

# Soldeo por Arco Sumergido

## INDICE

---

15.1. Principios del proceso .....	349
15.1.1. Descripción y designaciones .....	349
15.1.2. Aplicaciones, ventajas y limitaciones .....	351
15.2. Equipo de soldeo .....	352
15.2.1. Fuente de alimentación.....	352
15.2.2. Sistema y panel de control .....	353
15.2.3. Cabezal de soldeo.....	355
15.3. Metales de aportación .....	356
15.4. Fundentes .....	357
15.4.1. Fabricación del fundente .....	357
15.4.2. Proceso de secado de fundentes .....	357
15.5. Parámetros de soldeo .....	357
15.5.1. Relación entre los parámetros .....	360
15.5.2. Tipo de corriente y polaridad .....	360

## *Soldeo por Arco Sumergido*

---

15.5.3. Intensidad de soldeo .....	360
15.5.4. Tensión de soldeo .....	361
15.5.5. Velocidad de soldeo.....	362
15.5.6. Diámetro del alambre .....	364
15.5.7. Extensión del alambre .....	364
15.5.8. Anchura y profundidad de la capa de fundente .....	364
15.6. Técnicas operativas .....	365
15.6.1. Empleo de respaldo .....	365
15.6.2. Empleo de apéndices.....	366
15.6.3. Soldeo circunferencial.....	367
15.6.4. Posición del alambre .....	368
15.6.5. Cebado del arco y terminación de soldeo .....	368
15.6.6. Retirada de la escoria .....	369
15.7. Defectos típicos en las soldaduras .....	370
15.8. Fallos en el equipo. Causas y consecuencias.....	374

## **15.1. Principios del Proceso**

### **15.1.1. Descripción y designaciones**

El proceso de soldeo por arco sumergido consiste en la fusión de un alambre-electrodo continuo y desnudo protegido por la escoria generada por un fundente, granulado o en polvo, suministrado a través de una manguera desde el depósito de fundente.

El proceso de soldeo por arco sumergido puede ser semiautomático o automático. En el proceso semiautomático la pistola se lleva manualmente, suministrándose automáticamente el electrodo. En el proceso automático el soldeo se realiza sin necesidad de un operador durante todo el proceso. El sistema automático permite obtener grandes rendimientos en producción. El proceso semiautomático prácticamente no se utiliza, ya que una de las mayores características del proceso de soldeo por arco sumergido es la facilidad con la que se puede incorporar a los procesos de soldeo totalmente mecanizados, obteniéndose soldaduras de calidad con altas tasas de deposición.

El arco eléctrico se establece entre el alambre metálico y la pieza a soldar. Pueden utilizarse uno o varios alambres simultáneamente, o bien flejes o bandas.

El fundente protege el arco y el baño de fusión de la atmósfera circundante, de tal manera que ambos permanecen invisibles durante el proceso. Parte del fundente se funde con una función similar a la del recubrimiento en los electrodos revestidos: protege el arco, lo estabiliza, genera una escoria de viscosidad y tensión superficial adecuadas e incluso permite añadir elementos de aleación, o compensar la pérdida de ellos. El resto de fundente, no fundido, puede recuperarse y reciclarse en el proceso.

La figura 15.1 muestra los elementos del sistema de forma esquemática.

Como no existen pérdidas de metal por proyecciones, casi la totalidad del metal de aportación puesto en juego en el proceso pasa a formar la soldadura. El rendimiento térmico es muy elevado, ya que el fundente que recubre el metal de soldadura y el arco no permite pérdidas térmicas. El rendimiento térmico puede llegar a ser del 80% que si se compara con el 70% del proceso manual con electrodo revestido resulta muy elevado.

En la figura 15.2 la fuente de energía P está conectada entre la boquilla y la pieza. El arco se establece dentro de una cavidad rellena de gas protector y humos de soldadura procedentes del fundente. Las paredes de la cavidad están formadas por el metal base no fundido por la parte delantera e inferior; por metal de

## Soldeo por Arco Sumergido

soldadura solidificado en la zona posterior; la escoria fundida constituye la pared superior de la cavidad. La figura 15.2 también muestra la pequeña capa de escoria sólida que tiene que ser retirada después de realizar la soldadura.

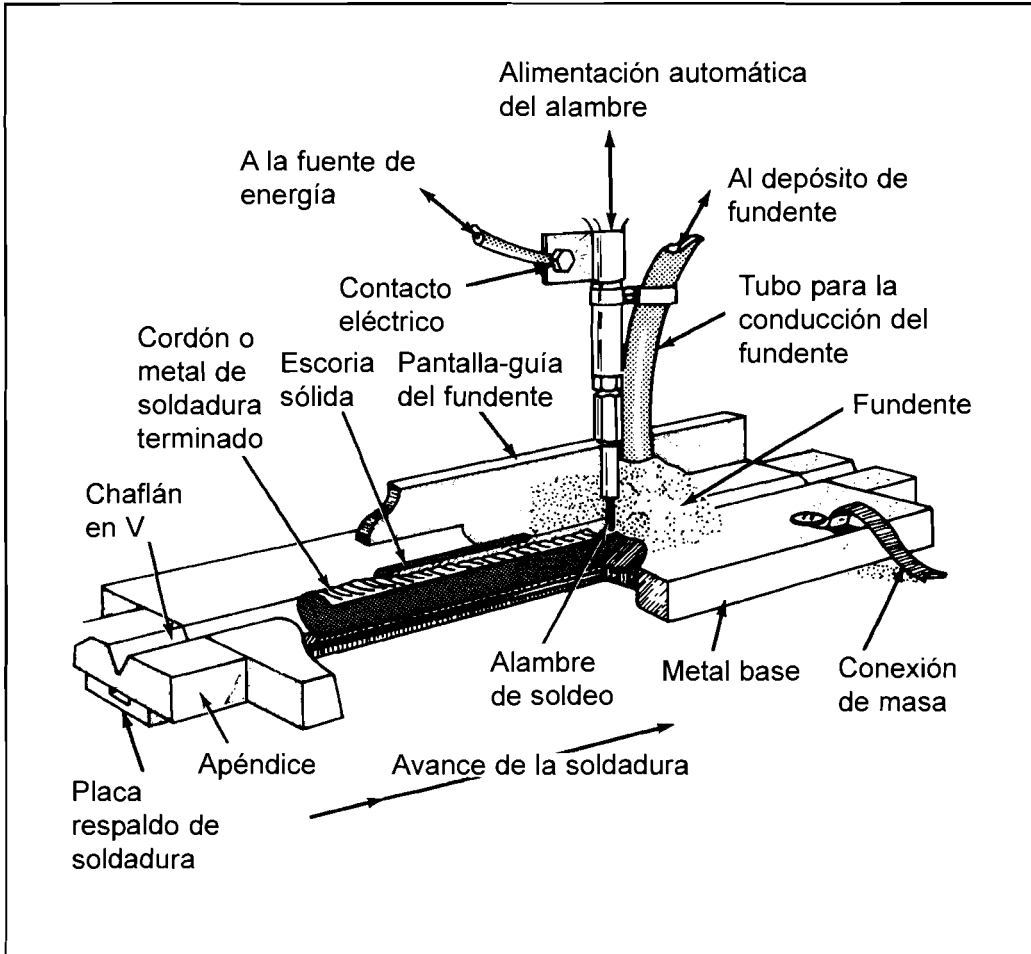


FIGURA 15.1: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCESO DE SOLDEO POR ARCO SUMERGIDO

El soldeo por arco sumergido se denomina también:

- SAW, Submerged-arc welding (ANSI/AWS A3.0)
- 12, Soldeo por arco sumergido (UNE-EN ISO 4063)

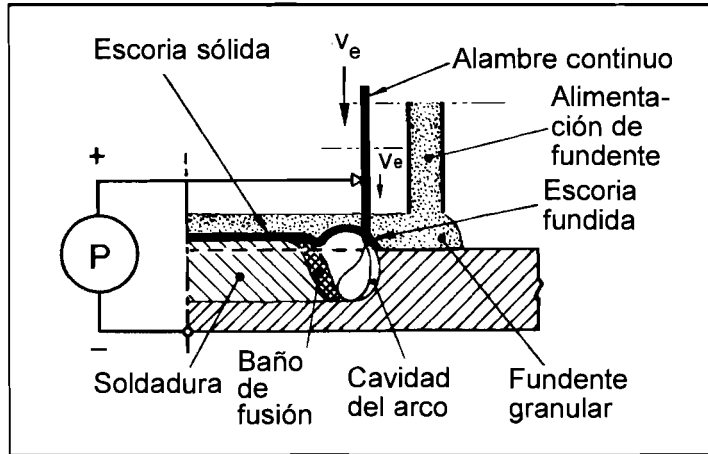


FIGURA 15.2: SOLDADO POR ARCO SUMERGIDO. P = FUENTE DE ENERGÍA.  $v_e$  = VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN DEL ALAMBRE

## 15.1.2. Aplicaciones, ventajas y limitaciones

El soldado por arco sumergido se utiliza en un gran rango de aplicaciones. Este proceso es muy utilizado en el soldado de grandes conjuntos soldados por la alta tasa de deposición, la alta calidad de las soldaduras, la gran penetración obtenida y la capacidad para ser automatizado. Es muy utilizado en la fabricación de depósitos a presión, en construcción naval, en edificación, fabricación de tubería, en fabricaciones ferroviarias, así como en cualquier aplicación que requiera realizar soldaduras largas. Se pueden realizar soldaduras en materiales de espesores desde 1,5 mm. El soldado por arco sumergido no es adecuado para todos los materiales; es muy utilizado para el acero al carbono, aceros de baja aleación y aceros inoxidable. También se puede utilizar en el soldado de aceros de alta resistencia, de alto contenido en carbono y aleaciones de níquel, aunque se prefiere otros procesos con menores aportes térmicos.

Las limitaciones del proceso son:

- Es necesario un dispositivo para el almacenamiento, alimentación y recogida del fundente.
- Suele ser necesario el empleo de respaldo.
- El fundente está sujeto a contaminaciones que pueden producir defectos en la soldadura.
- En general, es un proceso no adecuado para unir metales de pequeño espesor.

- Sólo se puede utilizar a tope en posición plana, PA, y en ángulo, PB.

### **15.2. Equipo de Soldeo**

El equipo requerido para el soldeo por arco sumergido consiste en (ver figura 15.3):

- Fuente de energía.
- Sistema y panel de control.
- Cabezal
  - Sistema de alimentación del alambre.
  - Pistola de soldeo con tubo de contacto.
  - Tolva de fundente y manguera para su conducción.
  - Sistemas de montaje y posicionamiento del cabezal.
- Equipo accesorio
  - Sistema de desplazamiento.
  - Sistema de recuperación del fundente.
  - Posicionadores y accesorios de sujeción.
  - Sistemas de seguimiento de la unión.

#### **15.2.1. Fuente de alimentación**

Es fundamental en este tipo de soldeo una fuente que sea capaz de suministrar altas intensidades con un factor de operación cercano al 100% (ver capítulo 4 como recordatorio de la definición de factor de operación). Las máquinas automáticas están sometidas, en la mayoría de los casos, a un trabajo prácticamente continuo. Es un error, a menudo cometido, el emplear máquinas semiautomáticas trabajando casi al límite de su intensidad y con un “factor de operación” no superior al 60%; esto provoca continuas averías.

Para soldeo con arco sumergido se pueden utilizar:

- Fuentes de corriente continua con característica de tensión constante. Pueden ser transformadores-rectificadores o motores-generadores. Estas fuentes se emplean en combinación con un alimentador de alambre de velocidad constante. Es la más utilizada en el soldeo por arco sumergido. La velocidad de alimentación del alambre y su diámetro controlan la

intensidad de soldeo y la fuente controla el voltaje de soldeo. Este tipo de máquina es del mismo estilo que las utilizadas para el soldeo MIG/MAG y FCAW.

- Fuentes de corriente continua con característica de intensidad constante. Pueden ser transformadores-rectificadores o motores-generadores. Estas fuentes se deben emplear en combinación con un alimentador de alambre de velocidad variable que pueda producir un aumento o disminución de la velocidad del alambre cuando se produzca un cambio en la longitud del arco (y por tanto en la tensión). Son mucho más complicadas y más caras que las anteriores por lo que son menos utilizadas. La única ventaja frente a las anteriores es que la misma fuente se puede utilizar para soldeo TIG y para el soldeo con electrodo revestido.
- Fuentes de corriente alterna constituidas por transformadores. Se pueden conseguir fuentes que trabajen a 800-1500A con un “factor de operación” del 100%. No son muy empleadas las fuentes de corriente alterna, siendo las aplicaciones más comunes las que requieren intensidad de soldeo muy alta, soldeo con electrodos múltiples y aplicaciones donde el soplo magnético sea un problema.

La fuente de energía recomendada para el soldeo más elemental con corriente continua es una fuente de *tensión constante*. Se recomienda repasar el capítulo 4, donde se describen las fuentes de este tipo, y el capítulo 13 donde se han explicado características como la pendiente de la curva y la autorregulación del arco, aplicables tanto a MIG/MAG, FCAW y SAW. Se recuerda que la curva característica de una fuente de energía es la relación que existe entre la tensión y la intensidad de la máquina, mientras que la curva característica del arco es la relación entre la tensión y la intensidad del propio arco; la intersección de ambas curvas determina el punto de funcionamiento.

### 15.2.2. Sistema y panel de control

Los paneles de control utilizados en el soldeo automático pueden ser analógicos o digitales.

Los paneles de control digitales normalmente sólo se emplean en combinación con las fuentes de tensión constante. Se puede realizar control sobre: velocidad de alimentación del alambre (control de la intensidad), ajuste de la potencia suministrada (control de la tensión), marcha-paro del soldeo, en el caso de soldeo con alambre caliente controla la temperatura de éste, funciones de llenado de cráter o de comienzo progresivo del soldeo y control del suministro del fundente.

Los paneles analógicos se pueden emplear tanto en las fuentes de corriente constante como en las de tensión constante. El control básico se realiza sobre los

## Soldeo por Arco Sumergido

siguientes parámetros: control de la velocidad alimentación del alambre, (control de la intensidad en las fuentes de tensión constante y control de la tensión en las fuentes de intensidad constante), control de la potencia suministrada (tensión en las fuentes de tensión constante o intensidad en las de intensidad constante), marcha-paro del soldeo y en el caso de soldeo con alambre caliente controla la temperatura de éste. Para el correcto entendimiento de la relación entre las variables de soldeo en las fuentes de tensión constante se recomienda consultar el capítulo 13.

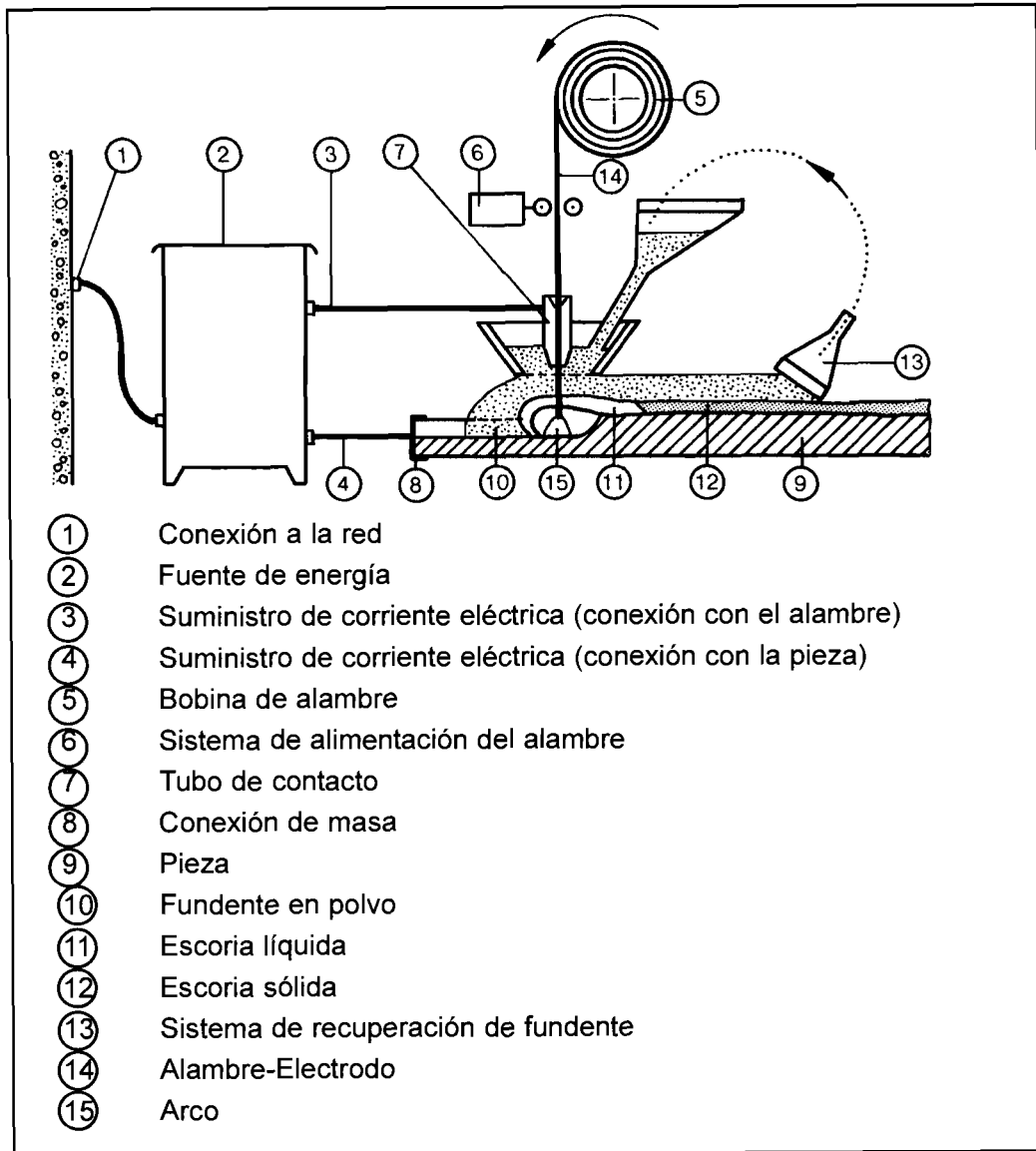


FIGURA 15.3: EQUIPO PARA SOLDEO POR ARCO SUMERGIDO



### **15.2.3. Cabezal de soldeo**

Básicamente, un cabezal para soldeo SAW automático consta de los siguientes componentes:

- Sistema de alimentación de alambre, que se compone a su vez de motor-reductor, rodillos de arrastre y de presión, enderezador y guía del alambre.
- Pistola de soldeo con tubo de contacto.
- Accesorios para el montaje y posicionamiento del cabezal (deslizaderas). Normalmente una deslizadera circular y dos deslizaderas lineales. Con estas deslizaderas cubrimos el movimiento ascendente-descendente del cabezal, movimiento a izquierda y derecha e inclinación de la pistola de soldeo. Las deslizaderas pueden ser de cuatro tipos, manuales, motorizadas, flotantes u operadas neumática o hidráulicamente.
- Tolva de fundente y manguera de fundente, para suministrarle por delante del alambre y concéntricamente con él.
- Sistemas de recuperación de fundente, cuando existen están conectados a la red de aire comprimido.

El motor-reductor alimenta el alambre a velocidades comprendidas entre 8 y 240 mm/s. El sistema de alimentación del alambre puede ser de 2 rodillos o de 4. [figura 15.4 (A) y (B)]; pudiendo existir un sólo rodillo de arrastre, dos o los cuatro, el último caso proporcionará un movimiento más suave y homogéneo.

La mayoría de los alimentadores son de **velocidad constante**, es decir, la velocidad es establecida antes de que comience el soldeo y permanece constante.

Por lo general, es necesario un sistema de frenado para la bobina de la cual se devana el alambre, para evitar su giro incontrolado. Los sistemas se diseñan de forma que la presión sobre el alambre pueda ser aumentada o disminuida según convenga.

#### ***Rodillos***

Los rodillos más comunes son con bisel en V, se deberá seleccionar el rodillo de acuerdo con la dimensión del alambre.

Existen numerosos diseños de las pistolas para soldeo con arco sumergido, pero su propósito es siempre el mismo, guiar el alambre y transmitir la corriente de soldeo a través del tubo de contacto.

El diseño de la pistola y de los rodillos variará sustancialmente en los procesos de soldeo especiales, como soldeo con alambres múltiples o soldeo con banda. El

sistema de alimentación del alambre, en estos casos, está diseñado para montarse en los cabezales de soldeo estándar sin necesidad de realizar modificaciones, o realizando modificaciones muy simples.

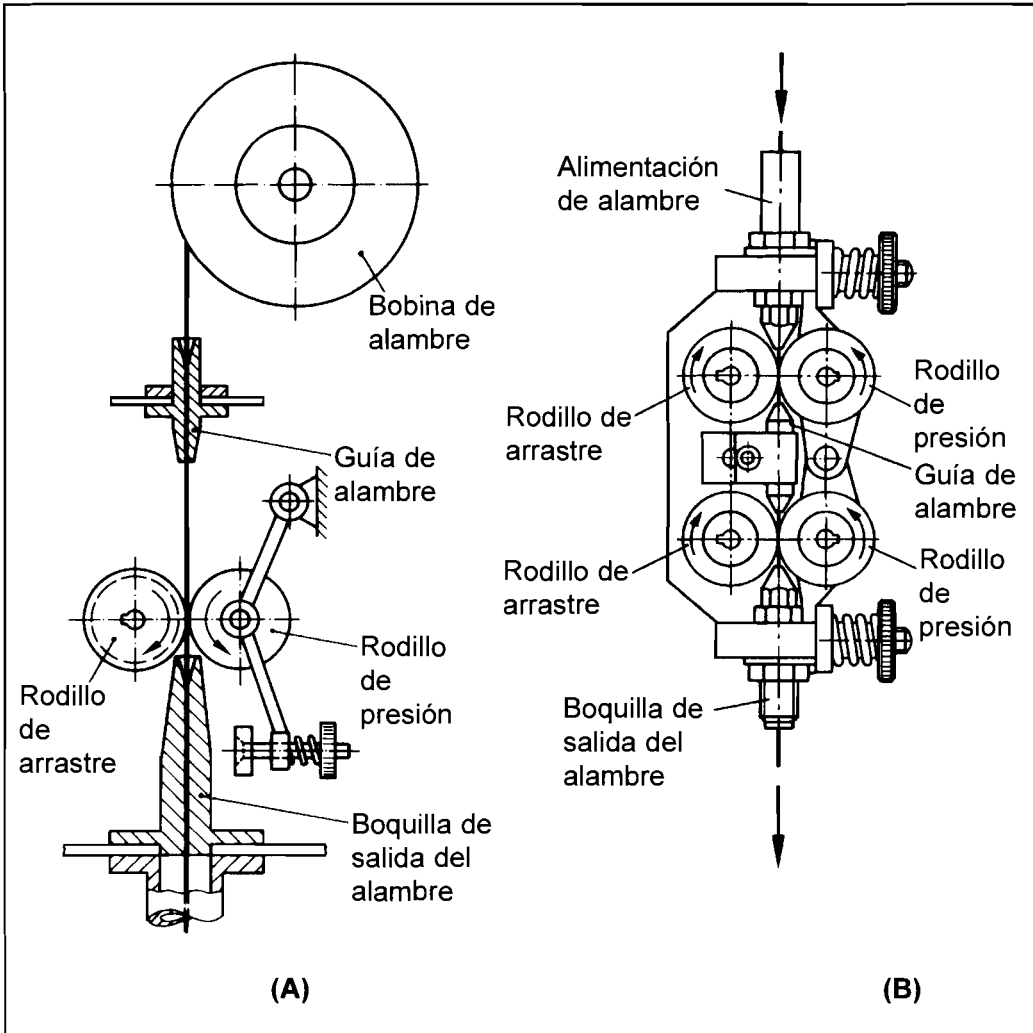


FIGURA 15.4: (A) UNIDAD DE ALIMENTACIÓN DE ALAMBRE DE 2 RODILLOS.  
(B) ALIMENTADOR DE ALAMBRE DE 4 RODILLOS

## 15.3. Metales de Aportación

Son alambres macizos de composición química generalmente similar a la del metal base. Se suministran en bobinas o bidones de peso comprendido entre 10 a 455 Kg. Aunque normalmente se utilizan alambres macizos también se pueden

utilizar alambres tubulares (generalmente rellenos de polvos metálicos). Los alambres de acero al carbono suelen estar recubiertos de cobre, excepto para aplicaciones nucleares y otras aplicaciones especiales.

## **15.4. Fundentes**

Los fundentes utilizados en el soldeo por arco sumergido protegen el baño de fusión de la atmósfera cubriendo el metal con escoria (fundente fundido). Limpian el baño de fusión, modifican la composición química e influyen en la forma de la soldadura y sus propiedades mecánicas. Son compuestos minerales mezclados de acuerdo con una formulación determinada. Suelen ser óxidos de diferentes sustancias entre los que se encuentran la sílice, la alúmina, el óxido de sodio, óxido de potasio, óxido de calcio, fluoruro cálcico, rutilo, etc.

Muchos fundentes tienen componentes para variar la composición química del metal depositado, en este caso será muy importante mantener una relación determinada entre el metal depositado y el fundente así como controlar las variables eléctricas.

En función de la composición química los fundentes pueden ser o no adecuados para el soldeo multipasadas.

### **15.4.1. Fabricación del fundente**

En la tabla 15.1 se clasifican los fundentes en función de su forma de fabricación, indicándose las características y limitaciones de cada uno de ellos.

### **15.4.2. Proceso de secado de fundentes**

Los fundentes deben mantenerse secos. Los fundentes fundidos no absorben humedad aunque pueden retener algo de agua en la superficie; los fundidos aglomerados, sin embargo, sí absorben humedad por lo que deben ser protegidos y secados de la misma forma que los electrodos revestidos básicos. Siempre se deberá seguir las recomendaciones del fabricante.

En la figura 15.5 se representa la forma de almacenamiento y secado de los fundentes.

## **15.5. Parámetros de Soldeo**

Es muy importante elegir las condiciones de soldeo adecuadas en función del espesor del material y la preparación seleccionada para conseguir soldaduras exentas de fallos.

	<b>Fundidos</b>	<b>Aglomerados</b>	<b>Mezclados mecánicamente</b>
<b>Fabricación</b>	Se mezcla la materia prima, se funde, se enfría, se machaca, se tamiza y se empaqueta.	Se pulveriza la materia prima, se mezcla y se aglomeran, se cuece (sin fundir), se muele, criba y envasa.	El fabricante o el usuario mezcla dos o más fundentes aglomerados.
<b>Características</b>	Composición química homogénea. Normalmente no higroscópicos (no absorben agua). Fácil reciclado sin variar su composición.	Es posible la adición de desoxidantes y elementos de aleaciones para compensar pérdidas de elementos, o para obtener aleaciones no disponibles en el mercado.  Baja densidad que permite una capa gruesa de fundente.	Se pueden conseguir mezclas intermedias entre las existentes en el mercado.
<b>Limitaciones</b>	Dificultad para añadir desoxidantes y elementos de aleación para compensar las pérdidas de elementos durante el soldeo, o alear el metal de soldadura.	Tendencia a absorber humedad de la misma manera que el recubrimiento de los electrodos revestidos.	Cambios en su composición química durante su envasado, almacenamiento o manipulación.

TABLA 15.1: CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FUNDENTES CLASIFICADOS EN FUNCIÓN DEL MÉTODO DE FABRICACIÓN

Las variables del proceso que tienen que considerarse son:

- Polaridad del alambre.
- Intensidad de soldeo.
- Tensión de soldeo.
- Velocidad de soldeo.
- Diámetro del alambre.
- Extensión del alambre.
- Anchura y profundidad de la capa de fundente.

Estas son las variables que determinan el tamaño, la forma, la penetración del cordón de soldadura y la existencia de defectos como porosidad, mordeduras, falta de penetración, sobreespesor excesivo, etc.

El operador del equipo debe conocer el efecto de estas variables, para poder seleccionarlas o modificarlas consiguiendo los resultados adecuados en cada caso.

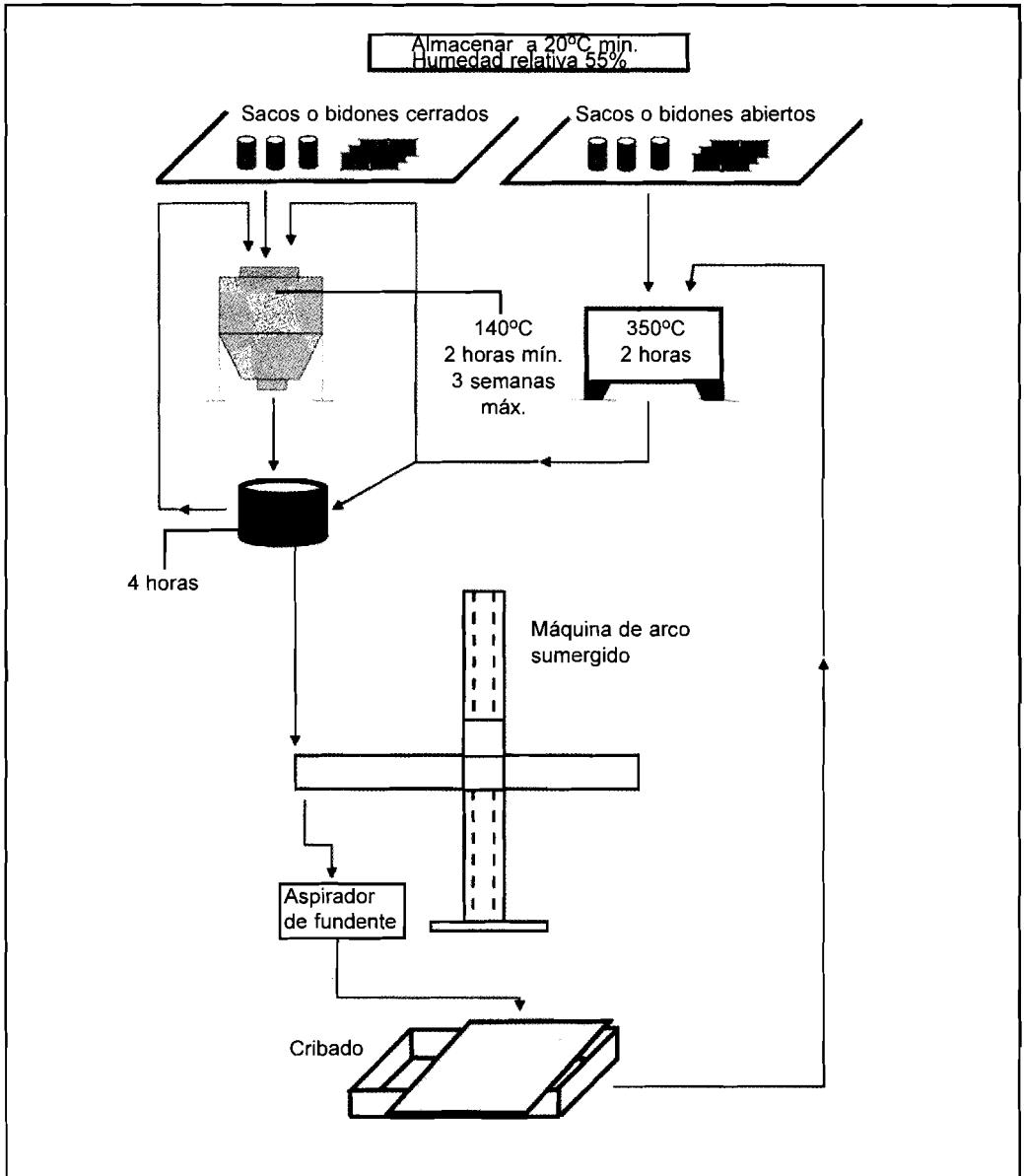


FIGURA 15.5: SECADO Y RECICLADO DE FUNDENTE

## 15.5.1. Relación entre los parámetros

En el apartado 13.6.1. se indica la relación existente entre los parámetros al utilizar una fuente de energía de tensión constante, que se resume en la tabla 15.2.

	Equivalente a:
Intensidad	Velocidad de alimentación del alambre Velocidad de fusión
Tensión	Longitud del arco

TABLA 15.2: RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES EN EL SOLDEO SAW

## 15.5.2. Tipo de corriente y polaridad

El soldeo por arco sumergido puede utilizar corriente alterna o continua, aunque con ésta última su comportamiento es más favorable. La clase de corriente y la polaridad influyen en la composición química del metal aportado y en la forma del cordón. Con la corriente alterna se obtienen unos resultados intermedios entre los obtenidos con corriente continua polaridad directa y polaridad inversa. La corriente alterna es particularmente útil cuando puede haber problemas de sople, por ejemplo al soldar aceros ferríticos; a menudo se utiliza en el soldeo en “tandem” en el que el primer alambre puede estar conectado con corriente continua electrodo positivo y el segundo con corriente alterna.

Se obtiene mayor penetración con corriente continua electrodo positivo (CCEP, polaridad inversa), con la que también se obtiene mejor aspecto y forma del cordón y menor porosidad.

Con corriente continua electrodo negativo (CCEN, polaridad directa) se obtiene mayor tasa de deposición, menor dilución y menor penetración, por lo que se utiliza para realizar recargues o cuando la soldabilidad del metal base es muy delicada y requiere que la dilución sea muy baja. El consumo de fundente respecto al consumo respecto de alambre es menor que cuando se suelda con el electrodo en el positivo.

## 15.5.3. Intensidad de soldeo

Si aumenta la velocidad de alimentación del alambre aumenta la intensidad de soldeo, por tanto la tasa de deposición aumenta a medida que aumenta la intensidad de soldeo.

El efecto de la intensidad se puede resumir (ver figura 15.6):

- Un aumento de la intensidad de soldeo produce un aumento de la tasa de deposición y de la penetración.
- Una intensidad excesiva produce mordeduras o un cordón estrecho con sobreespesor o exceso de penetración.
- Si la intensidad de soldeo es demasiado baja el arco es inestable y se producirá falta de penetración.

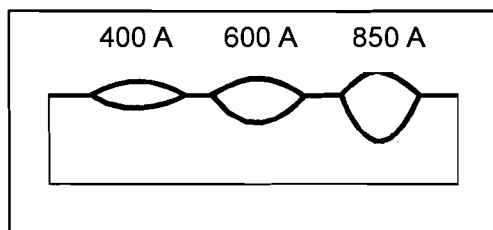


FIGURA 15.6: INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE SOLDEO EN EL ASPECTO DEL CORDÓN

### 15.5.4. Tensión de soldeo

El ajuste de la tensión de soldeo varía la longitud del arco, es decir la distancia entre el alambre y el baño de fusión. Si la tensión aumenta, la longitud del arco aumenta.

La tensión no influye casi en la tasa de deposición, que está determinada por la intensidad. La tensión principalmente determina la forma del cordón de soldadura. La figura 15.7 (A) muestra su efecto, al aumentar la tensión aumenta la dilución pero no la penetración.

Si la unión tiene una preparación como la mostrada en la figura 15.7 (B), con una preparación en V de ángulo pequeño, al aumentar la tensión puede disminuir la penetración, aumentando la anchura del cordón y disminuyendo el sobreespesor.

El efecto de la tensión se puede resumir en:

- Un incremento de la tensión produce un cordón más ancho y plano (con menos sobreespesor).
- Un aumento de la tensión favorece un aumento del consumo del fundente.
- Si se suelda con tensión elevada se pueden realizar soldaduras entre piezas con gran separación en la raíz, así como cuando la disposición no es la más adecuada.

## Soldeo por Arco Sumergido

- Al aumentar la tensión aumenta el número de elementos que pasan a formar parte del baño de fusión procedentes del fundente.

Una tensión de soldeo excesiva produce:

- Cordones excesivamente anchos con tendencia a formar grietas.
- Dificulta la retirada de la escoria.
- Produce soldaduras cóncavas (con falta de material) con tendencia a agrietarse.
- Aumentan las mordeduras.

Si la tensión es excesivamente baja se producen cordones abultados y se dificulta la retirada de la escoria de los bordes del cordón de soldadura.

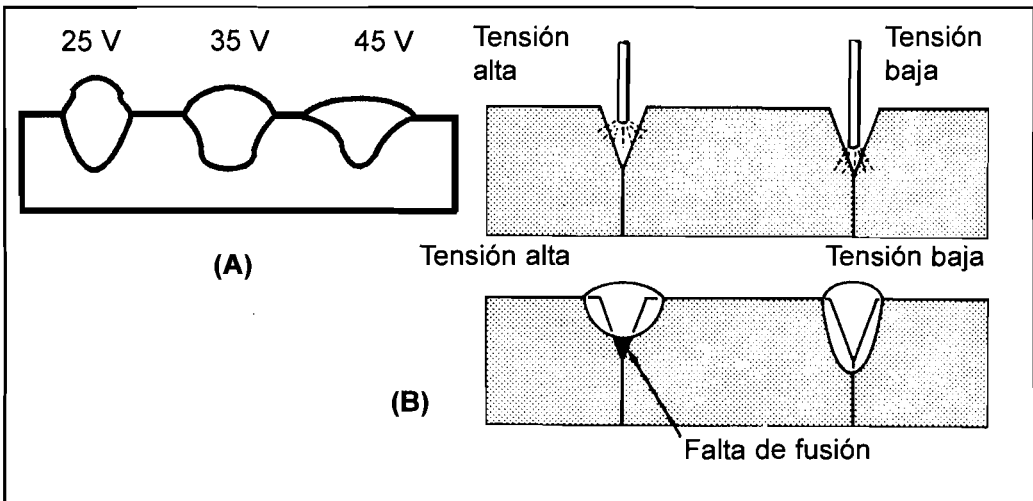


FIGURA 15.7: EFECTO DE LA TENSIÓN EN EL ASPECTO DEL CORDÓN.

(A) CORDONES DEPOSITADOS SOBRE CHAPA; EN LOS TRES CASOS LA PENETRACIÓN ES LA MISMA; (B) UNIONES CON PREPARACIÓN

### 15.5.5. Velocidad de soldeo

Si la velocidad de soldeo aumenta:

- El calor aportado por unidad de longitud del cordón de soldadura disminuye.
- Se aplica menos cantidad de metal de aportación.



Si se suelda a gran velocidad se reduce la penetración, la anchura del cordón, aumentando la porosidad, la cantidad de mordeduras y el cordón tiende a ser más rugoso.

Si la velocidad de soldeo es demasiado baja:

- El cordón de soldadura tendrá un sobreespesor excesivo que favorece la formación de grietas (figura 15.8).
- Se formarán baños de fusión de grandes dimensiones y la inclusión de escoria será más fácil.

En las figuras 15.9 y 15.10 se representa la influencia de la velocidad de soldeo sobre el aspecto del cordón.

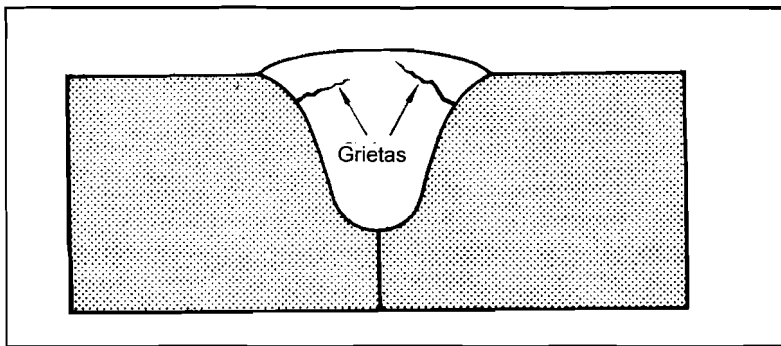


FIGURA 15.8: FORMACIÓN DE GRIETAS EN EL CORDÓN DE SOLDADURA DEBIDO A LA BAJA VELOCIDAD DE SOLDEO Y LA ALTA TENSION

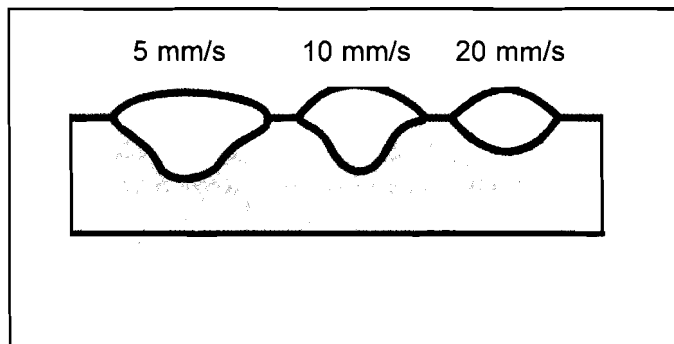


FIGURA 15.9: EFECTO DE LA VELOCIDAD DE SOLDEO SOBRE EL ASPECTO DEL CORDÓN EN PROCESO SEMIAUTOMÁTICO

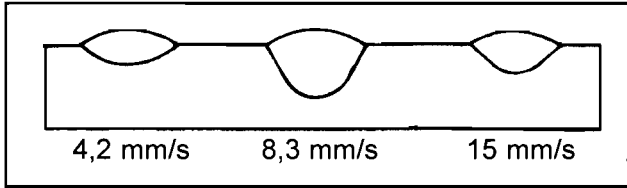


FIGURA 15.10: EFECTO DE LA VELOCIDAD DE SOLDEO EN EL ASPECTO DEL CORDÓN EN PROCESO AUTOMÁTICO

### 15.5.6. Diámetro del alambre

Para una misma intensidad, cuanto menor es el diámetro del alambre mayor es la tasa de deposición, sin embargo cuanto mayor es el diámetro del alambre mayor es la intensidad que soporta, por tanto también podrá aumentarse la tasa de deposición aumentando el diámetro del alambre. Si la tasa de deposición deseada es mayor que la que el motor de alimentación del alambre puede suministrar, cambiando el diámetro del alambre a uno mayor puede conseguirse la tasa deseada.

### 15.5.7. Extensión del alambre

Cuanto mayor es la extensión del alambre mayor es la tasa de deposición y menor la penetración, por tanto para aumentar la tasa de deposición con una intensidad determinada, puede aumentarse la extensión del alambre.

Se recuerda que se debe mantener el tubo de contacto en perfecto estado reemplazándolo cada cierto tiempo para asegurar las condiciones de soldeo.

Se recomiendan las siguientes extensiones máximas del alambre:

- Para diámetros de 2; 2,4 y 3,25 mm la extensión máxima será de 75 mm y un poco menos para acero inoxidable.
- Para diámetros de 4; 4,8 y 5,6 mm la extensión máxima será de 125 mm, disminuyéndola también en el caso de aceros inoxidables.

### 15.5.8. Anchura y profundidad de la capa de fundente

Si la capa de fundente es muy alta y estrecha puede provocar la formación de cordones con aspecto irregular y distorsionado pudiendo contener poros.

Si la capa de fundente es muy fina se pueden producir proyecciones y radiaciones provocando una apariencia pobre y porosidad.

Para determinar la cantidad adecuada de fundente se puede incrementar poco a poco la cantidad a utilizar hasta que el arco quede completamente sumergido.

## 15.6. Técnicas Operativas

Se tendrán en cuenta las recomendaciones generales sobre punteado indicadas en los capítulos 10 y 21.

### 15.6.1. Empleo de respaldo

En el soldeo por arco sumergido se produce una gran cantidad de metal fundido. Este metal líquido debe soportarse de alguna forma hasta que solidifique, ya que por sí solo muchas veces no es capaz y puede perderse su control.

En la tabla 15.3 se explican, brevemente, los diferentes métodos para soportar el metal líquido cuando se requiere penetración completa.

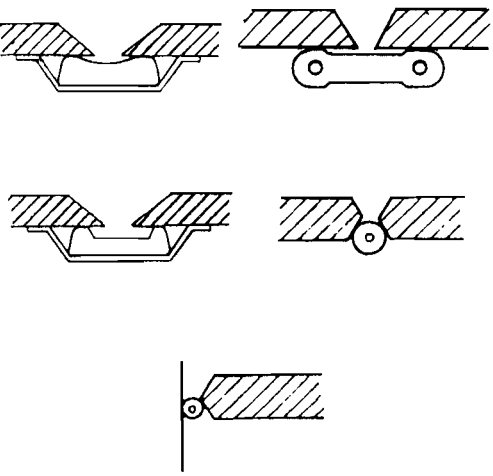
Método de respaldo	Gráfico
<p><i>Placas de respaldo</i></p> <p>En este caso la soldadura se apoya en una placa metálica o cerámica, si es metálica la placa puede fundir con el cordón de soldadura y puede llegar a ser una parte integrante de la pieza de forma permanente.</p> <p>Las placas de respaldo, en cualquier caso, deben ser compatibles con el metal a ser soldado. Las placas de respaldo cerámicas suelen ser en forma de barras y en forma de placas, con ranura curva o plana muchas veces ensambladas en cinta de aluminio.</p> <p>Nota: El respaldo puede pertenecer a la unión.</p>	 <p>Disposiciones típicas de las placas de respaldo</p>

TABLA 15.3: MÉTODOS PARA SOPORTAR EL METAL LÍQUIDO DURANTE EL SOLDEO.  
RESPALDOS

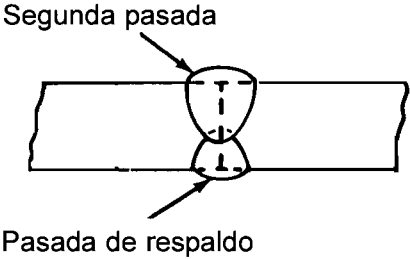
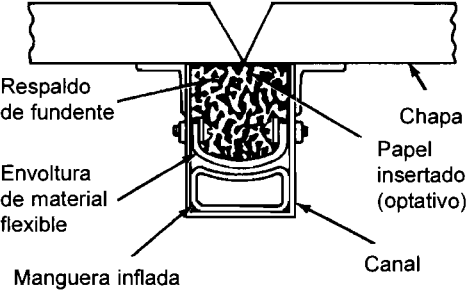
Método de respaldo	Gráfico
<p><i>Cordones de soldadura de respaldo</i></p> <p>En algunas ocasiones se realiza la soldadura de la raíz con otros procesos como FCAW, GMAW, SMAW, estas soldaduras servirán de respaldo a las siguientes realizadas con SAW.</p> <p>La pasada de raíz de respaldo puede permanecer como parte de la unión o ser retirada.</p> <p>Nota: El respaldo puede pertenecer a la unión.</p>	
<p><i>Placas de respaldo de cobre</i></p> <p>Algunas veces se utilizan placas de respaldo de cobre que no deberán fundir con el metal de soldadura. Por eso se usan de cobre, por su gran conductividad térmica que impedirá la fusión de la placa; a veces las placas van refrigeradas por agua dificultando aún más su fusión; de todas formas la masa de la placa de respaldo será la suficiente para evacuar el calor necesario que evite la fusión de la misma.</p> <p>Nota: El respaldo se retira.</p>	
<p><i>Respaldo de fundente</i></p> <p>A veces se emplea como respaldo para el soldeo por arco sumergido fundente sometido a una cierta presión. El fundente se dispone en una envoltura de material flexible y por debajo se sitúa una manguera inflada que suministra una presión moderada por la raíz de la soldadura.</p> <p>Nota: El respaldo se retira.</p>	 <p>Método para situar el respaldo de fundente en el soldeo por arco sumergido</p>

TABLA 15.3 (CONTINUACIÓN): MÉTODOS PARA SOPORTAR EL METAL LÍQUIDO DURANTE EL SOLDEO. RESPALDOS

**15.6.2. Empleo de apéndices**

Se pueden utilizar apéndices de soldadura para iniciar y finalizar la unión y para proporcionar un medio de soportar el baño de fusión, el fundente y la escoria (figura 15.1); el material de los apéndices debe ser compatible con el material base

y deberán tener la misma preparación, además deberán tener la anchura suficiente para soportar el fundente.

### 15.6.3. Soldeo circunferencial

El soldeo circunferencial difiere del realizado sobre chapa en posición plana por la tendencia que tiene el baño de fusión y el fundente a resbalar por efecto de la gravedad, separándose del arco. Para prevenir desprendimientos o distorsiones del cordón de soldadura, éste deberá solidificar antes de que pase por la posición más baja o más alta del tubo, dependiendo de si la soldadura es exterior o interior. La forma del cordón de soldadura depende de la posición del alambre. Un desplazamiento respecto a la vertical muy pequeño para el soldeo exterior, o muy grande en el caso del soldeo por el interior, producirá una soldadura muy estrecha, con penetración muy grande y con exceso de sobreespesor [ver figura 15.11 (B)]. Cuando el desplazamiento respecto a la vertical es muy grande en el soldeo por el exterior, o muy pequeño para el soldeo interior, produce una soldadura muy ancha y cóncava [ver figura 15.11 (C)].

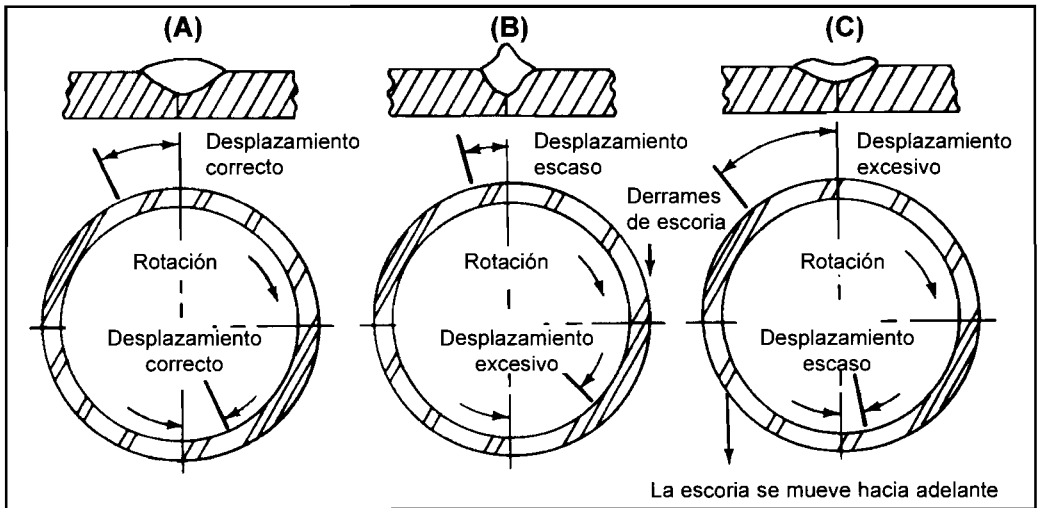


FIGURA 15.11: EFECTO DE LAS POSICIONES DEL ELECTRODO SOBRE LA FORMA DEL CORDÓN DE SOLDADURA DURANTE EL SOLDEO CIRCUNFERENCIAL

Si la tubería posee un diámetro muy pequeño, el fundente resbalará y no protegerá suficientemente la unión. Un método de solucionar el problema es utilizar una boquilla dispuesta concéntrica con el alambre, también se puede emplear un cepillo de alambre de acero compatible con el material base flexible y que resista el calor, que se dispondrá por delante del punto de soldeo sujetando el fundente.

También se deberá tener en cuenta los parámetros de soldeo, evitando intensidades excesivas que producirían baños de fusión muy grandes con tendencia a resbalar.

### **15.6.4. Posición del alambre**

Para determinar la posición adecuada del alambre se deben considerar tres factores:

- Su alineación en relación a la unión.
- El ángulo de inclinación en dirección lateral; el ángulo de trabajo.
- El ángulo de desplazamiento, que determina si el soldeo se realiza hacia atrás o hacia adelante.

### **15.6.5. Cebado del arco y terminación del soldeo**

Existen varios métodos para cebar el electrodo; la elección del método dependerá del tiempo asignado a las labores de iniciación de la soldadura respecto al tiempo total del soldeo, el número total de piezas a ser soldadas, el tipo de fuente de energía disponible y la importancia de la disposición de los puntos de soldadura en un determinado lugar de la unión.

#### ***Cebado con bola de lana de acero***

Se puede disponer una bola de lana de acero compacta que en el caso del soldeo de acero inoxidable deberá ser también de acero inoxidable, suele ser de unos 10 mm de diámetro y se dispone en la parte inferior del electrodo. Se hace descender el alambre hasta que la bola se comprime hasta la mitad de su altura inicial, se aplica el fundente y se inicia el soldeo. La bola de acero se funde con rapidez cebando el arco.

#### ***Cebado con alambre afilado***

El alambre se corta para configurar en su extremo un punta afilada. Se le hace descender con esta forma hasta que la punta contacta con la pieza, se aplica el fundente y comienza el soldeo, la punta del alambre funde con gran facilidad y se consigue el cebado del arco.

#### ***Cebado por raspado***

Se hace descender el alambre hasta que entra en contacto con la pieza y se aplica el fundente. Se le hace mover en la dirección de soldeo y se aplica la intensidad de soldeo.

### ***Cebado por fundente fundido***

Siempre que exista un baño de fundente el arco puede ser cebado introduciendo simplemente el alambre dentro del baño de fundido, este método se suele emplear cuando se suelda con alambres múltiples, en este caso basta con cebar uno de los alambres, los otros establecerán el arco simplemente introduciéndose en el baño fundido.

### ***Cebado mediante electrodo retráctil***

Para utilizar este método el equipo de soldeo debe estar diseñado a tal efecto. Es un método adecuado cuando la disposición del cebado del arco tiene cierta importancia.

La práctica normal es descender el alambre hasta que éste contacta con la pieza, entonces se cubre con el fundente y se aplica la intensidad de soldeo, la baja tensión existente manda una señal al alimentador de alambre que separa el electrodo de la pieza, a medida que la tensión aumenta el motor de alimentación cambia el sentido para alimentar el alambre hacia la superficie de la pieza. La velocidad de alimentación del alambre se estabiliza.

### ***Cebado por alta frecuencia***

Este método requiere una fuente de alta frecuencia, sin embargo no necesita la manipulación de ningún operario y es muy útil cuando la operación de soldeo es intermitente.

Cuando el alambre está muy cerca de la pieza, aproximadamente a 1 ó 2 mm de ésta, el generador de alta frecuencia produce impulsos de alta tensión y alta frecuencia y se consigue el cebado del arco.

### ***Terminación del soldeo***

En algunas máquinas de soldeo, la máquina detiene tanto el suministro eléctrico como el movimiento de la máquina, cortando de forma brusca la soldadura. En otras, sin embargo, la máquina deja de moverse en la dirección de la soldadura pero sigue el suministro de alambre durante un tiempo predeterminado. Otro tipo de sistema invierte la dirección de soldeo durante una determinada longitud mientras el soldeo continua. En los dos últimos casos se produce el llenado del cráter.

## **15.6.6. Retirada de la escoria**

Se deberá realizar al final de la soldadura y entre pasadas en las uniones multipasada. Se evitarán los cordones de soldadura excesivamente convexos y abultados que dificultan, también entre pasadas, la retirada de la escoria.

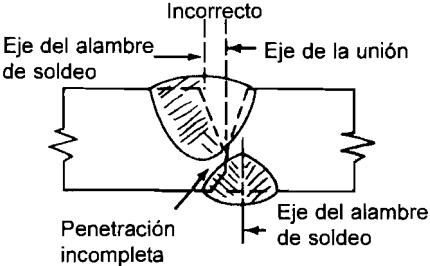
## 5.7. Defectos Típicos en las Soldaduras

<b>Defecto: Porosidad</b>	
<i>Causas</i>	<i>Remedios</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Material base contaminado.</li><li>- Alambres contaminados o sucios.</li><li>- Velocidad de soldeo elevada.</li><li>- Insuficiente cantidad de fundente.</li><li>- Contaminantes en el fundente.</li><li>- Fundente atrapado en la zona inferior de la unión tras la(s) primera(s) pasada(s).</li><li>- Residuos de escoria en las pasadas de raíz realizados con electrodo revestido.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Extremar la limpieza del material base.</li><li>- Desengrasar</li><li>- Evitar la suciedad en el taller.</li><li>- Ajustar la velocidad de desplazamiento.</li><li>- Utilizar la cantidad de fundente adecuada.</li><li>- Recuperación del fundente controlada.</li><li>- Realizar una limpieza adecuada.</li><li>- Realizar una limpieza adecuada.</li></ul>
<b>Defecto: Falta de fusión o de penetración</b>	
NOTA: El baño de fusión no aporta, por sí solo, la cantidad de calor suficiente para fundir el material base. Solamente el calor aportado por el arco es capaz de hacerlo. Si el arco no llega a las caras o a la raíz de la unión se producirá la falta de fusión.	
<i>Causas</i>	<i>Remedios</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Parámetros de soldeo no adecuados.</li><li>- Diseño inapropiado de la unión.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aumentar la intensidad.</li><li>- Reducir la velocidad de soldeo.</li><li>- Disminuir la extensión.</li><li>- Reducir el diámetro del alambre.</li><li>- Elegir polaridad directa.</li><li>- Aumentar la separación de la raíz.</li><li>- Reducir el talón.</li></ul>



**Defecto: Falta de fusión o de penetración**

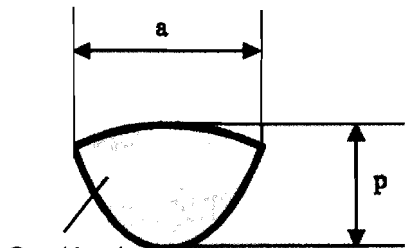
NOTA: El baño de fusión no aporta, por sí solo, la cantidad de calor suficiente para fundir el material base. Solamente el calor aportado por el arco es capaz de hacerlo. Si el arco no llega a las caras o a la raíz de la unión se producirá la falta de fusión.

<i>Causas</i>	<i>Remedios</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alambre no centrado con respecto a la unión.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centrar el alambre.</li> </ul>

**Defecto: Mordeduras**

<i>Causas</i>	<i>Remedios</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensidad excesiva.</li> <li>- Velocidad de avance excesiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir la intensidad para que el calentamiento de la pieza sea menor.</li> <li>- Disminuir la velocidad de avance.</li> </ul>

**Defecto: Grietas situadas normalmente en el centro del cordón**

<i>Causas</i>	<i>Remedios</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cordones excesivamente profundos o altos.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener la anchura de cada cordón (a) mayor que su altura (p). Corregir la geometría de la unión o las variables de soldeo (reducir la intensidad y la velocidad)</li> </ul>







