita la misma para poder ver en el proceso sin problemas de seguridad, en estos modelos de cascos el filtro de cristal es transparente y permite ver el área de trabajo cuando no hay radiación UV, pero se auto-oscorece en cuanto esta se produce al iniciarse la soldadura.

Para proteger a los espectadores, la ley de seguridad en el trabajo exige que se utilicen mamparas o cortinas translúcidas que rodeen el área de soldadura. Estas cortinas, hechas de una película plástica de cloruro de polivinilo, protegen a los trabajadores cercanos de la exposición a la luz UV del arco eléctrico, pero no deben ser usadas para reemplazar el filtro de cristal usado en los cascos y caretas del soldador. Por lo que el proceso es totalmente seguro y no implica ningún tipo de riesgo para la salud siempre y cuando se atienda a lo anterior.

Otros efectos que se determinan, es que los soldadores también se exponen a la inhalación de los gases peligrosos y a partículas finas suspendidas en el aire. Los procesos como la soldadura por arco producen humo que contiene partículas de varios tipos de óxidos, que en algunos casos pueden producir cuadros médicos como el llamado fiebre del vapor metálico. El tamaño de las partículas en cuestión influye en la toxicidad de los vapores, pues las partículas más pequeñas presentan un peligro

mayor. Además, muchos procesos producen vapores y varios gases, comúnmente dióxido de carbono, ozono y metales pesados, que pueden ser peligrosos sin la ventilación y la protección apropiados. Para este tipo de trabajos, se suele llevar mascarilla para partículas, o bien mascarilla para soldadura y se deben utilizar los correspondientes extractores de humos independientes para la zona de trabajo, con lo que se evitará la sobre exposición a los gases y partículas posibles.



Protección de la vista

La protección de la vista es un asunto tan importante que merece consideración aparte. El arco eléctrico que se utiliza como fuente calórica y cuya temperatura alcanza sobre los 4.000° C, desprende radiaciones visibles y no visibles. Dentro de estas últimas, tenemos aquellas de efecto más nocivo como son los rayos ultravioletas e infrarrojos. El tipo de quemadura que el arco produce en los ojos no es permanente, aunque sí es extremadamente dolorosa. Su efecto es como “tener arena caliente en los ojos”. Para evitarla, debe utilizarse un lente protector (vidrio inactínico) que ajuste bien y, delante de éste, para su protección, siempre hay que mantener una cubierta de vidrio transparente, la que debe ser sustituida inmediatamente en caso de deteriorarse. A fin de asegurar una completa protección, el lente protector debe poseer la densidad adecuada al proceso e intensidad de corriente utilizada. La siguiente tabla le ayudará a seleccionar el lente adecuado:

Influencia de los rayos sobre el ojo humano:

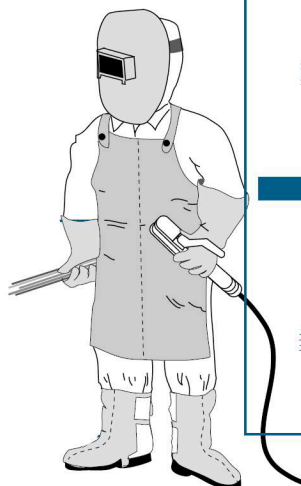
Cuando se realiza una soldadura al arco durante la cual ciertas partes conductoras de energía eléctrica están al descubierto, el operador tiene que observar con especial cuidado las reglas de seguridad, a fin de contar con la máxima protección personal y también proteger a las otras personas que trabajan a su alrededor.

En la mayor parte de los casos, la seguridad es una cuestión de sentido común. Los accidentes pueden evitarse si se cumplen las siguientes reglas:

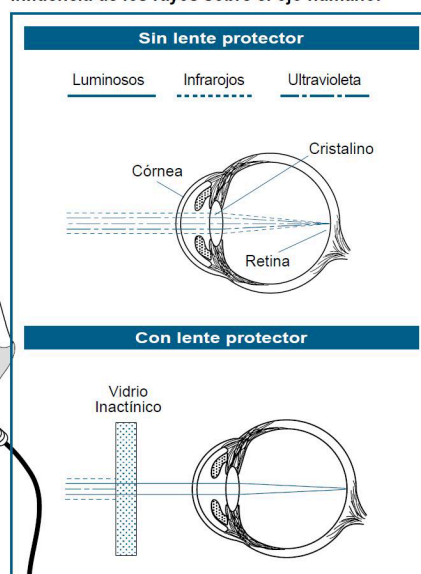
Protección Personal

Siempre utilice todo el equipo de protección necesario para el tipo de soldadura a realizar. El equipo consiste en:

1. **Máscara de soldar**, protege los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtros inactínicos de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas.
2. **Guantes de cuero**, tipo mosquetero con costura interna, para proteger las manos y muñecas.
3. **Coletos o delantal de cuero**, para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.



Influencia de los rayos sobre el ojo humano:

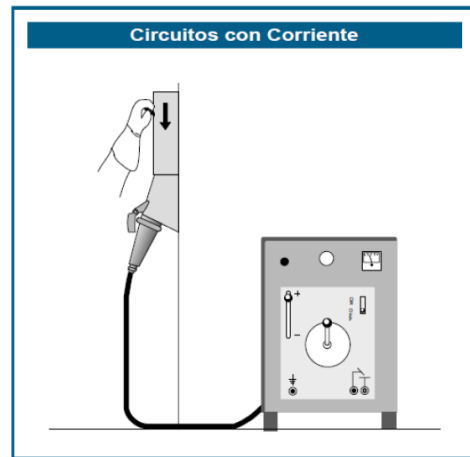


4. **Polainas y casaca de cuero**, cuando es necesario hacer soldadura en posiciones verticales y sobre cabeza, deben usarse estos aditamentos, para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.
5. **Zapatos de seguridad**, que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.
6. **Gorro**, protege el cabello y el cuero cabelludo, especialmente cuando se hace soldadura en posiciones.

IMPORTANTE: Evite tener en los bolsillos todo material inflamable como fósforos, encendedores o papel celofán. No use ropa de material sintético, use ropa de algodón.

Seguridad al usar una máquina soldadora

Antes de usar la máquina de soldar al arco debe guardarse ciertas precauciones, conocer su operación y manejo, como también los accesorios y herramientas adecuadas. Para ejecutar el trabajo con facilidad y seguridad, debe observarse ciertas reglas muy simples:



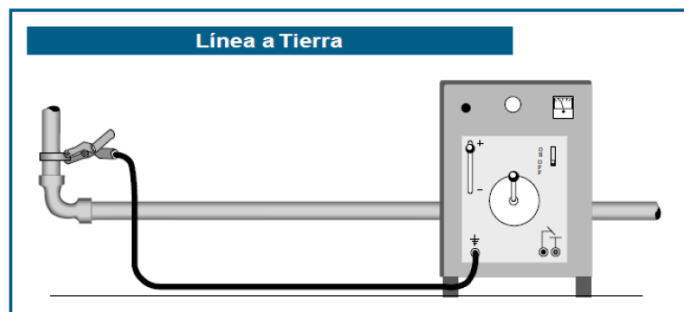
MAQUINA SOLDADORA (Fuente de Energía)

Circuitos con Corriente:

En la mayoría de los talleres el voltaje usado es 220 ó 380 volts. El operador debe tener en cuenta el hecho que estos son voltajes altos, capaces de inferir graves lesiones. Por ello es muy importante que ningún trabajo se haga en los cables, interruptores, controles, etc., antes de haber comprobado que la máquina ha sido desconectada de la energía, abriendo el interruptor para desenergizar el circuito. Cualquier inspección en la máquina debe ser hecha cuando el circuito ha sido desenergizado.

Línea a Tierra:

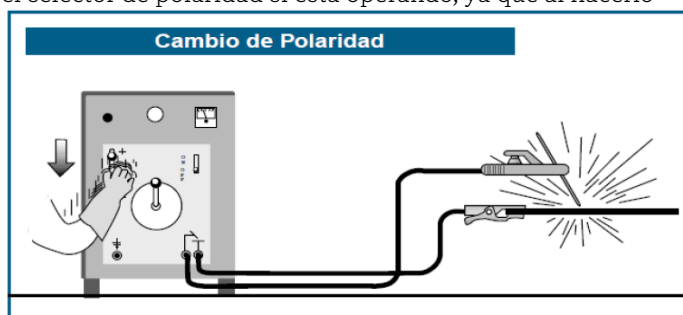
Todo circuito eléctrico debe tener una línea a tierra para evitar que la posible formación de corrientes parásitas produzca un choque eléctrico al operador, cuando éste, por ejemplo, llegue a poner una mano en la carcasa de la máquina. Nunca opere una máquina que no tenga su línea a tierra.



Cambio de Polaridad y del Rango de Amperaje:

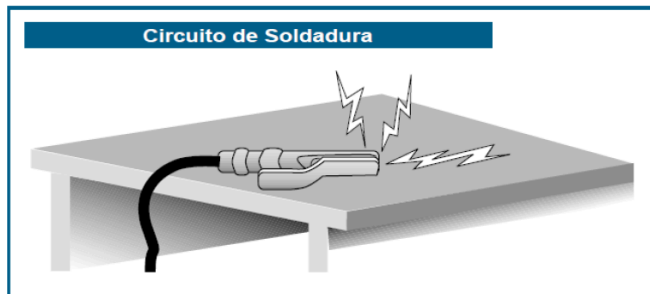
El cambio de polaridad se realiza para cambiar el polo del electrodo de positivo (polaridad invertida) a negativo (polaridad directa). No cambie el selector de polaridad si está operando, ya que al hacerlo saltará el arco eléctrico en los contactos del interruptor, destruyéndolos. Si su máquina soldadora no tiene selector de polaridad, cambie los terminales cuidando que ésta no esté energizada.

En las máquinas que tienen 2 o más escalas de amperaje no es recomendable efectuar cambios de rango cuando se está soldando, esto puede producir daños en las tarjetas de control, u otros componentes tales como tiristores, diodos, transistores, etc. En máquinas tipo clavijeros no se debe cambiar el amperaje cuando el equipo está soldando ya que se producen serios daños en los contactos eléctricos, causados por la aparición de un arco eléctrico al interrumpir la corriente.



Circuito de Soldadura:

Cuando no está en uso el porta electrodos, nunca debe ser dejado encima de la mesa o en contacto con cualquier otro objeto que tenga una línea directa a la superficie donde se suelda. El peligro es que el porta-electrodo, en contacto con el circuito a tierra, provoque en el transformador del equipo un corto circuito. La soldadura no es una operación arriesgada si se respetan las medidas preventivas adecuadas. Esto requiere un conocimiento de las posibilidades de daño que pueden ocurrir en las operaciones de soldar y una precaución habitual de seguridad por el operador.



Seguridad en operaciones de Soldadura (Condiciones ambientales que deben ser consideradas)

Riesgos de Incendio:

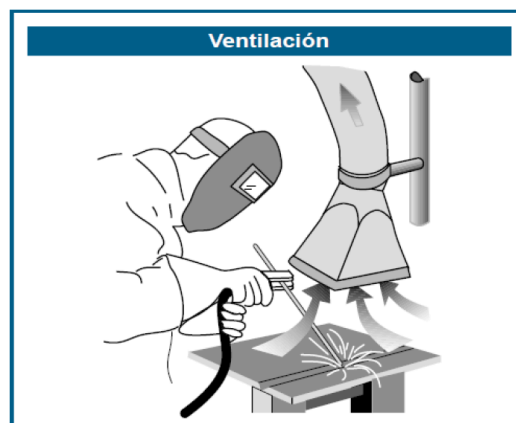
Nunca se debe soldar en la proximidad de líquidos inflamables, gases, vapores, metales en polvo o polvos combustibles. Cuando el área de soldadura contiene gases, vapores o polvos, es necesario mantener perfectamente aireado y ventilado el lugar mientras se suelda. Nunca soldar en la



vecindad de materiales inflamables o de combustibles no protegidos.

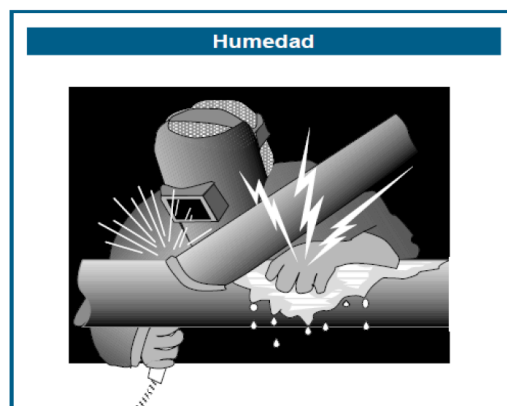
Ventilación:

Soldar en áreas confinadas sin ventilación adecuada puede considerarse una operación arriesgada, porque al consumirse el oxígeno disponible, a la par con el calor de la soldadura y el humo restante, el operador queda expuesto a severas molestias y enfermedades.



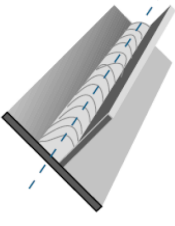
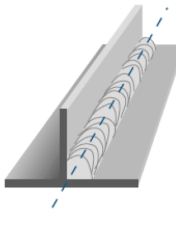
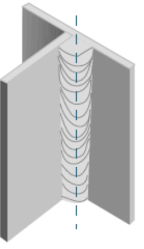
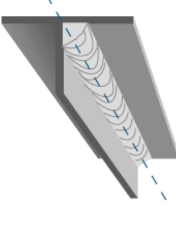
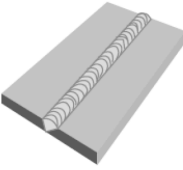
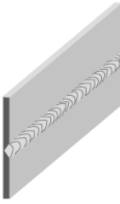
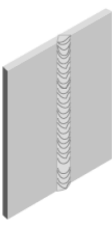
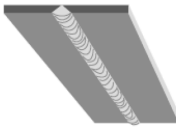

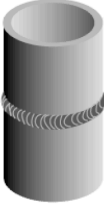
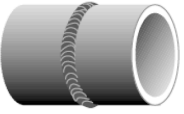
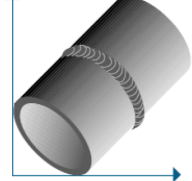
Humedad:

La humedad entre el cuerpo y algo electrificado forma una línea a tierra que puede conducir corriente al cuerpo del operador y producir un choque eléctrico. El operador nunca debe estar sobre una poza o sobre suelo húmedo cuando suelda, como tampoco trabajar en un lugar húmedo. Deberá conservar sus manos, vestimenta y lugar de trabajo continuamente secos.



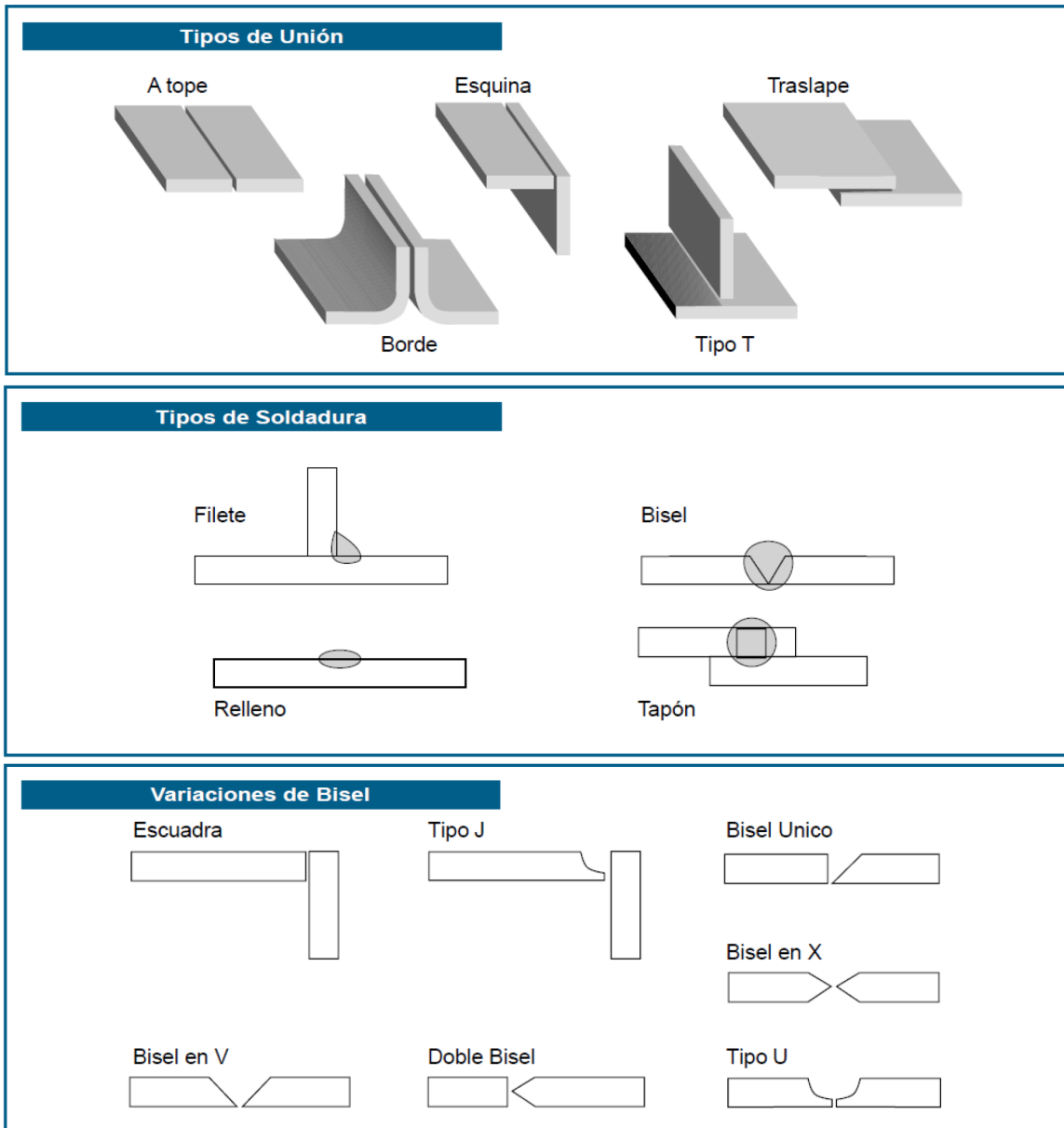
POSICIONES EN SOLDADURA

Designación de acuerdo con ANSI/AWS A 3.0-85.

Plano	Horizontal	Vertical	Sobrecabeza
Uniones de Filete			
			
1F	2F	3F	4F
Uniones Biseladas			
			
1G	2G	3G	4G
Uniones de Tuberías			
<p>La tubería se rota mientras se suelda</p> 		<p>La tubería no se rota mientras se suelda</p> 	
1G	2G	5G	6G

ESQUEMAS BASICOS

Esquemas básicos de soldadura



SELECCION DEL ELECTRODO ADECUADO

Para escoger el electrodo adecuado es necesario analizar las condiciones de trabajo en particular y luego determinar el tipo y diámetro de electrodo que más se adapte a estas condiciones. Este análisis es relativamente simple, si el operador se habitúa a considerar los siguientes factores:

1. Naturaleza del metal base.
2. Dimensiones de la sección a soldar.
3. Tipo de corriente que entrega su máquina soldadora.
4. En qué posición o posiciones se soldará.
5. Tipo de unión y facilidad de fijación de la pieza.
6. Si el depósito debe poseer alguna característica especial, como son: resistencia a la corrosión, gran resistencia a la tracción, ductilidad, etc.
7. Si la soldadura debe cumplir condiciones de alguna norma o especificaciones especiales.

ALMACENAMIENTO DE ELECTRODOS

Todos los revestimientos de electrodos contienen H₂O. Algunos tipos como los celulósicos requieren un contenido mínimo de humedad para trabajar correctamente (4% para un AWS E-6010). En otros casos, como en los de bajo hidrógeno, se requieren niveles bajísimos de humedad, 0.4% - 0.2%

Este tema es de particular importancia cuando se trata de soldar aceros de baja aleación y alta resistencia, aceros templados y revenidos o aceros al carbono-manganeso en espesores gruesos. La humedad del revestimiento aumenta el contenido de hidrógeno en el metal de soldadura y de la zona afectada térmicamente (ZAT). Este fenómeno puede originar fisuras en aceros que presentan una estructura frágil en la ZAT, como los mencionados anteriormente. Para evitar que esto ocurra se debe emplear electrodos que aporten la mínima cantidad de hidrógeno y además un procedimiento de soldadura adecuado para el material base y tipo de unión (precalentamiento y/o post-calentamiento según sea el caso). De todo lo anterior se puede deducir fácilmente la importancia que tiene el buen almacenamiento de los electrodos. De ello depende que los porcentajes de humedad se mantengan dentro de los límites requeridos y así el electrodo conserve las características necesarias para producir soldaduras sanas y libres de defectos. Como las condiciones de almacenamiento y reacondicionamiento son diferentes para los diversos tipos de electrodos, hemos agrupado aquellos cuyas características son semejantes, a fin de facilitar la observación de estas medidas.

Previamente definiremos los siguientes conceptos:


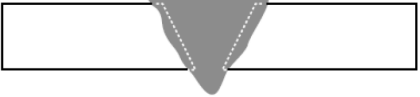
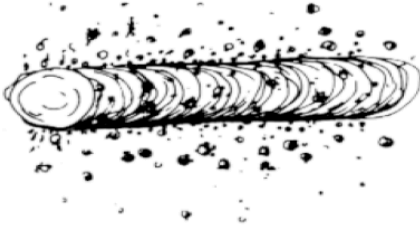
A. Condiciones de Almacenamiento: son aquellas que se deben observar al almacenar en cajas cerradas.

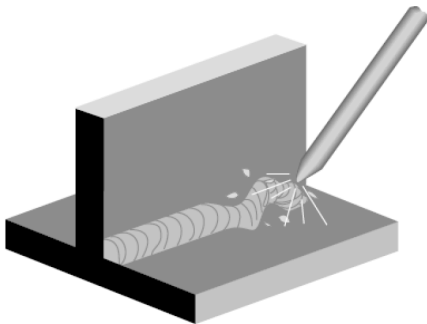
B. Condiciones de Mantención: son las condiciones que se deben observar una vez que los electrodos se encuentran fuera de sus cajas.

C. Reacondicionamiento o resecado: aquellos electrodos que han absorbido humedad más allá de los límites recomendados por la norma requieren ser reacondicionados, a fin de devolver a los electrodos sus características. La operación de resecado no es tan simple como parece.

Debe realizarse en hornos con circulación de aire. En el momento de introducir los electrodos en el horno, la temperatura del mismo no debe superar los 100°C y las operaciones de calentamiento y enfriamiento deben efectuarse a una velocidad de alrededor de 200°C/H, para evitar la fisuración y/o fragilización del revestimiento.

PROBLEMAS Y DEFECTOS COMUNES EN LA SOLDADURA AL ARCO

DEFECTOS	CAUSAS Y SOLUCIONES
<p data-bbox="248 636 764 663">Mal aspecto</p> 	<p data-bbox="823 667 1031 689">Causas probables:</p> <ol data-bbox="823 696 1278 801" style="list-style-type: none">1. Conexiones defectuosas.2. Recalentamiento.3. Electrodo inadecuado.4. Longitud de arco y amperaje inadecuado. <p data-bbox="823 824 1031 846">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="823 853 1353 987" style="list-style-type: none">1. Usar la longitud de arco, el ángulo (posición) del electrodo y la velocidad de avance adecuados.2. Evitar el recalentamiento.3. Usar un vaivén uniforme.4. Evitar usar corriente demasiado elevada.
<p data-bbox="248 1072 764 1099">Penetración excesiva</p> 	<p data-bbox="823 1104 1031 1126">Causas probables:</p> <ol data-bbox="823 1133 1209 1178" style="list-style-type: none">1. Corriente muy elevada.2. Posición inadecuada del electrodo. <p data-bbox="823 1200 1031 1223">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="823 1229 1353 1312" style="list-style-type: none">1. Disminuir la intensidad de la corriente.2. Mantener el electrodo a un ángulo que facilite el llenado del bisel.
<p data-bbox="248 1509 764 1536">Salpicadura excesiva</p> 	<p data-bbox="823 1541 1031 1563">Causas probables:</p> <ol data-bbox="823 1570 1129 1637" style="list-style-type: none">1. Corriente muy elevada.2. Arco muy largo.3. Sopló magnético excesivo. <p data-bbox="823 1659 1031 1682">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="823 1688 1342 1771" style="list-style-type: none">1. Disminuir la intensidad de la corriente.2. Acortar el arco.3. Ver lo indicado para "Arco desviado o soplado".

DEFECTOS**CAUSAS Y SOLUCIONES****Arco desviado****Causas probables:**

1. El campo magnético generado por la C.C. que produce la desviación del arco (soplo magnético).

Recomendaciones:

1. Usar C.A.
2. Contrarrestar la desviación del arco con la posición del electrodo, manteniéndolo a un ángulo apropiado.
3. Cambiar de lugar la grampa a tierra
4. Usar un banco de trabajo no magnético.
5. Usar barras de bronce o cobre para separar la pieza del banco.

Soldadura porosa**Causas probables:**

1. Arco corto.
2. Corriente inadecuada.
3. Electrodo defectuoso.

Recomendaciones:

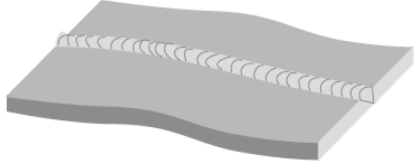
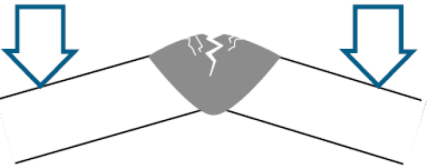
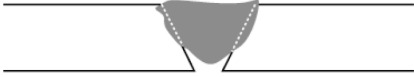
1. Averiguar si hay impurezas en el metal base.
2. Usar corriente adecuada.
3. Utilizar el vaivén para evitar sopladuras.
4. Usar un electrodo adecuado para el trabajo.
5. Mantener el arco más largo.
6. Usar electrodos de bajo contenido de hidrógeno.

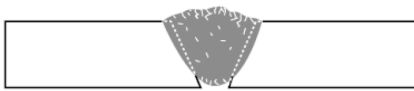
Soldadura agrietada**Causas probables:**

1. Electrodo inadecuado.
2. Falta de relación entre tamaño de la soldadura y las piezas que se unen.
3. Mala preparación.
4. Unión muy rígida.

Recomendaciones:

1. Eliminar la rigidez de la unión con un buen proyecto de la estructura y un procedimiento de soldadura adecuado.
2. Precalear las piezas.
3. Evitar las soldaduras con primeras pasadas.
4. Soldar desde el centro hacia los extremos o bordes.
5. Seleccionar un electrodo adecuado.
6. Adaptar el tamaño de la soldadura de las piezas.
7. Dejar en las uniones una separación adecuada y uniforme.

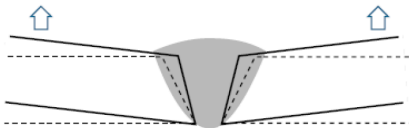
DEFECTOS	CAUSAS Y SOLUCIONES
<p data-bbox="252 568 762 600" style="text-align: center;">Combadura</p> 	<p data-bbox="826 600 1034 631">Causas probables:</p> <ol data-bbox="826 631 1209 743" style="list-style-type: none"> 1. Diseño inadecuado. 2. Contracción del metal de aporte. 3. Sujeción defectuosa de las piezas. 4. Preparación deficiente. 5. Recalentamiento en la unión. <p data-bbox="826 752 1034 784">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="826 784 1356 1008" style="list-style-type: none"> 1. Corregir el diseño. 2. Martillar (con martillo de peña) los bordes de la unión antes de soldar. 3. Aumentar la velocidad de trabajo (avance). 4. Evitar la separación excesiva entre piezas. 5. Fijar las piezas adecuadamente. 6. Usar un respaldo enfriador. 7. Adoptar una secuencia de trabajo. 8. Usar electrodos de alta velocidad y moderada penetración.
<p data-bbox="252 1055 762 1086" style="text-align: center;">Soldadura quebradiza</p> 	<p data-bbox="826 1077 1034 1108">Causas probables:</p> <ol data-bbox="826 1108 1177 1198" style="list-style-type: none"> 1. Electrodo inadecuado. 2. Tratamiento térmico deficiente. 3. Soldadura endurecida al aire. 4. Enfriamiento brusco. <p data-bbox="826 1207 1034 1238">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="826 1238 1356 1395" style="list-style-type: none"> 1. Usar un electrodo con bajo contenido de hidrógeno o de tipo austenítico. 2. Calentar antes o después de soldar o en ambos casos. 3. Procurar poca penetración dirigiendo el arco hacia el cráter. 4. Asegurar un enfriamiento lento.
<p data-bbox="252 1442 762 1473" style="text-align: center;">Penetración incompleta</p> 	<p data-bbox="826 1464 1034 1496">Causas probables:</p> <ol data-bbox="826 1496 1114 1608" style="list-style-type: none"> 1. Velocidad excesiva. 2. Electrodo de Ø excesivo. 3. Corriente muy baja. 4. Preparación deficiente. 5. Electrodo de Ø pequeño. <p data-bbox="826 1617 1034 1648">Recomendaciones:</p> <ol data-bbox="826 1648 1356 1827" style="list-style-type: none"> 1. Usar la corriente adecuada. Soldar con lentitud necesaria para lograr buena penetración de raíz. 2. Velocidad adecuada. 3. Calcular correctamente la penetración del electrodo. 4. Elegir un electrodo de acuerdo con el tamaño de bisel. 5. Dejar suficiente separación en el fondo del bisel.

DEFECTOS**CAUSAS Y SOLUCIONES****Fusión deficiente****Causas probables:**

1. Calentamiento desigual o irregular.
2. Orden (secuencia) inadecuado de operación.
3. Contracción del metal de aporte.

Recomendaciones:

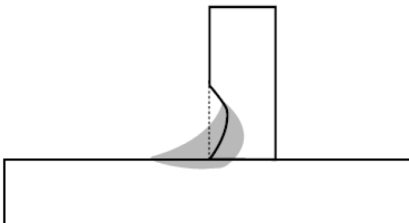
1. Puntear la unión o sujetar las piezas con prensas.
2. Conformar las piezas antes de soldarlas.
3. Eliminar las tensiones resultantes de la laminación o conformación antes de soldar.
4. Distribuir la soldadura para que el calentamiento sea uniforme.
5. Inspeccionar la estructura y disponer una secuencia (orden) lógica de trabajo.

Distorsión (deformación)**Causas probables:**

1. Calentamiento desigual o irregular
2. Orden (secuencia) inadecuado de operación
3. Contracción del metal de aporte

Recomendaciones:

1. Puntear la unión o sujetar las piezas con prensas.
2. Conformar las piezas antes de soldarlas.
3. Eliminar las tensiones resultantes de la laminación o conformación antes de soldar.
4. Distribuir la soldadura para que el calentamiento sea uniforme.
5. Inspeccionar la estructura y disponer una secuencia (orden) lógica de trabajo.

Socavado**Causas probables:**

1. Manejo defectuoso del electrodo.
2. Selección inadecuada del tipo de electrodo.
3. Corriente muy elevada.

Recomendaciones:

1. Usar vaivén uniforme en las soldaduras de tope.
2. Usar electrodo adecuado.
3. Evitar un vaivén exagerado.
4. Usar corriente moderada y soldar lentamente.
5. Sostener el electrodo a una distancia prudente del plano vertical al soldar filetes horizontales.