

**TUTORIAL N° 41**

**EQUIPOS Y  
ÚTILES DE LA  
SOLDADURA  
POR ARCO  
ELÉCTRICO**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción
  - 1.1. Generalidades
2. Fuente de corriente
  - 2.1. Generalidades
  - 2.2. Transformadores de corriente
  - 2.3. Características de las fuentes de corriente
  - 2.4. Interacción equipo/proceso de soldeo
3. Otros accesorios
  - 3.1. Cables de soldadura
  - 3.2. Antorchas y pinzas portaelectrodos
  - 3.3. Pinzas de masa
  - 3.4. Útiles de protección y limpieza
  - 3.5. Galgas de calibración
  - 3.6. Posicionadores
4. Consideraciones sobre seguridad
  - 4.1. Peligrosidad por la corriente eléctrica
  - 4.2. Peligrosidad por el arco
  - 4.3. Peligrosidad por gases y vapores
  - 4.4. Peligrosidad por escorias

# EQUIPOS Y ÚTILES DE LA SOLDADURA

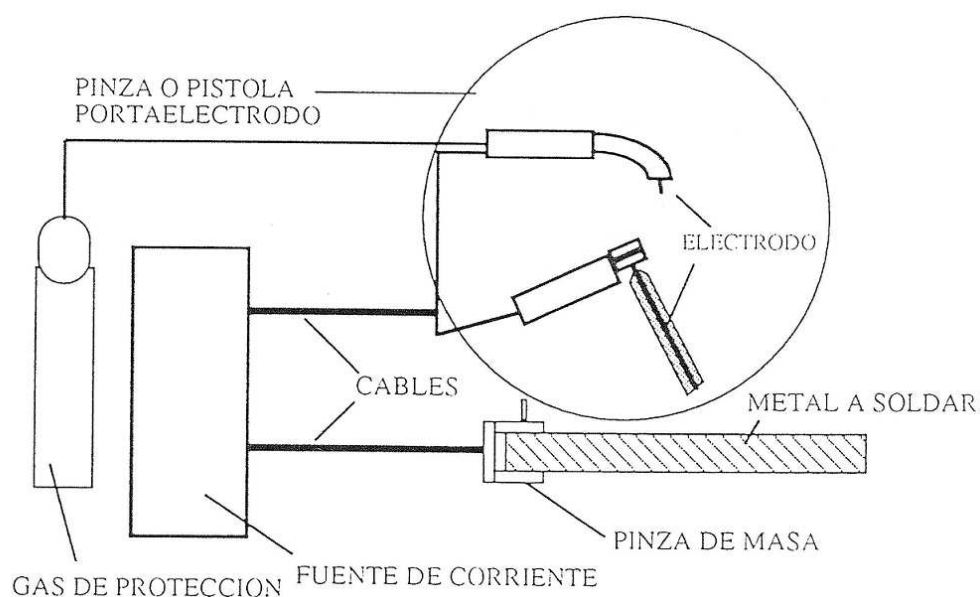
## POR ARCO ELÉCTRICO

### 1. Introducción

#### 1.1. Generalidades

El equipo básico necesario para el proceso de soldadura por arco eléctrico consta de los siguientes elementos:

- fuente de corriente;
- cables;
- pistola o pinza porta-electrodo;
- pinza de masa;
- gas de protección (tipo dependiendo del proceso) y mangueras;
- elementos de seguridad (careta, guantes y mandril).



Adicionalmente a lo anterior también se suelen emplear los siguientes útiles:

- cepillo de alambres;
- piquetas para eliminar la escoria una vez solidificado el cordón, dado que si no se elimina correctamente puede crear corrosión;
- galgas de calibración para medir profundidad y sobre-espesores del cordón;
- posicionadores.

## 2. Fuente de corriente

### 2.1. Generalidades

Para los procesos de soldadura por arco eléctrico se requiere el empleo de altas intensidades (para elevar la temperatura del electrodo) y bajo voltaje.

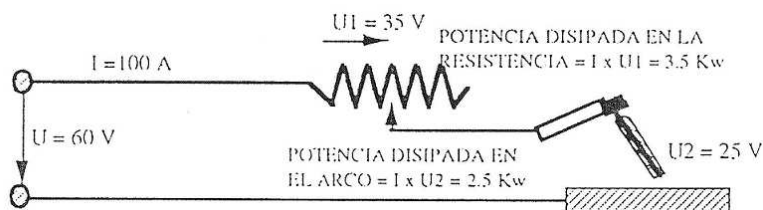
Las redes de suministros no proporcionan la energía eléctrica en condiciones de ser utilizada directamente, sino que es necesaria su transformación y adaptación a las necesidades especiales para la soldadura.

Del mismo modo, sólo para el proceso de cebado del arco, o también en procesos donde el modo de transferencia sea por cortocircuito, el uso de la red directamente provocaría intensidades de cortocircuito elevadísimas y nada recomendables para su uso de forma segura.

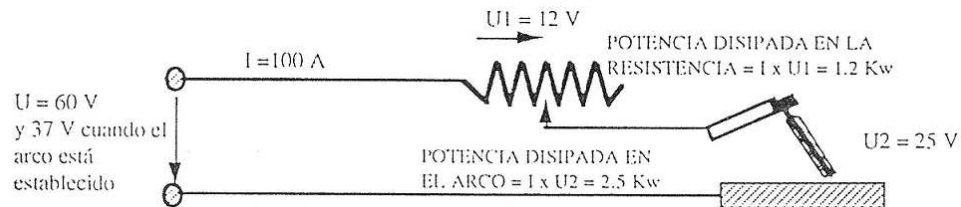
Una forma, aunque rudimentaria y nada óptima, sería colocar en serie una resistencia "R" que limite el valor de la intensidad, a la vez que proporcionaría una red de baja tensión. No obstante, esta solución resulta de un rendimiento bajísimo y nada económico, debido a la gran pérdida de energía por efecto Joule que tendría lugar en la resistencia:



Para solucionar estos inconvenientes, la fuente de corriente que se emplea en soldadura está diseñada de forma que dé un potencial alto necesario durante la fase que dure de cebado del arco,



Sin embargo, una vez estabilizado el arco el potencial que dé la fuente bajará, adaptándose de esta manera según los requerimientos en cada caso, consiguiéndose mejorar el rendimiento y el ahorro de energía,

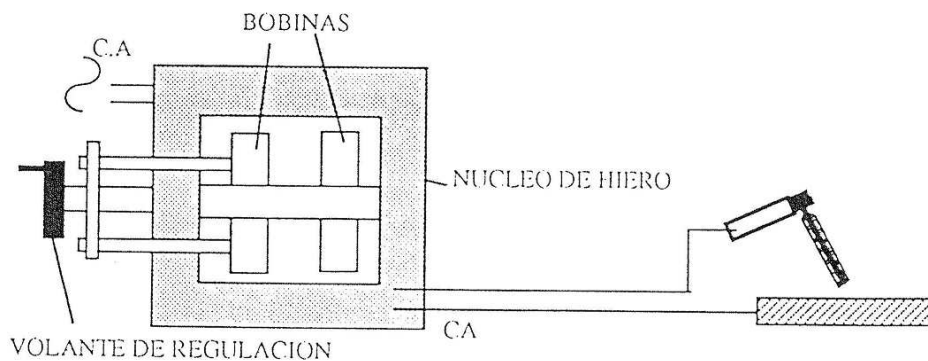


## 2.2. Transformadores de corriente

A continuación se exponen las distintas modalidades de fuentes de corriente que se emplean normalmente en soldadura:

- Transformadores (CA  $\rightarrow$  CA):

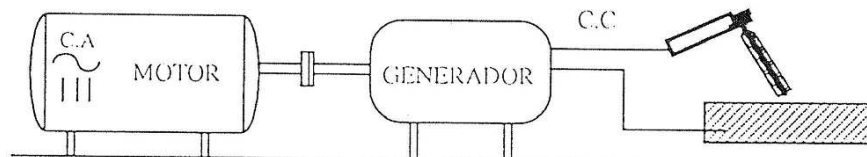
El uso de transformadores sirve para adaptar o transformar la corriente alterna de la red a otro tipo apta para soldar. Existen una gran variedad de transformadores en función del tipo de regulación, que puede ser continuo o discreto.



Este tipo de transformadores son los más baratos, y se emplean fundamentalmente para la soldadura con electrodo revestido y para TIG en aluminio.

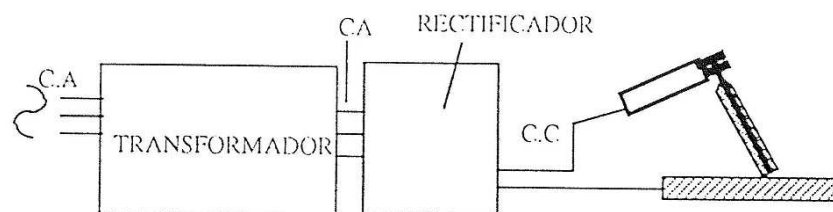
- Convertidores (CA → CC):

Son aparatos que transforman la corriente alterna (CA) de la red en corriente continua (CC) apta para soldar. Están constituidos por un motor (que puede ser de combustión interna o eléctrico) y de un generador de corriente (una dinamo, por ejemplo).



- Rectificadores (CA → CC)

Son los equipos más caros. Disponen de un circuito electrónico para transformar la corriente alterna de la red en continua apta para soldar.

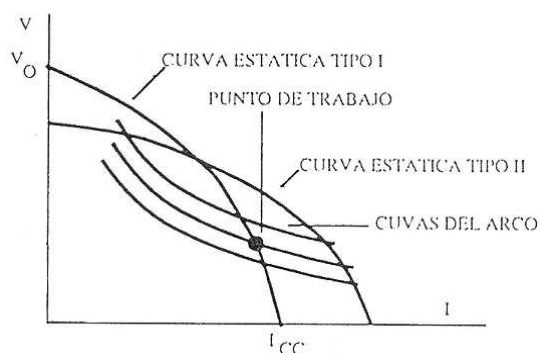


Evidentemente, una vez visto las distintas fuentes de corriente que se dispone en el mercado, ahora sólo queda elegir la que mejor se adapta a las necesidades de uso. Para ello, los siguientes parámetros son los que van a condicionar su uso:

- el tipo de corriente (CA ó CC) va a depender del tipo de proceso de soldadura;
- del tipo de electrodo empleado;
- la tensión de trabajo;
- la potencia;
- disponibilidad presupuestaria.

### 2.3. Características de las fuentes de corriente

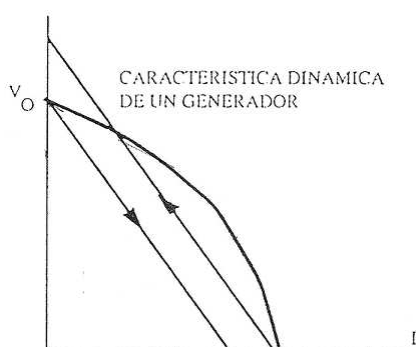
Todas las fuentes de corriente tienen un diagrama V-I (diagrama estático de tensión-intensidad) descendente.



La intersección del diagrama estático de la fuente de corriente con la curva del arco proporciona el punto de trabajo durante el proceso de soldadura.

Lo ideal para que el proceso sea estable es que el diagrama estático de la fuente sea de pendiente lo más acusada posible, es decir, que aparezca lo más caído posible en el diagrama. Así, pequeñas variaciones de voltaje provocados por pequeñas variaciones en la longitud del arco (debido al variar la distancia electrodo-pieza), no provoquen variaciones importantes de la intensidad. En el caso de la figura, la curva estática tipo I es más conveniente que la tipo II.

Por otro lado, los generadores poseen una característica dinámica que tiene en cuenta el tiempo de reacción. En la siguiente representación se expone la evolución seguida durante el establecimiento de un corto (electrodo toca la pieza) y posterior restitución a las condiciones estables (cuando se separa el electrodo de la pieza).

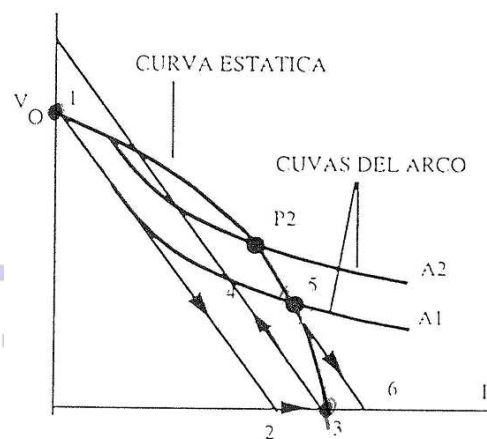


De lo que se deduce que la característica dinámica de un generador debe ser también de pendiente acusada, para que el arco no se interrumpa si el soldador varía la distancia electrodo-pieza.

## 2.4. Interacción equipo/proceso de soldeo

A continuación se expone la influencia de las características de un generador en un proceso de soldeo con modo de transferencia en cortocircuito.

- Caso A: Equipo con características dinámica y estática adecuada



En la figura se muestra la evolución ocurrida durante el proceso de soldeo. El punto 1 marcado señala el momento inicial, con el circuito abierto. A continuación tiene lugar el cebado del arco, representado por la trayectoria 123. Una vez cebado el arco, se separa gradualmente el electrodo hasta alcanzar el punto de trabajo estable, marcado como punto 5. El punto P2 marca un nuevo punto de trabajo, que puede ocurrir, por ejemplo, si se mueve el electrodo variando la distancia electrodo-pieza o si cambia la curva del arco. Por último, el recorrido 56345 es el que marcaría al realizarse la transferencia de material por cortocircuito.

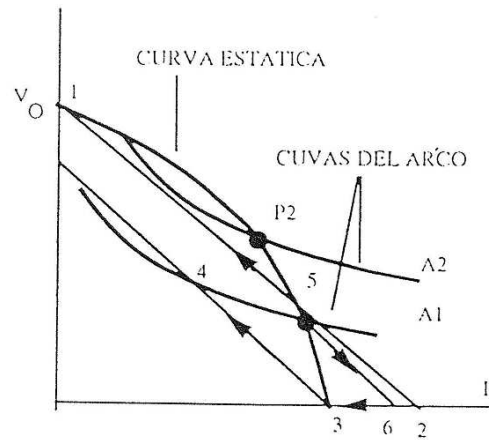
- Caso B: Equipo con características dinámica no adecuada

La siguiente curva marca la ineficacia del equipo debido a:

- la intensidad de cortocircuito transitoria que presenta es elevada;
- la tensión a circuito abierto transitoria es muy baja;



- presenta una curva muy sensible a variaciones de longitud de arco.



El punto 1 marca el comienzo del proceso. El cebado del arco se representa por la trayectoria 123. La evolución 345 representa el establecimiento del arco, siendo el punto 5 el punto de trabajo. La evolución 563 marca el recorrido de transferencia de material por cortocircuito. Sin embargo, a diferencia del caso anterior cualquier si se mueve el electrodo es imposible alcanzar el nuevo punto de trabajo P2, por lo que el arco se interrumpiría, parándose el proceso.

### 3. Otros accesorios

#### 3.1. Cables de soldadura

Para los cables de soldadura se emplean cables de cobre de alta flexibilidad y aislados a base de materiales de goma o plásticos. Debido a la alta intensidad de corriente que deben soportar, se debe prestar especial atención en elegir la sección de cable más idónea:

I (A)	90	125	200	350
S (mm <sup>2</sup> )	16	25	50	120

Para longitudes superiores a 4 metros se deberá tener en cuenta la caída de tensión que se origina en los mismos. La caída tensión ( $\Delta V$ ) en cables viene dado por la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{S \cdot K}$$

siendo,

$L$ = longitud del cable;

$S$ = sección del cable;

$I$ = intensidad de corriente;

$K$  = conductividad eléctrica del material del cable.

#### 3.2. Antorchas y pinzas portaelectrodos

Dependiendo del proceso de soldeo se emplea o bien una pinza portaelectrodo o una antorcha o pistola.

- Pinza porta-electrodo:



La pinza portaelectrodos está diseñada ofreciendo un diseño compacto y ligero. En la zona de la empuñadura suele presentarse estrías para proporcionar un menor calentamiento que se transmite al operario.

- Antorcha MIG-MAG:

En ciertos modelos se incorpora un motor en la empuñadura, de 24 ó 48 Voltios con la finalidad de tensar el hilo en la punta.

En ocasiones se suele presentar un problema de arrastre con el hilo, sobretodo cuando se usan hilos blandos como el aluminio. Decir que el motor principal de arrastre del hilo se sitúa en el equipo, mientras que el pequeño motor de la empuñadura de la antorcha lo que hace es tensar el hilo para que salga recto, manteniendo un mismo stick-out (o la distancia de hilo que sobresale de la tobera y a velocidad uniforme, sin tirones). Este tipo de antorchas son ideales para aluminio o hilos suaves.



- Antorchas equipo TIG:

Las antorchas normales se denominan *SR* y tienen un micro el cual al ser accionado da una señal a la máquina para dar paso al gas.

Las antorchas cuya terminación en su denominación sea *V* se refiere a que son antorchas que llevan una válvula (grifo) que se usa para abrir y cerrar el gas.

Cuando incorporan la denominación *FX* se refiere a que el cuello de la antorcha es flexible, pudiéndose orientar a gusto del operario.



Las antorchas para proceso TIG pueden ir refrigeradas por aire o por líquido refrigerante. Como precaución se debe tener que antes del llenado del depósito, bomba y antorcha con líquido refrigerante, el circuito debe ser lavado bien con agua corriente y luego secarlo con aire comprimido. Generalmente, este líquido hay que cambiarlo cada 2 años aproximadamente. Como ejemplo de líquido refrigerante para soldadura es el BTC-15.

### 3.3. Pinzas de masa

Se debe cuidar que la conexión de la pinza de masa a la pieza quede solidaria para evitar que se produzcan chisporroteos en el punto de conexión, además que sea de una calidad buena para que se produzca el circuito eléctrico correctamente.

Es muy importante que el trenzado de cobre sea robusto y no presente cortes o mermas en la sección.

Existen también pinzas de masa con tornillo que se emplean para soportar grandes amperajes.



### 3.4. Útiles de protección y limpieza

Debido a la gran potencia calorífica que desprende el arco y la gran luminosidad, el operario debe protegerse adecuadamente mediante el empleo de careta, guantes y mandril.

La careta, provista de cristales especiales, permite la visión del baño de fusión sin peligro. Debe mantenerse por sí misma sobre la cabeza, dejando libre ambas manos para el trabajo. Proporcionan una protección frente a radiaciones ultravioletas e infrarrojas (UVA/IR).

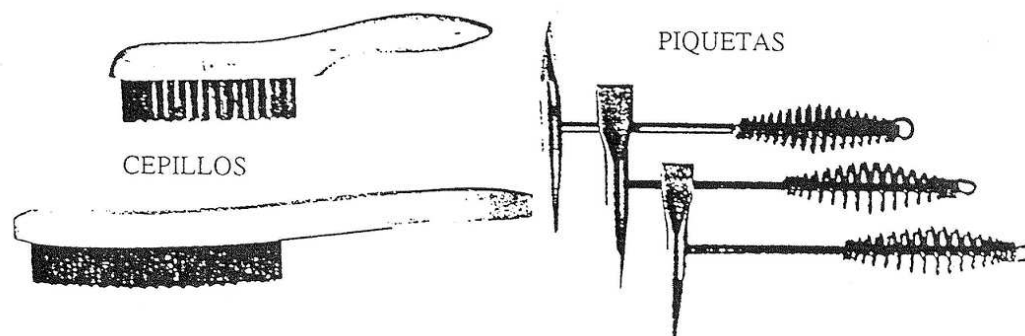
Ya existen en el mercado caretas provistas de filtro que se oscurecen automáticamente una vez iniciado el arco, y que se aclara

cuando finaliza éste, permitiendo una inspección inmediata y segura del cordón realizado y permite la preparación para el siguiente, aumentando así la productividad y reduciendo los tiempos muertos.



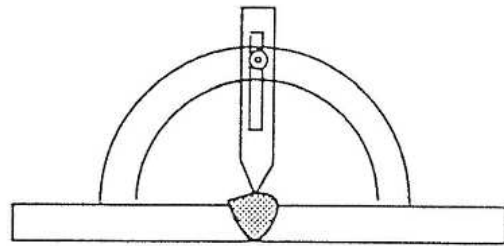
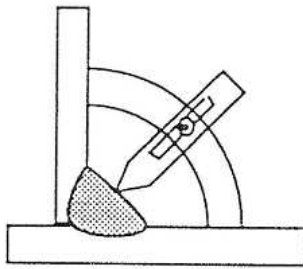
Otros modelos de careta disponen además de filtros que reducen la concentración de  $\text{CO}_2$  que se origina dentro de la careta. El  $\text{CO}_2$  que se va acumulando dentro del caso causa fatiga y una sensación de náusea. El uso de filtros de este tipo en cascos de soldadura reduce este inconveniente.

En cuanto a los elementos de limpieza fundamentalmente se emplean para quitar la escoria, que se genera en los procesos donde se utiliza el electrodo revestido o el sumergido, y que se elimina una vez solidificado el baño, quedando así limpio el cordón. Cuando se utiliza el procedimiento MIG-MAG no se genera escoria. Adjunto se exponen los útiles más representativos.



### 3.5. Galgas de calibración

Se emplean durante la inspección visual de la soldadura ya ejecutada para controlar las dimensiones del cordón.



### 3.6. Posicionadores

Son equipos o bancadas sobre los que se apoya la pieza a soldar y que permite situar la pieza en la posición que resulte más cómoda al operario para ejecutar la soldadura.



## **4. Consideraciones sobre seguridad**

### **4.1. Peligrosidad por la corriente eléctrica**

El uso de tensiones elevadas aumenta el peligro de la corriente eléctrica. Normalmente los valores de tensión empleados en los procesos de soldadura no son peligrosos, aunque pueden convertirse en mortales si la descarga se produce en una situación donde el grado de aislamiento no es el adecuado (por ejemplo, con humedad presente en la ropa o calzado se rebaja considerablemente la resistencia propia del cuerpo humano, o mojando la pinza portaelectrodo, etc.)

Por tanto el equipo de soldadura a emplear debe estar aislado convenientemente y la toma de tierra en buen estado.

Otros peligros relacionados con la electricidad ocurren si se emplea en los circuitos de refrigeración que alimenta a las antorchas de los procesos MIG-MAG y TIG, agua corriente del grifo en vez del líquido especial de refrigerante que existe en el mercado para el caso. El agua corriente, además de contener cal que terminará obstruyendo el paso del propio agua, posee partículas metálicas disueltas, procedente de las tuberías y depósitos por donde circulan, por lo que en presencia de una corriente eléctrica, el agua se convierte en un medio altamente conductor y por tanto, muy peligroso.

### **4.2. Peligrosidad por el arco**

La elevada intensidad lumínica y térmica del arco genera una radiación UVA/IR ultravioleta que puede generar quemaduras en la piel y ojos. Para ello se hace imprescindible de disponer de guantes y mandril de cuero, además de careta provista de cristales protectores debidamente homologados. Los rayos ultravioletas producidos por el arco no penetran como lo hacen los rayos X, por lo que no hay peligro de daño interno.

### **4.3. Peligrosidad por gases y vapores**

Como consecuencia de la fusión de los electrodos y de la pieza aparecen gases y vapores que pueden resultar tóxicos si el volumen de los mismos supera determinados valores. En cada país las autoridades de seguridad laboral establecen los Límites de Exposición Profesional (LEP) para cada contaminante específico.

En el mercado existen equipos de protección respiratoria, o también llamados respiradores, para uso del propio operario. Para hacer una buena elección de un respirador hay que conocer el tipo de contaminante que son transportados en el aire y su concentración, que ayude a determinar el factor de protección necesario. Los respiradores se clasifican en tipos y según el factor de protección que proporcionan. El factor de protección indica la cantidad de contaminantes que se eliminan o se filtran antes de llegar a las vías respiratorias del soldador.

Por ejemplo en un lugar de trabajo donde se realizan soldaduras en acero inoxidable se comprueba que existe una concentración de óxido de zinc de  $25 \text{ mg/mm}^3$ , cuando el LEP legal es de sólo  $5 \text{ mg/mm}^3$ . Por lo tanto, en este caso sería necesario elegir un respirador con un factor de protección de 5 como mínimo.

No obstante, el empleo de medidas de seguridad individual como el caso de los respiradores, se recomienda combinarlas con otras colectivas, como por ejemplo el empleo de sistemas de extracción de humos y ventilación forzada del local donde se realicen labores de soldeo.

#### 4.4. Peligrosidad por escorias

Cuando se ejecuta la soldadura con electrodo revestido, tiene lugar la formación de escoria fundida que flota sobre el baño que lo protege de la atmósfera durante la solidificación. Pero una vez solidificada hay que proceder a eliminar la escoria, que todavía permanece caliente y puede producir quemaduras en la piel, por lo que debe emplearse gafas protectoras durante su eliminación. Además la piqueta debe utilizarse de forma adecuada para que la escoria no salga proyectada hacia el soldador.