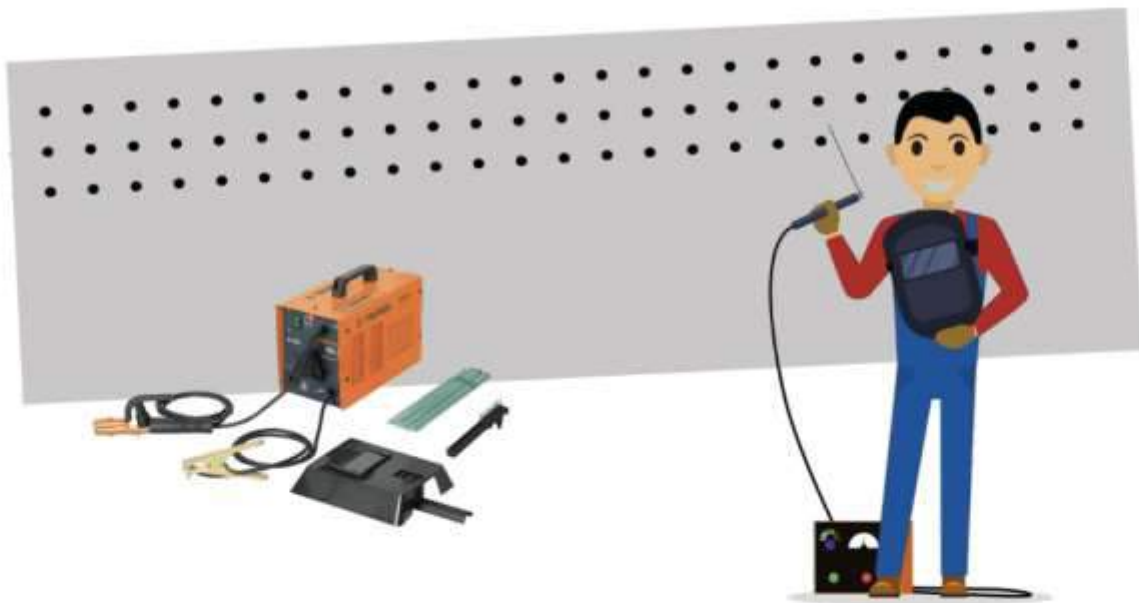




Horizontes  
Programa de Secundaria Rural

# SOLDADURA DE ARCO ELÉCTRICO



## Unidad 3

(Tercera parte)

**CUSCO**



Estos materiales para guiar la formación técnica han sido elaborados por docentes del área de Educación para el trabajo de las secundaria Horizontes, los directivos y docentes de los CETPROS y/o por expertos temáticos que dieron guía y soporte a estos diseños en base a fuentes de internet y fuentes locales sobre las que tenían a disposición durante la pandemia de la COVID-19. Los materiales son puestos a disposición como fuente abierta para fomentar los servicios de formación técnica en zonas rurales con fines educativos.



Hola continuaremos con la tercera unidad del módulo.  
¡Manos a la obra!



Imagen: Internet

En esta tercera unidad seguiremos desarrollando las siguientes competencias y capacidades del área Educación para el Trabajo:

Competencia	Capacidades	Desempeños
Gestiona proyectos de emprendimiento económico o social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica habilidades técnicas.</li> <li>• Trabaja cooperativamente para lograr objetivos y metas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica normas de seguridad en el trabajo y hace uso adecuado de los EPP<sup>1</sup> que le ayudan a prevenir accidentes y actuar de manera adecuada en caso de registrar incidentes.</li> <li>• Identifica los diferentes equipos, accesorios y etapas necesarios para soldadura.</li> <li>• Emplea con pericia habilidades técnicas para preparar los equipos y materiales de soldadura, y ejecutar diferentes tipos de soldadura.</li> </ul>

Esta unidad te presentamos las sesiones 8, 9, 10, 11 y 12. Estas son las últimas sesiones de esta unidad

Actividades de aprendizaje	Propósitos de aprendizaje	Duración
1. Identifica e interpreta las Normas de Seguridad Ocupacional en el trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica e interpreta las Normas de Seguridad Ocupacional en el trabajo teniendo como referencia la ley N° 29789.</li> </ul>	1 semana
2. Identificamos los riesgos eléctricos en soldadura por Arco Eléctrico y Electrodo Revestido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica dónde se origina el riesgo y adopta las medidas técnicas necesarias para evitarlo.</li> </ul>	1 semana
3. Conocemos los equipos de protección personal para el trabajo de soldadura por Arco Eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica y usa de manera correcta los equipos de protección personal para el trabajo de soldadura por Arco Eléctrico (EPP).</li> </ul>	1 semana
4. Prevenimos las quemaduras de Arco Eléctrico y actuamos de manera adecuada en caso de accidentes que generen quemaduras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce lugares o espacios posibles que se puedan producir explosiones mediante líquidos inflamables y así evitar quemaduras de Arco Eléctrico.</li> </ul>	1 semana

<sup>1</sup> Equipos de Protección Personal



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previene accidentes ejecutando protocolos de seguridad y aplicando conocimientos que le ayudan a evitar siniestros.</li> <li>• Procede de manera adecuada en caso de accidentes que generen quemaduras.</li> </ul>	
5. Conocemos las máquinas de soldar y los distintos tipos de soldadura que existen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica y arma la máquina de soldar por Arco Eléctrico.</li> <li>• Conoce los tipos de soldadura como soldador de Arco Eléctrico, soldador de estaño, soldador a gas y otros.</li> </ul>	1 semana
6. Conocemos los accesorios de las máquinas de soldar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce y describe los accesorios de las máquinas de soldar.</li> </ul>	1 semana
7. Conocemos las etapas de la Generación del Arco Voltaico y Circuito Eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce las diferentes etapas de la generación del Arco voltaico y Circuito Eléctrico a largo de la historia.</li> </ul>	1 semana
8. Conocemos el Circuito de Soldadura por Arco Eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce las etapas de un circuito de soldadura por Arco Eléctrico.</li> </ul>	1 semana
9. Preparamos el equipo de Soldar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepara la máquina de soldar y asimismo revisa si tiene algún daño.</li> </ul>	1 semana
10. Preparamos el material base e identificamos el material de aporte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparara todos los materiales necesarios e identifica los materiales de aporte en la soldadura de Arco Eléctrico.</li> </ul>	2 semana
11. Encendemos y mantenemos el Arco Eléctrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecuta el proceso de encendido mantención del Arco Eléctrico cumpliendo las normas de seguridad establecidas.</li> </ul>	1 semana
12. Ejecutamos el depósito de cordones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecuta la secuencia de depositar cordones en primera instancia plano.</li> </ul>	4 semana



Técnico soldador

Imagen: Internet

Empecemos a trabajar. Lee atentamente tus cuadernillos, desarrolla las actividades y practica mucho.

## HOJA DE ORIENTACIONES



Técnico soldador

Imagen: Internet

¡Bienvenidas y bienvenidos! Seguimos con la tercera unidad, ahora nos corresponde desarrollar la octava sesión en la que conoceremos el circuito eléctrico y la generación de arco voltaico en soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido para poder utilizarlo correctamente.

### Propósito de aprendizaje.

Selecciona procesos pertinentes al usar el circuito eléctrico en la soldadura y la generación del arco voltaico, teniendo en cuenta las etapas que ocurren con la tensión en una máquina de soldar por arco eléctrico.

### Producto (Evidencia de aprendizaje)

Ficha descriptiva de los principales componentes y procesos ocurridos en una máquina de soldar.

### ¿Qué debes realizar para alcanzar los propósitos de aprendizaje?



Imagen: Internet

### ¿Cómo se realizará la evaluación y la retroalimentación?

Durante el desarrollo de las actividades tu profesor/a se comunicará contigo para acompañarte en el desarrollo de las actividades. Al finalizar el desarrollo de las actividades, debes enviar una foto de los productos que elaboraste (mediante WhatsApp o por el medio que te indique tu profesor/a). El profesor/a revisará tu producto y te devolverá con las observaciones, indicaciones y sugerencias para que puedas mejorar tus resultados de aprendizaje. **“En caso de tener dudas o necesitas más apoyo comunícate con tu profesor/a, envíale un mensaje o llámalo/a”.**



## HOJA DE INFORMACIÓN



Imagen: 123RF

**¿Qué es el circuito eléctrico? ¿Qué fenómenos ocurren en el arco voltaico en la soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido? Las respuestas las encontraremos a continuación.**

Recuerda que es importante conocer el circuito eléctrico de la soldadura y los fenómenos que ocurren en el arco voltaico para poder controlar la tensión en las máquinas de soldar. La manipulación correcta al momento de generar calor en la soldadura es indispensable para realizar un cordón de soldadura de calidad.

Cuando unimos piezas metálicas a través de la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido, lo que básicamente estamos haciendo es unir las piezas aprovechando la temperatura que llega a fundir el metal, esta temperatura se genera a partir del circuito eléctrico. Veamos información que nos ayudará a entender cómo ocurre este fenómeno.



### 1. Circuito eléctrico en las máquinas de soldar

#### 1.1. El circuito eléctrico

El proceso de electrodo revestido, conocido como SMAW (Shield Metal Arc Welding), es un proceso de soldadura por arco eléctrico.

El circuito eléctrico es el conjunto de elementos eléctricos conectados entre sí que permiten generar, transportar y utilizar la energía eléctrica con la finalidad de transformarla en otro tipo de energía como, por ejemplo, en la soldadura, la energía eléctrica se transforma en energía calorífica.

Una corriente eléctrica no circula si no tiene un camino cerrado sobre sí; éste camino se llama circuito eléctrico.

## 1.2. El circuito de soldadura por arco eléctrico

La corriente fluye a partir del **borne** de la máquina de soldar, donde se fija el cable del electrodo (1), y termina en el **borne** de la máquina, donde se fija el cable de tierra o de trabajo (2).

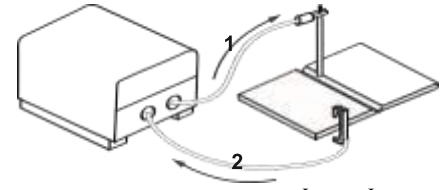


Imagen: Internet

Como puede observarse en la figura, a partir del punto (1) la corriente fluye al porta-electrodo y por éste al electrodo, salta la electricidad a la pieza formando el arco eléctrico; sigue fluyendo la electricidad por el metal base al cable, de tierra (2) y vuelve a la máquina. El circuito está establecido sólo cuando el arco se encuentra encendido.

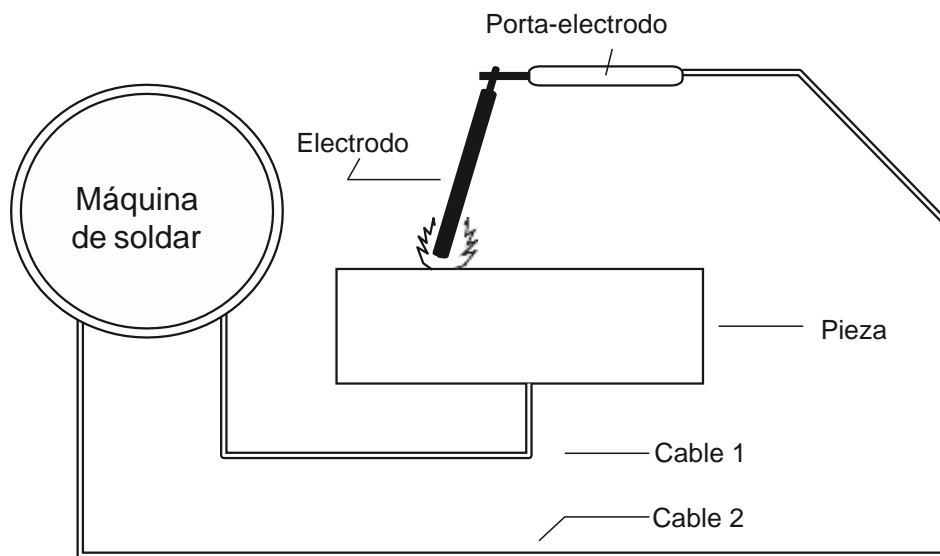


Imagen: Internet

En el circuito eléctrico siempre estarán el **Voltaje y Amperaje y la resistencia.**

**El voltaje (voltios).** Es como el agua que circula a lo largo de un tubo, como si existiese una "presión" que impulse el flujo de electrones dentro de un conductor (máquina en funcionamiento). Esta "presión", que induce una corriente eléctrica, se llama diferencia del potencial, tensión o voltaje.

El voltaje se expresa en voltios y se mide con el voltímetro y un regulador de voltaje por una magnitud en una unidad de tiempo (metros cúbicos por segundo).

**Amperaje (Amperios).** En igual forma se utiliza, para expresar la magnitud de la corriente eléctrica, la cantidad de electricidad por segundos, la unidad utilizada es el Culombio por Segundo, lo que se expresa en Amperios, y se mide con un instrumento llamado amperímetro. Todas las máquinas de soldar cuentan con reguladores, que permiten variar el amperaje o intensidad de la corriente eléctrica necesaria para soldar.

**Resistencia (Ohmios).** En la soldadura se presenta en el arco eléctrico en donde la intensidad de corriente tiene que vencer la resistencia para convertirse en calor en

la interfaz de las piezas a unir y de esta manera alcanzar temperatura de fusión del electrodo y material base.

## 2. El arco eléctrico/arco voltaico

Es el fenómeno físico por el paso de una corriente eléctrica a través de una masa gaseosa, generándose en esta zona una alta temperatura, la cual es aprovechada como fuente de calor para fundir los metales a soldar.

En los polos del arco, el voltaje varía según la longitud de éste. Al rozar el electrodo con la pieza, el voltaje es cero y va aumentando a medida que la longitud del arco se hace mayor, hasta que, por alejarse demasiado el electrodo, el arco se interrumpe y la máquina vuelve a su "voltaje en vacío", que es siempre más elevado que el voltaje de trabajo.

Para fundir el electrodo y, por lo tanto, la pieza a soldar debe elevarse a medida que aumenta el diámetro del electrodo utilizado. La regulación o aumento del amperaje la hace el soldador.

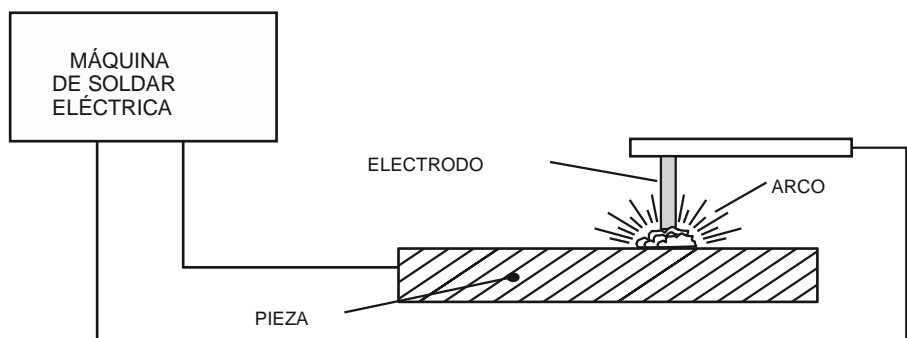


Fig. 1

Imagen: Internet

### a. Características.

El arco eléctrico llamado también arco voltaico, desarrolla una elevada energía en forma de luz y calor, alcanzando una temperatura de 4000°C, aproximadamente.

Se forma por el contacto eléctrico y su posterior separación a una determinada distancia más o menos fija de los polos positivo y negativo.

Este arco eléctrico se mantiene por la alta temperatura del medio gaseoso interpuesto entre ambos polos (Fig. 1)



Imagen: Internet

La temperatura de la cromosfera solar está a 4000 °C



### b. Ventajas

Se aprovecha como fuente de calor en el proceso de soldadura por arco (SMAW), con el fin de fundir los metales en los puntos que han de unirse, de manera que fluyan a la vez y formen una masa sólida.

### c.-Desventajas.

Provoca irradiaciones de rayos: luminosos, ultravioletas e infrarrojos los cuales producen trastorno orgánico.

### d. Clases de arco eléctrico

Se llama clases de arco eléctrico al espacio comprendido entre el extremo del electrodo y el metal base a soldar, también se le conoce con el nombre de "Distancia de arco", existen tres y tienen su aplicación, llegado el momento. Estos son:

**1.- Arco Normal (Fig. 2).** Que es cuando la distancia "B" es igual al diámetro (D) del electrodo. Esta distancia de arco es muy aparente para los operarios con poca experiencia o que recién se inician en la soldadura.

**2.- Arco Corto (Fig. 3).** Se llama así cuando la distancia "B" es menor que el diámetro "D" (el alma del electrodo). Esta distancia es empleada mayormente por los soldadores de más experiencia, especialmente para soldar electrodos básicos, obteniendo cordones limpios, bien conformados, libres de proyecciones (chispas).

**3.- Arco Largo (Fig. 4).** Es cuando la distancia "B" es mayor que el diámetro del alma del electrodo. No se aplica para soldaduras, en este caso resultan deficientes con muchas proyecciones, con electrodos celulósicos se practican cortes de emergencia en planchas, platinos y tuercas en sitios apartados donde no se cuenta con equipos oxicorte.

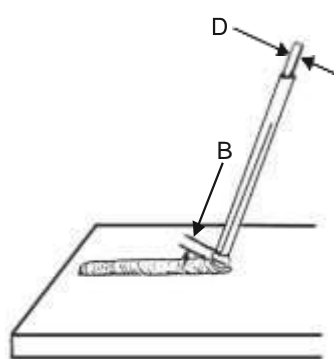


Fig. 2

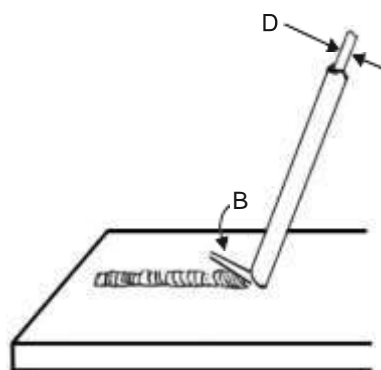


Fig. 3

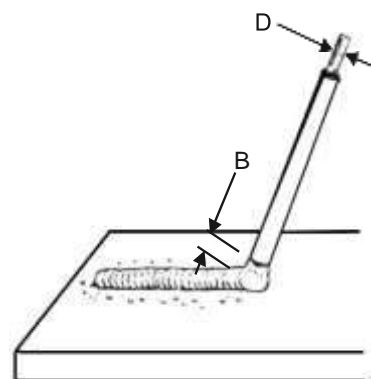


Fig. 4

Imagen: Internet

### 3. Generación del Arco Voltaico

Para comprender mejor la generación del arco eléctrico a la soldadura, es necesario conocer ciertos principios fundamentales, que son los siguientes:

#### 3.1 Circuito y partes del arco eléctrico

El operario soldador debe conocer, además del arco eléctrico mismo, cómo regular el arco. Esto requiere conocimientos del circuito de soldadura y de la máquina que entrega la corriente eléctrica utilizada por el arco. (Fig. 6 y 7)

El circuito de soldadura está formado por la máquina de soldar, los cables conductores, el electrodo o metal de aporte y la pieza a soldar.

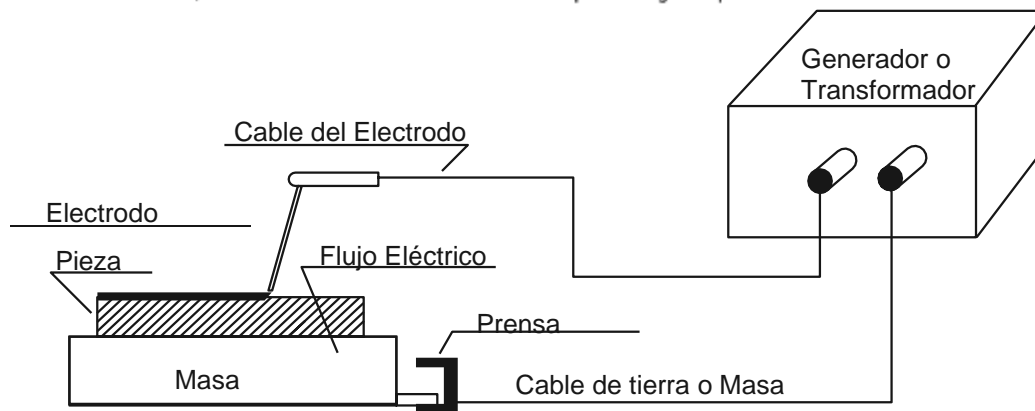


Fig. 6

Imagen: Internet

El circuito se inicia en el borne del cable del electrodo y termina en el borne de conexión del cable de tierra o masa. La corriente circula por el cable del electrodo hacia el porta-electrodo, continuando hasta el electrodo metálico donde produce el arco. Desde el otro lado del arco la corriente circula por el metal base al cable de tierra y regresa a la máquina soldadora.

El circuito se mantiene cerrado mientras se suelda, y se corta al retirar el electrodo.

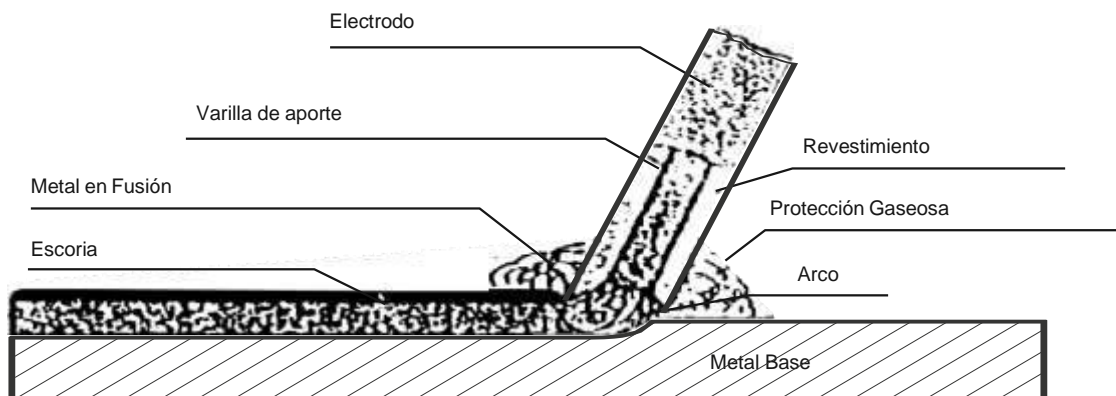


Fig. 7 PARTES DEL ARCO ELÉCTRICO

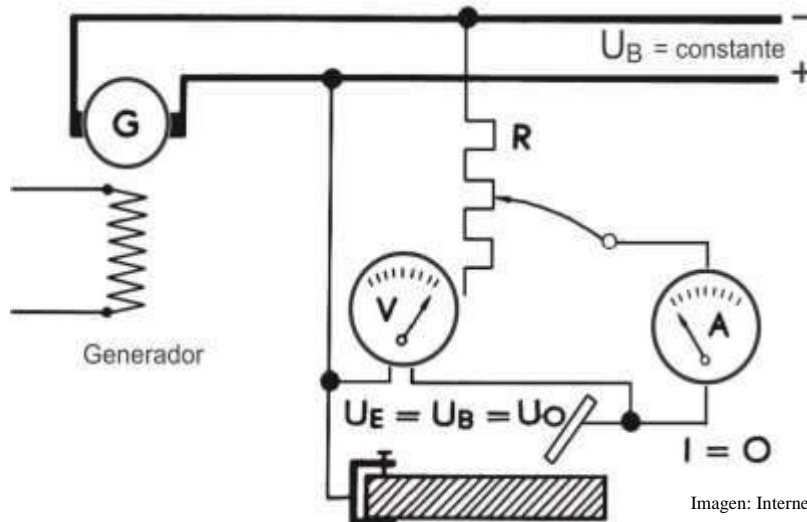
Imagen: Internet

#### 2.2 Variación de la intensidad de corriente y voltaje en el circuito eléctrico.

En el circuito de la corriente de soldadura abierto (marcha en vacío), la tensión  $U_E$  entre el electrodo y la pieza a soldar es igual a la pieza en vacío  $U_0$  de la máquina

de soldadura (Fig.8). No pasa corriente ninguna (corriente  $I = 0$ ); el diagrama indica en el punto  $U_0$  la tensión de vacío.

En el momento del cebado del arco, la corriente se pone en cortocircuito por el asiento del electrodo de la pieza a soldar. Una corriente muy fuerte fluiría si no fuera limitada por la construcción de la máquina de soldadura.



**Fig. 8**

Circuito de la corriente de soldadura abierto el electrodo no toca la pieza

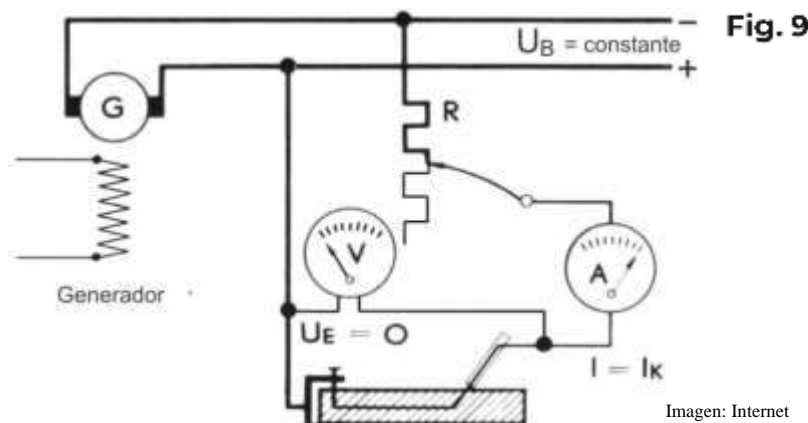
Imagen: Internet

En los generadores de soldadura a tensión constante (como máquinas múltiples para soldadura), esta limitación se puede obtener por una resistencia óhmica. Entonces la corriente de cortocircuito se rige por la ley óhmica.

$$I^k = \frac{U_B}{R}$$

En este caso la tensión de los bornes  $U_E$  es constante. Así la corriente cortocircuito  $I_k$  depende exclusivamente de la magnitud de la resistencia  $R$  interpuesta.

Cuando aumenta la resistencia, la corriente de cortocircuito disminuye proporcionalmente. En el momento de la puesta en cortocircuito del circuito de la corriente de soldadura sin tener en cuenta las resistencias en el electrodo y en la pieza a soldar, la tensión  $U_E$  entre los puntos tomacorrientes del electrodo y de la pieza a soldar es igual a cero (Fig.9). El punto  $I_k$  resulta para esta corriente de cortocircuito.



**Fig. 9**

Imagen: Internet

Circuito de la corriente de soldadura cortocircuitado cuando el electrodo toca la pieza. Cuando se conectan los puntos  $U_0$  y  $I_k$  por una línea recta, esta última es la característica descendente (característica estática) de la máquina de soldadura a tensión constante para cada una de las resistencias en cuestión. El arco establecido, la tensión entre las dos extremidades del arco se llama tensión en el arco ( $U_L$ )

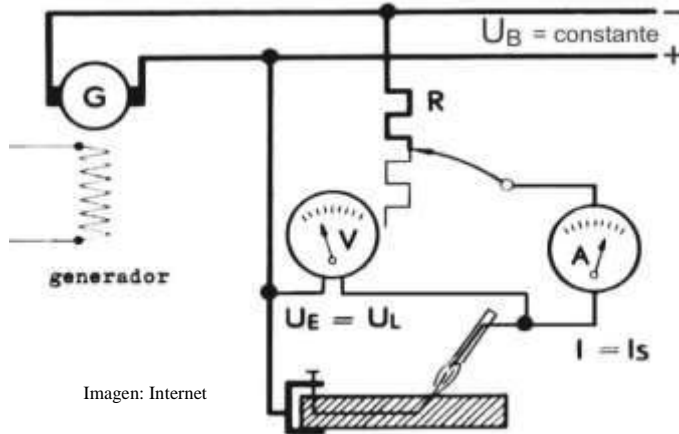


Imagen: Internet

(Fig.3). Fig. 10

Circuito de la corriente de soldadura cerrado arco establecido

En el taller no se puede medir esta tensión. Sin considerar las resistencias eléctricas en el electrodo y en la pieza a soldar, se supone igual a  $U_E$  ( $U_L = U_E$ ). Esta tensión pertenece al punto de trabajo sobre la característica estática. La magnitud

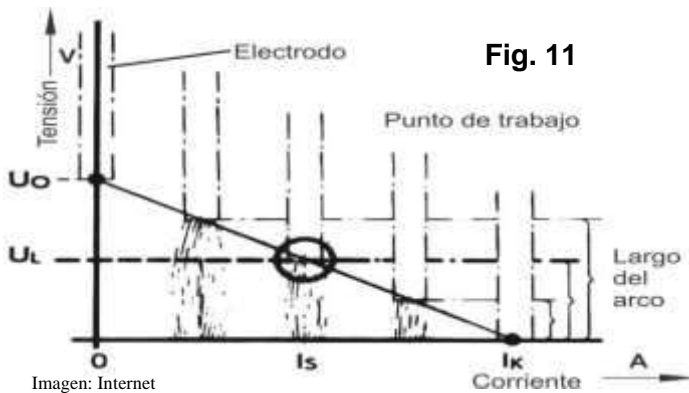


Imagen: Internet

Fig. 11

de la corriente de soldadura correspondiente se puede leer en el diagrama. (Fig.11).

Característica estática.

La tensión en el arco depende siempre de la longitud del arco; los puntos de trabajo de la línea característica varían según las diferentes longitudes del arco, y con

ello, varía también la corriente de soldadura. Más largo que llega a ser el arco, más pequeña se hace la corriente de soldadura e inversamente.

Cuando se emplean resistencias óhmicas (Fig. 8 y 10) para mantener la característica descendente, se produce una destrucción de energía eléctrica. A pesar de esto, el procedimiento de la limitación de corriente es rentable en las máquinas múltiples para soldadura (convertidores, rectificadores).

En las máquinas de soldadura de un solo puesto (generadores, rectificadores y transformadores de soldadura), y sin embargo la característica descendente necesaria para la soldadura se obtiene por vía electromagnética y con pérdidas insignificantes.



## HOJA DE ACTIVIDADES

Es momento de poner en práctica lo aprendido, vamos a desarrollar y describir los principios básicos de la corriente en la soldadura por arco eléctrico.



Imagen: Internet

**Actividad 1.** Indicar las partes y procesos que ocurren en una máquina de soldar y describir qué función tiene cada componente.

Corriente eléctrica	Descripción
<p>Imagen: Internet</p>	
<p>SMAW: Soldadura por electrodo revestido</p> <p>Imagen: Internet</p>	
<p><b>SOLDADURA SMAW</b></p> <p>Imagen: Internet</p>	

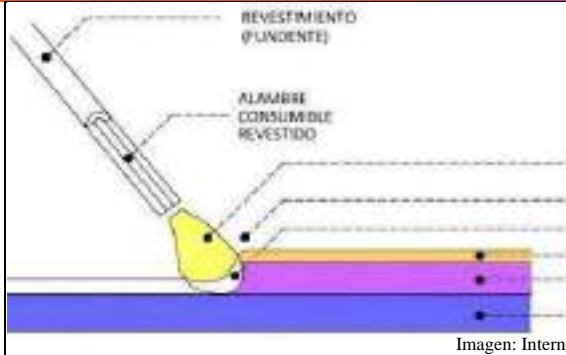


Imagen: Internet

Identificar los componentes de la soldadura en la imagen.

**Actividad 2.** ¿Cómo se produce el arco eléctrico y cómo se clasifica?

-----

-----

-----

**Actividad 3.** En La siguiente sopa de letras encuentra los elementos de un arco eléctrico.

**ELEMENTOS DE CIRCUITO ELECTRICO**

M	E	T	A	L	D	E	P	METAL
E	E	T	R	T	N	L	O	ARCO CORTO
L	A	S	C	E	M	E	R	ELECTRIDAD
E	Z	B	O	N	R	C	T	PORTAELECTRODO.
C	D	S	C	S	D	T	A	TENSION
T	F	O	O	I	A	R	E	VOLTIOS
R	C	I	R	O	D	O	L	ARCO CORTO
I	V	T	T	N	I	D	E	POLARIDAD
C	S	L	O	M	R	O	T	MASA.
I	Z	O	I	N	A	N	R	ELECTRODO
D	N	V	D	P	L	D	O	
A	L	M	S	S	O	A	D	
D	M	A	S	A	P	C	O	

Hasta la próxima. ¡Tupananchiskamaña!

No olvides guardar las evidencias o productos de tu aprendizaje. La hoja de productos desarrollada es la evidencia de tu aprendizaje. Si tienes los medios tecnológicos necesarios envíalos a tu profesor/a por WhatsApp o por el medio que te indique, en caso de no tenerlos archívalas en tu portafolio personal (fólder).

## HOJA DE ORIENTACIONES



Técnico soldador

Imagen: Internet

¡Bienvenidas y bienvenidos! Seguimos con la tercera unidad, ahora nos corresponde desarrollar la novena sesión en la que realizaremos la preparación del equipo de soldadura y verificaremos el circuito eléctrico, tanto primario y secundario, en la soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido para poder utilizarlo correctamente.

### Propósito de aprendizaje.

Selecciona procesos pertinentes y aplica habilidades técnicas para preparar el circuito eléctrico en la línea de 220 voltios como el circuito después de la máquina de soldar para la generación del arco voltaico y generar el calor necesario para fundir el material base y de aporte.

### Producto (Evidencia de aprendizaje)

Ficha donde describe los principales equipos y procesos para empezar a soldar.

### ¿Qué debes realizar para alcanzar los propósitos de aprendizaje?



Imagen: Internet

### ¿Cómo se realizará la evaluación y la retroalimentación?

Durante el desarrollo de las actividades tu profesor/a se comunicará contigo para acompañarte en el desarrollo de las actividades. Al finalizar el desarrollo de las actividades, debes enviar una foto de los productos que elaboraste (mediante WhatsApp o por el medio que te indique tu profesor/a). El profesor/a revisará tu producto y te devolverá con las observaciones, indicaciones y sugerencias para que puedas mejorar tus resultados de aprendizaje. **“En caso de tener dudas o necesitas más apoyo comunícate con tu profesor/a, envíale un mensaje o llámalo/a”.**

## HOJA DE INFORMACIÓN



Imagen: Internet

¿Cómo se prepara una máquina de soldar en el proceso de soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido?

Es muy importante conocer las características de la máquina de soldar, ella debe de indicar la fuente de la corriente eléctrica que ha de ser utilizada, es decir, a la cual se va a conectar la máquina para evitar perturbaciones y accidentes. La preparación, puesta en marcha y la regulación de los rectificadores y transformadores de soldadura

deben de efectuarse con ciertas condiciones, cumpliendo las instrucciones de servicio del catálogo del fabricante, para la manipulación correcta de la fuente de poder.

Lee atentamente la información que a continuación te presentamos, analízala a profundidad para que puedas desarrollar los productos de esta sesión.



### 1. Características de una máquina de soldar

En la máquina de soldar, debe indicarse la fuente de corriente eléctrica que va a utilizarse, es decir a la cual va a conectarse la máquina.

Debe señalarse, los datos importantes:

- Clase de corriente de la red general
- Corriente continua o corriente alterna
- El voltaje de la línea: 220 - 380 - 440 voltios
- En casos de una línea de corriente alterna: línea monofásica o trifásica

La preparación y puesta en marcha y la regulación de los transformadores y rectificadores deben efectuarse con ciertas condiciones. Las instrucciones del catálogo del fabricante deben leerse y cumplirse estrictamente.

CÓDIGO	700BX102002
MODELO	BX1-200B
Corriente nominal salida	220A
Alimentación	AC220V
Rango de corriente	80-200A
Diámetro de electrodo	2.5 - 3.2 mm
Peso	22 kg
Dimensiones	47 x 27 x 32 cm



Imagen: Internet



### 1.1. Antes de conectar la máquina de soldadura a la red, cerciorarse que:

- a) La tensión primaria indicada en la placa de características del motor corresponde efectivamente a la de la red.

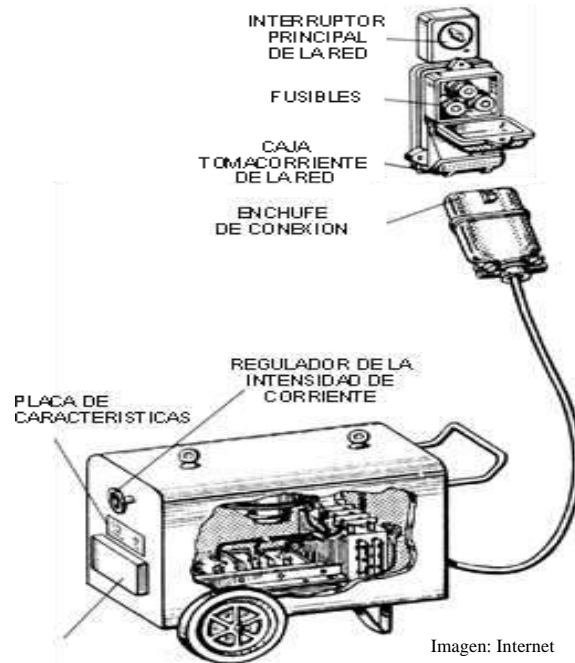


Imagen: Internet

ACOMETIDA PARA LOS  
CABLES DE SOLDADURA

**Fig.1.** RECTIFICADOR DE SOLDADURA  
(CORRIENTE CONTINUA PARA SOLDAR)

- b) El transformador de soldadura o el transformador rectificador de soldadura adaptable a varias tensiones, está efectivamente ajustado a la tensión de la red que viene al caso.
- c) Los fusibles (inertes) corresponden efectivamente al valor de intensidad de la corriente primaria de la red (véase la placa de características).
- d) Las secciones de los cables de soldadura corresponden efectivamente a la corriente de soldadura máxima y al largo respectivo de las líneas para evitar así pérdidas inadmisibles de tensión.
- e) Las conexiones a la red y los cables de soldadura estén aisladas indefectiblemente, todas las conexiones limpias, bien montadas, suficientemente aisladas y protegidas contra contactos extraños.
- f) Conectarse al cable de porta-electrodo al polo de la máquina que responde al tipo de electrodo. Conectar el cable de masa o tierra al otro polo de la máquina.
- g) Introducir el enchufe de conexión de la máquina de soldadura en la caja tomacorriente de la red hasta el enclavamiento de la tapa rebatible.
- h) Conectar el interruptor principal de la red. La conexión de las máquinas de soldadura fijas sin enchufe de conexión para la red queda reservada exclusivamente al especialista.

### 1.2 Antes de conectar el convertidor a la red, cerciorándose que:

- a) La tensión indicada sobre la placa de características del motor corresponda efectivamente a la red.

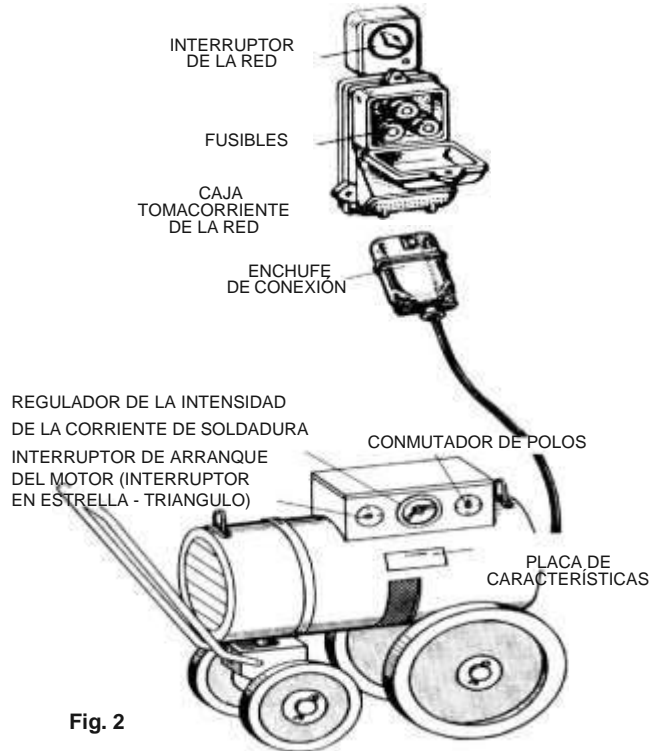


Imagen: Internet

- b) El motor de las máquinas de soldadura de montaje que se adaptan a varias tensiones de red como indica el esquema de conexiones del fabricante, queda bien ajustado sobre la tensión de red.
- c) Los fusibles corresponden bien a la intensidad de corriente del motor que pertenece a la tensión de la red (véase placa de características)
- d) Las secciones de los cables de soldar corresponden bien a la corriente de soldadura máxima y a la longitud de las diferentes líneas, para evitar así pérdidas de tensión inadmisibles.
- e) La conexión a la red y los cables de soldar son perfectamente aislados, todas las acometidas limpias, bien montadas, suficientemente aisladas y protegidas contra contactos no deseados.
- f) Conectar el cable de la pinza del porta-electrodo al polo de la máquina que responde al tipo de electrodo.
- g) Conectar el cable de soldadura de la pieza a soldar al otro polo de la máquina.
- h) Introducir la ficha de contacto del motor de la máquina de soldadura en la caja tomacorriente de la red y dejar encriptar la tapa rebatible. Conectar el interruptor de la red cuando existe.

- i) Después de haber accionado el interruptor de arranque del motor (poner en la primera graduación y después desconectar), observar el rotor durante la marcha en vacío; verificar si la flecha que indica el sentido de rotación, corresponde bien al sentido de rotación de la máquina. En caso de un sentido de rotación falso, hacerlo invertir.

### Mantenimiento

- Cada operario de máquina debe conocer los controles, las piezas fundamentales y la manera cómo solucionar un desperfecto, para mantenerla siempre en óptimas condiciones de uso.
- En las máquinas de soldar, hay algunos tipos que mayormente no requieren de mantenimiento por medio de aceites o reconstrucción de piezas desgastadas, pero sí, estar libres del polvo y de la humedad.
- Este tipo de mantenimiento se da, generalmente, en las máquinas estáticas. En cambio, en las rotativas el mantenimiento es más costoso, porque sus piezas sufren desgastes al estar en constante rozamiento, por lo que, obligadamente, hay que lubricarlas.

Así, en las máquinas con motor de combustión debe cambiarse las escobillas y carbones o a veces, hacer un rebobinado (caso de las máquinas con un motor eléctrico).

### 2. Operación: Preparar equipo de soldadura

Esta operación consiste en instalar la fuente de poder (máquina de soldar eléctrica) a un interruptor manual que permita conectar y desconectar la máquina, así como preparar sus accesorios quedando lista para soldar.

Se utiliza cada vez que se desea soldar materiales como planchas de aceros sin alea o aleado con la intensidad de corriente adecuada.

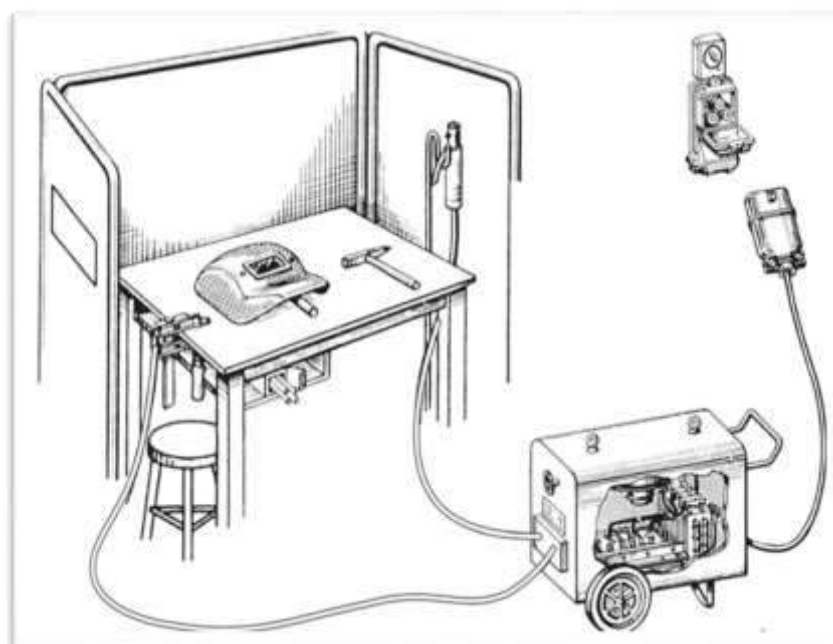


Imagen: Internet

### 3. Proceso de ejecución

**1º Paso:** Instale la fuente de poder a la red de energía eléctrica. Fig. 1

a) Seleccione los cables de alimentación (L1, L2, L3) y conecte la máquina.

Observación. Utilice herramientas para electricista (alicate para corte, cuchilla, y destornilladores) siempre utilizando implementos de seguridad. Fig. 2

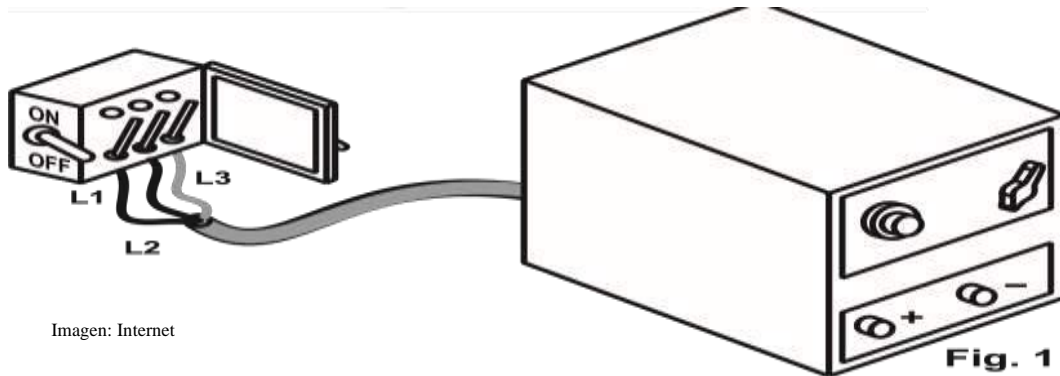


Imagen: Internet

b) Conecte los cables en el borne positivo y negativo después de la máquina, dependiendo del material a soldar. E identificando qué tipo de máquina es, tipo transformador o tipo rectificador, es muy importante recordar la corriente alterna y corriente continua y además la polaridad que se describió en sesiones anteriores. Fig. 3

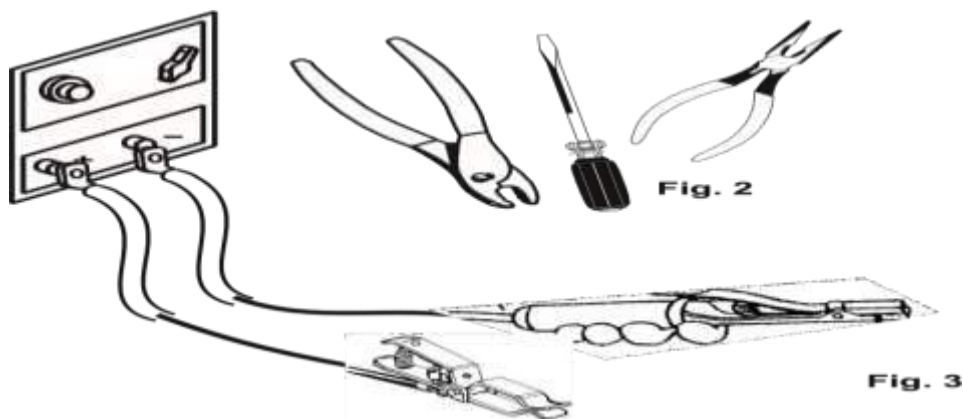


Imagen: Internet

**Precaución:** Corte el paso de la energía eléctrica para realizar la instalación.

**2º Paso:** Instale el cable tierra sobre la mesa de trabajo, es importante considerar en calibre de cable a utilizar en función a la intensidad de corriente a utilizar, que ya se vio en sesión anterior.



Fije la conexión de masa sobre la mesa de trabajo. Fig. 4.

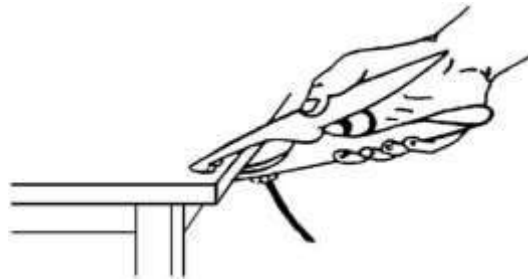


Imagen: Internet

Fig.4

**3º Paso:** Ajuste el amperaje a la máquina de soldar. Fig. 5.

Seleccione el amperaje según el diámetro del electrodo considerando una regla básica:

Para cada electrodo se deben usar aproximadamente 35A, por cada mm de diámetro. En las máquinas tipo transformador y transformador rectificador en las máquinas tipo inversoras 30 A.

**Ejemplo:** Cálculo de intensidad necesaria para un electrodo de 1/8 pulgada de diámetro.

$$1/8 = 3,175 \text{ mm.}$$

$$35 \text{ A} \times 3,175 = 110 \text{ A.}$$

Lo anterior nos indica que para un electrodo de 5/32 se deben utilizar 160A aproximadamente.



Imagen: Internet

Fig. 5

**4° Paso:** Coloque el material base sobre la mesa.

**5° Paso:** Coloque el electrodo en el porta-electrodo.

a) Tome el porta-electrodo con la mano más hábil.

b) Asegure el porta-electrodo por la parte desnuda del mismo. (Fig.6)

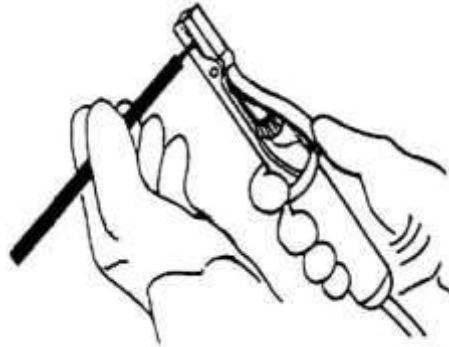


Fig. 6

Imagen: Internet

**6° Paso:** Coloque las herramientas y los accesorios a utilizar. Fig. 7



Imagen: Internet

Imagen: Internet

**7° Paso:** Encienda el motor de extractor de humos.

Fig. 8

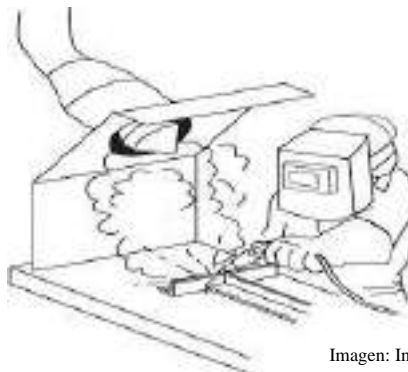


Imagen: Internet

**8° Paso:** Prepare el equipo de protección personal.

Fig. 9



Imagen: Internet

#### 4. Selección de la máquina a utilizar

Hemos de considerar la intensidad máxima que el aparato ha de poder suministrar, según el diámetro de los electrodos que hemos de emplear con más frecuencia y los espesores de los materiales a soldar.

A continuación, damos algunas características y sus defectos en las máquinas de C.C. y C.A. a que nos permitirán seleccionar en mejor forma el tipo a utilizar:

CARACTERÍSTICAS	CC	CA
Factor de Potencia	Bueno	Bajo: debe contar la máquina con un condensador.
Tensión de marcha en vacío	Hasta 100 V. por norma, pero deben ser menor por seguridad.	Peligrosa para el operario si se trata de sitios de poco espacio o húmedo. Tensión efectiva para marchar en vacío: máximo 70 V.
Efectos del soplo magnético	Más fuerte	Bajos: de aquí que se prefiera para trabajos propensos.
Polaridad	Libertad de escoger los polos, buena distribución del calor al soldar.	No pueden elegirse los polos, no se pueden escoger electrodos con polaridad prescrita.
Materiales de aportación	Puede soldarse con toda clase de electrodos para hierro, acero y metales no ferrosos, incluso con electrodos de carbón.	Sólo pueden emplearse electrodos recubiertos para aceros. Los metales no ferrosos sólo son soldables condicionalmente.
Ciclo de trabajo	Menor	Mayor

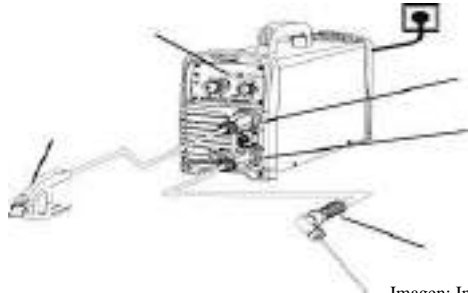
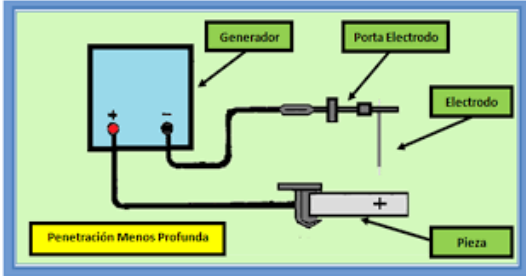
## HOJA DE ACTIVIDADES

Es momento de poner en práctica lo aprendido. Vamos a describir cómo se prepara una máquina de soldar para ponerla en marcha considerando principalmente la seguridad en la soldadura por arco eléctrico, entre otros. Busca el apoyo de tu profesor(a) y/o de tu familia de tener posibilidad busca información por Internet.



Imagen: Internet

**Actividad 1.** En el siguiente cuadro indicar las partes de una máquina de soldar y describir qué función tiene cada componente.

Preparación de máquinas	Descripción
 <p data-bbox="639 1216 767 1238">Imagen: Internet</p>	
<p data-bbox="288 1267 624 1339">En el grafico indica los componentes.</p>	
 <p data-bbox="651 1664 778 1686">Imagen: Internet</p>	
<p data-bbox="288 1704 762 1776">En el esquema indica el tipo de polaridad.</p>	



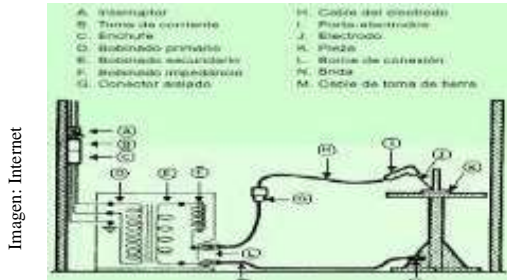


Imagen: Internet

Describe las funciones de los componentes.



Imagen: Internet

Describe el componente que ves de la máquina de soldar.

**Actividad 2** ¿Cuánto regulamos la intensidad de corriente para soldar un electrodo de 3/32 de pulgadas?

-----

-----

-----



Imagen: Internet

Hasta la próxima. ¡Tupananchiskamaña!  
 No olvides guardar las evidencias o productos de tu aprendizaje. La hoja de productos desarrollada es la evidencia de tu aprendizaje. Si tienes los medios tecnológicos necesarios envíalos a tu profesor/a por WhatsApp o por el medio que te indique, en caso de no tenerlos archívalas en tu portafolio personal (fólder).

## HOJA DE ORIENTACIONES



Imagen: Internet

¡Bienvenidas y bienvenidos! Seguimos con la tercera unidad, ahora nos corresponde desarrollar la décima sesión en la que conoceremos el material base y poder identificar el material de aporte en la soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido para poder utilizar correctamente.

### Propósito de aprendizaje.

Aplica habilidades técnicas para preparar el material base y poder identificar el material de aporte para la soldadura de aceros estructurales.

### Producto (Evidencia de aprendizaje)

Ficha de trabajo en el que demuestra elementos que le permiten la identificación y preparación material base y de aporte necesario según la clasificación de la AWS.

### ¿Qué debes realizar para alcanzar los propósitos de aprendizaje?



Imagen: Internet

### ¿Cómo se realizará la evaluación y la retroalimentación?

Durante el desarrollo de las actividades tu profesor/a se comunicará contigo para acompañarte en el desarrollo de las actividades. Al finalizar el desarrollo de las actividades, debes enviar una foto de los productos que elaboraste (mediante WhatsApp o por el medio que te indique tu profesor/a). El profesor/a revisará tu producto y te devolverá con las observaciones, indicaciones y sugerencias para que puedas mejorar tus resultados de aprendizaje. ***En caso de tener dudas o necesitas más apoyo comunícate con tu profesor/a, envíale un mensaje o llámalo/a***.

## HOJA DE INFORMACIÓN



Imagen: Internet

¿Qué es material base y de aporte? ¿Cómo se clasifica? ¿Cómo lo selecciono para la soldadura por arco eléctrico?

¡Vamos a revisar información que nos ayude a responder estas interrogantes!

Recuerda que es importante poder preparar el material base y material de aporte porque determinan la calidad de la soldadura, los materiales de aporte se clasifican según el revestimiento que tiene y nos permite la selección adecuada en función a las características de las aplicaciones y al requerimiento en la producción por medio de soldadura.

Lee atentamente la información que a continuación te presentamos, analízala a profundidad para que puedas desarrollar los productos de esta sesión.



### 1. Preparar material base y de aporte.

**1.1. Metal base:** Pieza metálica que sirve de base para ser revestido por otro. También llamado elemento metálico principal, en la soldadura por arco con electrodo revestido la mayor parte viene a ser acero que se compone principalmente de hierro y de carbono. Sin embargo, durante su proceso de producción, se pueden crear diferentes tipos de acero, siempre que añadamos otros elementos que ampliarán las propiedades de este material.

**1.2. Metal de aportación:** Metal que se añade a la soldadura que tiene un punto de fusión aproximadamente igual o por debajo del metal que se está soldando. También llamado metal de aporte.

Los materiales de aporte son propiamente los electrodos, que constituyen el metal de aportación en la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido.

La Norma Técnica de mayor difusión y de empleo más generalizado es la establecida por la American Welding Society AWS (Sociedad Americana de Soldadura), con la que normalmente una marca en cada país establece las respectivas equivalencias de sus productos. Esta Norma nos servirá de guía para un estudio esquemático de los materiales de aporte en los procesos de soldadura de mayor empleo en el país. Una información detallada puede obtenerse por la AWS. Las especificaciones de la American Welding Society A5.1 y A5.5.



**1.2.1. Los electrodos metálicos,** son varillas metálicas especialmente preparadas para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco. Se fabrican de metal ferroso y no ferroso y están constituidos por:

#### a. El núcleo

Es una varilla metálica con una definida composición química para cada metal a que está destinado el electrodo. Los diversos elementos componentes del núcleo, como el hierro, carbono, manganeso, silicio, fósforo, azufre y otros, proporcionan diferentes propiedades y características a la junta soldada.

El núcleo metálico constituye la base del material de aporte, que es transferido a la pieza en forma de gotas, impulsado por la fuerza del arco eléctrico.

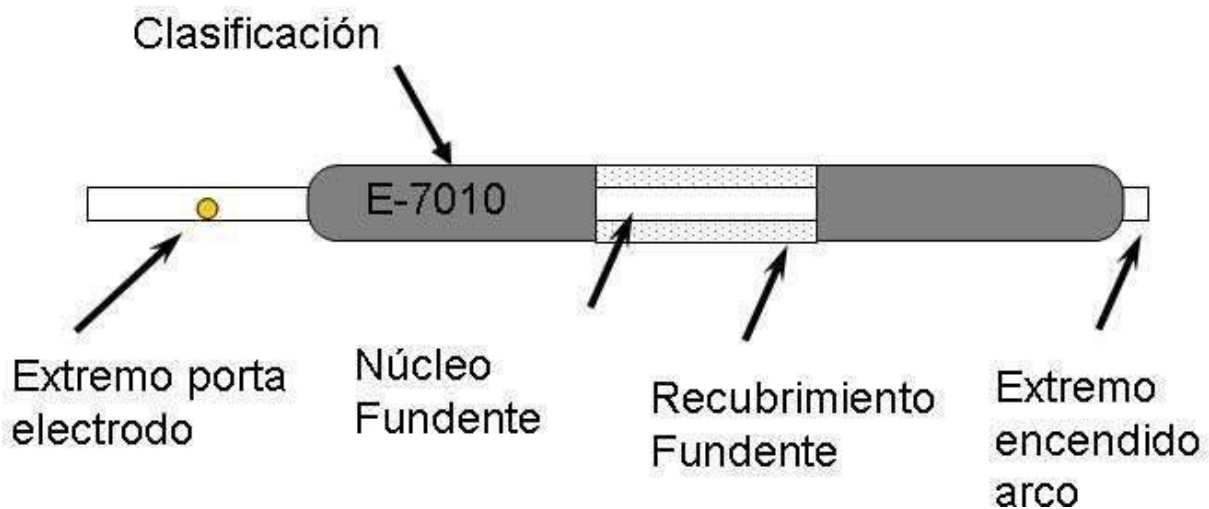


Imagen: Internet

#### b. El revestimiento:

Es un material que está compuesto por distintas sustancias químicas. Que se aplica en torno al núcleo metálico, es un compuesto de composición química definido en cada tipo de electrodo, tiene las siguientes funciones:

- Dirige el arco, conduciéndolo a una fusión equilibrada y uniforme.
- Crea gases que actúan como protección, evitando el acceso de oxígeno y de nitrógeno provenientes del aire circundante
- Produce una escoria que cubre la soldadura, evitando el enfriamiento brusco y también el contacto del oxígeno y el nitrógeno cuando está caliente.
- Contiene determinados elementos que permiten obtener una buena fusión con los distintos tipos de metales.



Estabiliza el arco.

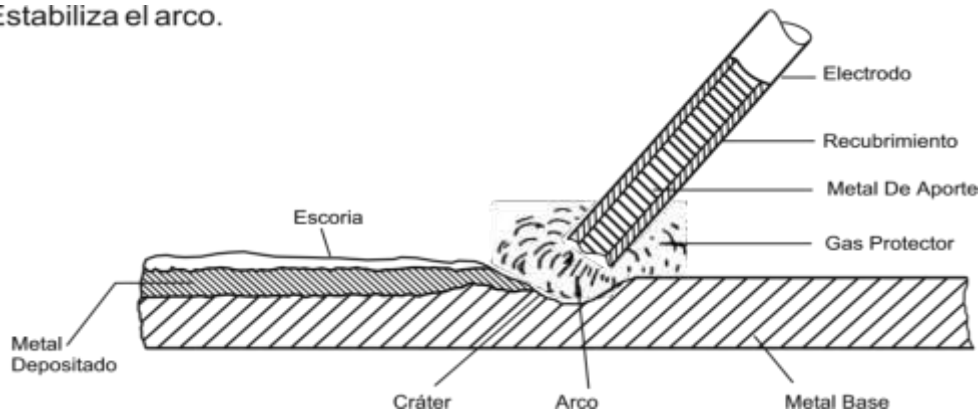


Imagen: Internet

### Condiciones de uso:

Los electrodos deben estar libres de humedad debiéndose conservar en lugar seco.

Deben usarse con amperajes adecuados al diámetro del núcleo para evitar calentamientos excesivos que afectan las características de su revestimiento.

### Aplicaciones en la fabricación

En nuestro país nos regimos por las normas de clasificación de la sociedad americana de soldadura "A.W.S.", este organismo especializado del campo de la soldadura ha establecido un sistema que clasifica todos los electrodos y varillas para soldar, tanto para aceros dulces y de baja aleación, como para aceros inoxidable, metales no ferrosos y otras aleaciones.

**Aceros dulces y de baja aleación.** - El sistema de clasificación de estos electrodos es numérico. Según el sistema establecida por la "AWS", corresponde a cada tipo del electrodo un número de terminado.

El número que se asigna a un tipo de electrodo, y que puede constar de 4 o 5 cifras, encierra una vasta información sobre el electrodo y comprende:

- La resistencia mínima a la tracción del depósito del electrodo, medida en miles de libras por cada pulgada cuadrada de sección transversal.
- La posición o posiciones en que puede emplearse el electrodo.
- Clase de corriente eléctrica, continua o alterna, que debe utilizarse.
- Polaridad apropiada - directa o invertida - que debe ser empleada.
- Tipo de revestimiento.
- Características del arco y penetración.
- Otras informaciones.

### 1.2.2. Sistema de identificación de electrodo SMAW según AWS.

Establece que para el electrodo la identificación consiste de una letra E seguida por cuatro o cinco dígitos.

Los primeros dos o tres dígitos se refieren a la mínima resistencia a la tracción de metal de soldadura depositado, esos números expresan la resistencia mínima a la tracción en miles de libras por pulgada cuadrada por ejemplo "70" significa que la resistencia del metal soldadura depositado es al menos 70000 Psi.

Los números siguientes se refieren a las posiciones en las cuales el electrodo puede ser usado. Un 1 indica un electrodo que es apto para ser usado en cualquier posición. Un 2 indica que el metal fundido es tan fluido que el electrodo solo puede ser usado en las posición plana o filete horizontal. Un 4 significa que el electrodo es apto para soldar en progresión descendente. El numero 3 no está asignado.

"AWS"; es el E-7010. En este caso, el número del electrodo sólo es de cuatro cifras.



Imagen: Internet

El último dígito expresa otras características que son determinadas por la composición del revestimiento presente en el electrodo. Este recubrimiento determinará las características de operación y corriente eléctrica recomendada.

**El número 0 y 1:  
ejemplo:**

*E-6010 indica que se puede usar con corriente alterna y continua (cualquier polaridad), el revestimiento es de celulosa y proporciona alta penetración.*

**El número 2 y 3:  
ejemplo:**

*E-6012: indica que se puede usar con corriente alterna y continua (cualquier polaridad), el revestimiento es rutilico y tiene buen acabado.*

**El número 4: ejemplo:**

*E-7014: indica que se puede usar con corriente alterna y continua (cualquier polaridad), el revestimiento es de hierro en polvo y proporciona un rápido relleno.*

**El número 5: ejemplo:**

*E-7015: señala que el electrodo sólo es utilizable con corriente continua (polaridad invertida) y que el revestimiento es de bajo hidrógeno.*

**El número 6: ejemplo:**

*E-7016: señala que el electrodo puede usarse con corriente alterna y con corriente continua (polaridad invertida) y que el revestimiento es de bajo hidrógeno.*

**El número 7: ejemplo:**

*E-6027: indica que el electrodo puede utilizarse con cualquier clase de corriente: alterna o continua (cualquier polaridad) y el revestimiento es de hierro en polvo, proporcionando un mayor y más rápido relleno de las juntas de soldadura.*

**El número 8: ejemplo:** E-7018: señala que puede emplearse tanto la corriente alterna como la corriente continua (polaridad invertida), que el revestimiento es de bajo hidrógeno y, en consecuencia, como todos los electrodos de bajo hidrógeno, se emplea en los aceros de pobre soldabilidad y, en general, donde se pretenda alcanzar una mayor resistencia y seguridad.

- Estas numeraciones sólo son de los electrodos para soldadura de aceros

**1.2.3. Clasificación por el revestimiento.**

### 1.2.3 Selección apropiada del electrodo a emplear

Los aceros de bajo contenido de carbono, llamados aceros dulces, y los aceros de baja aleación son los de uso más generalizado en la industria, abarcando su empleo desde la fabricación de rejillas y puertas hasta calderos, estructuras, barcos, tolvas, carros transportadores de mineral, tuberías diversas, puentes, bases de máquinas, equipos camioneros, chasis, carrocerías, tanques de almacenaje, vagones ferroviarios, equipos agrícolas, muelles.

**Los electrodos se clasifican en:**

#### a. Electrodos celulósicos

Penetración profunda. El revestimiento de estos electrodos contiene una adecuada proporción de elementos químicos de naturaleza celulósica.

Durante el encendido y el mantenimiento del arco, la celulosa se descompone en anhídrido carbónico y vapor de agua, formando una gran cantidad de gases. La fuerza de los gases excava el material caliente y permite que la mezcla fundida del metal base y del electrodo penetre a una mayor profundidad. Aclarado el efecto de la celulosa, comprendemos su relación con la penetración profunda que es la característica predominante de estos electrodos.

#### Características:

Son de penetración profunda, arco potente y estable, calidad del depósito de solidificación rápida de los cordones (lo que permite su eficaz empleo en todas las posiciones de soldadura) ideal para posiciones forzadas, escoria liviana.

#### Electrodos celulósicos, según la clasificación de la A.W.S.

Clase AWS E 6010

Clase AWS E 6011

Clase AWS E 7010-A 1

#### b. Electrodos Rutílicos

Tienen mediana penetración y mejor presentación. Los elementos rutílicos en el revestimiento permiten un fácil encendido y mantenimiento del arco, siendo los



más apropiados para operarios soldadores principiantes o con poca experiencia en soldadura eléctrica al arco.

La penetración que se logra con estos electrodos es mediana. Esta característica es de importancia cuando se sueldan planchas, perfiles y tubos de espesores delgados. La forma y aspecto más vistoso del cordón, la clase de escoria liviana y fácil de desprender, así como la fluidez del electrodo encendido, son derivados de la adecuada proporción de rutilo que poseen estos electrodos.

### Características:

Son de mediana penetración, cordones de buen aspecto, excelente calidad de los depósitos de soldadura, facilidad de encendido y mantenimiento del arco eléctrico; escoria liviana y fácil de desprender, fluidez y rapidez de fusión del electrodo.

### Electrodos rútilicos, según la clasificación de la AWS. E-6012, E-601

Clase AWS E 6012      Clase AWS E 6013

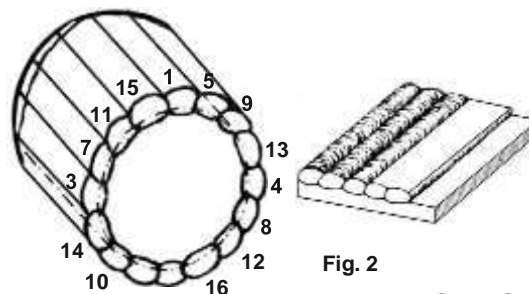


Fig. 2

Imagen: Internet

### c. Electrodos de hierro en polvo

El revestimiento de estos electrodos posee cantidad apreciable de hierro finamente pulverizado. Al soldar con estos electrodos, hasta un tercio de metal depositado proviene del revestimiento y dos tercios, del núcleo metálico.

Estos electrodos tienen mayor deposición del material en menor tiempo de labor del operario soldador; esta reducción del tiempo de trabajo rebaja los costos de la obra que se realiza. El mayor rendimiento que se logra con estos electrodos es el resultado de la utilización más eficiente del calor generado por el arco eléctrico. La alta temperatura generada por el arco funde, simultáneamente, la pieza a soldar, la varilla del revestimiento y también el hierro en polvo del revestimiento.

### Características:

Relleno rápido de las juntas, penetración moderada, arco suave y estable, buena calidad de la soldadura, escoria abundante que se desprende por sí sola al enfriarse,



cordones de perfecto acabado, similares a los que se consiguen por soldadura automática.

**Electrodos OERLIKON del grupo hierro en polvo**  
**Clase AWS E 7024 Clase AWS E 6027**

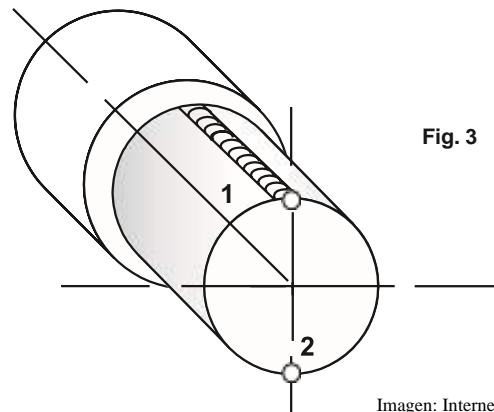


Fig. 3

Imagen: Internet

#### d. Electrodo de bajo hidrógeno

Algunos aceros de mediano y alto carbono, los aceros de baja aleación y en general todos los aceros con alto contenido de azufre, tiende a agrietarse o bien a presentar zonas frágiles en el depósito de soldadura. El agrietamiento es debido a que el hidrógeno del aire o el hidrógeno proveniente del revestimiento afecta el metal cuando está en estado semifluido. Para contrarrestar ese efecto nocivo del hidrógeno al soldar los aceros arriba indicados, se fabrica electrodos de bajo hidrógeno que básicamente contienen una mínima proporción de hidrógeno en su revestimiento.

Poseen además dos elementos en su revestimiento que mejoran la calidad de la soldadura: el carbonato de calcio y la fluorita.

En la actualidad, las plantas siderúrgicas fabrican una gran variedad de aceros de baja aleación, y la industria peruana, al igual que la europea, japonesa y norteamericana, emplea cada día mayor cantidad y variedad de estos aceros. Es necesario, pues, reducir a los electrodos de bajo hidrógeno a fin de lograr soldaduras más resistentes, seguras y de mayor garantía.

#### Características:

Penetración mediana, propiedades mecánicas excepcionales y depósitos de muy alta calidad.

### Electrodos de bajo hidrogeno según la clasificación de A.W.S.

Clase AWS E 7016 Clase AWS E 7018 Clase AWS E 9016-B3

Clase AWS E 8018-C3 Clase AWS E 11018-G

## 2. Operación: preparar material base y de aporte

La operación consiste en habilitar el material base (plancha de 150 x 150 mm), y trazar con el gramil o rayador en divisiones de 15 mm por donde tiene que soldarse. Esta operación es fundamental para poder guiarse y depositar cordones de soldadura. Asimismo, debe seleccionarse el material de aporte según el material a soldar. Se aplica cada vez que se tiene que ejecutar operaciones de soldeo (metales ferrosos y no ferrosos).

### PROCESO DE EJECUCIÓN

**1º Paso:** Prepare el material base.

Limpiando la pieza con el cepillo de acero.

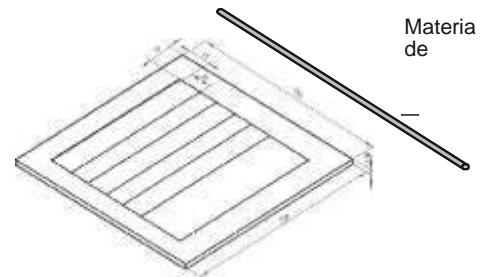


Imagen: Internet

### OBSERVACIÓN

El material debe quedar limpio de grasas, óxidos y pinturas.

### PRECAUCIÓN

Al limpiar la pieza protéjase la vista con gafas de seguridad.

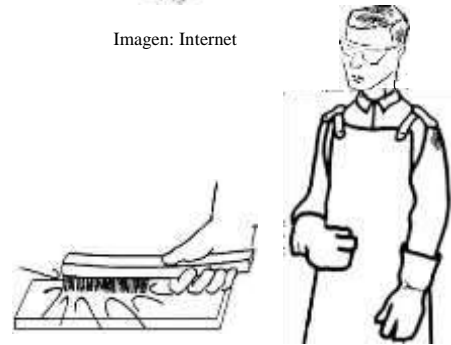


Imagen: Internet

Fije el material sobre la mesa o tornillo de banco.

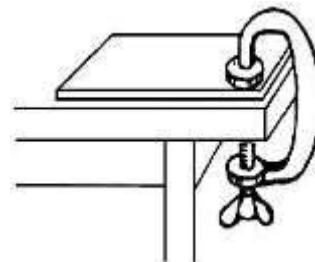
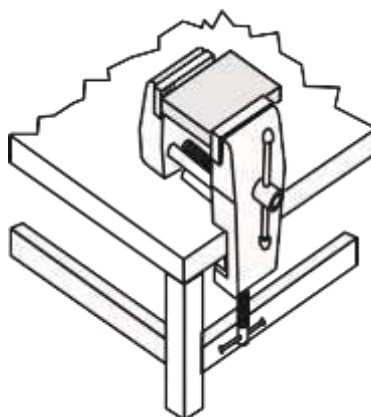


Imagen: Internet

**2° Paso:** Trace líneas de referencia con el gramil o rayador.

Utilice la regla graduada o gramil para realizar las divisiones sobre la plancha.

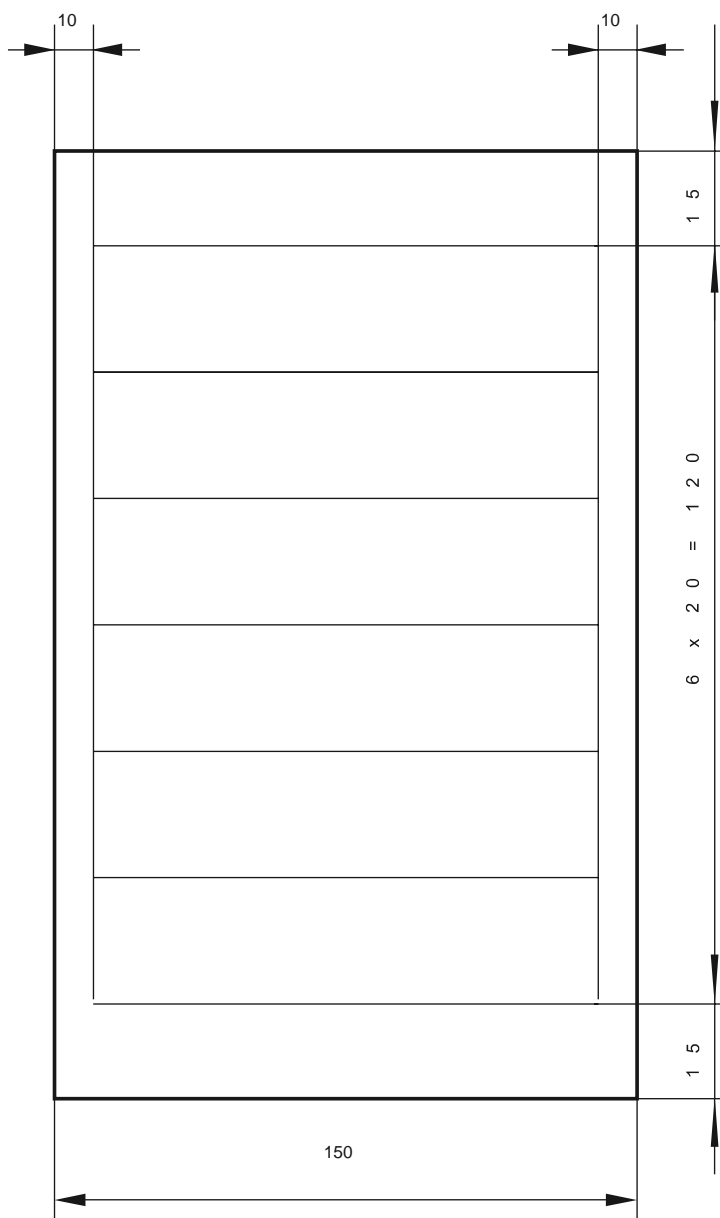


Imagen: Internet

**3° Paso:** Prepare el material de aporte.

Seleccionando el material de aporte según el material base a soldar.



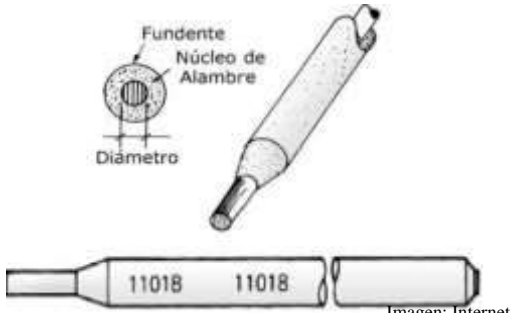
## HOJA DE ACTIVIDADES

Es momento de poner en práctica lo aprendido. Vamos a desarrollar y describir el material base y el material de aporte en la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido.



Imagen: Internet

**Actividad 1.** A partir de los dibujos interpretar y realizar la descripción

Material de aporte	Descripción
 <p>Imagen: Internet</p>	
 <p>Imagen: Internet</p>	
 <p>Imagen: Internet</p>	



**CLASIFICACIÓN SEGÚN AWS**  
Significado nomenclatura de los electrodos

**E - 60 1 3**

Imagen: Internet

Identifica el siguiente electrodo, ¿cuál es su característica?

**Actividad 2.** ¿Para qué se utilizan los electrodos celulósicos?

-----

-----

-----

-----

**Actividad 3.** Resolver la siguiente sopa de letras.

MATERIAL BASE Y APORTE												
L	U	C	E	L	U	L	O	S	I	C	O	S
M	E	T	A	L	D	C	D	E	R	C	O	M
A	O	Q	N	R	U	T	I	L	I	C	O	O
O	C	I	R	T	C	E	L	E	O	C	R	A
E	I	E	M	A	S	A	Z	C	L	S	R	D
L	U	P	O	R	U	E	T	T	B	M	A	A
C	Y	A	W	S	U	C	O	R	N	A	D	Z
U	T	N	I	U	E	R	E	O	B	W	L	A
N	R	E	V	E	S	T	I	D	O	T	O	O
A	1	A	M	P	E	R	I	O	S	D	S	Z
E	N	C	A	B	L	E	E	6	0	1	1	F

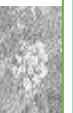
palabras para encontrar

ARCO ELECTRICO.
CELULOSICO
MORDAZA
ACERO
CABLE
RUTILICO
AWS
ELECTRODO

SMAW
REVESTIDO
AMPERIOS
MASA
NUCLEO
E6011
METAL
SOLDAR

Hasta la próxima. ¡Tupananchiskamaña!

No olvides guardar las evidencias o productos de tu aprendizaje. La hoja de productos desarrollada es la evidencia de tu aprendizaje. Si tienes los medios tecnológicos necesarios envíalos a tu profesor/a por WhatsApp o por el medio que te indique, en caso de no tenerlos archívalas en tu portafolio personal (fólder).



## HOJA DE ORIENTACIONES



Imagen: Internet

¡Bienvenidas y bienvenidos! Seguimos con la tercera unidad, ahora nos corresponde desarrollar la sesión décimo primera en la que abordaremos cómo encender y mantener el arco eléctrico, controlando los parámetros de soldadura en la soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido.

### Propósito de aprendizaje.

Emplea con pericia habilidades técnicas y diferentes parámetros para el encendido y mantener el arco eléctrico.

### Producto (Evidencia de aprendizaje)

Ficha de descripción del proceso de encendido del arco eléctrico e identificación de las variables en la soldadura por arco eléctrico.

### ¿Qué debes realizar para alcanzar los propósitos de aprendizaje?



Imagen: Internet

### ¿Cómo se realizará la evaluación y la retroalimentación?

Durante el desarrollo de las actividades tu profesor/a se comunicará contigo para acompañarte en el desarrollo de las actividades. Al finalizar el desarrollo de las actividades, debes enviar una foto de los productos que elaboraste (mediante WhatsApp o por el medio que te indique tu profesor/a). El profesor/a revisará tu producto y te devolverá con las observaciones, indicaciones y sugerencias para que puedas mejorar tus resultados de aprendizaje. ***“En caso de tener dudas o necesitas más apoyo comunícate con tu profesor/a, envíale un mensaje o llámalo/a”.***

## HOJA DE INFORMACIÓN



Imagen: Internet

¿Cómo se realiza el encendido y cómo se debe de mantener el arco eléctrico?

Recuerda que es importante saber realizar o ejecutar el encendido de arco eléctrico y mantenerlo teniendo en consideración variables que influyen en el fácil encendido y mantenimiento del arco eléctrico, y poder lograr puntos de fusión que cumplan exigencias de calidad indispensables para una buena fusión, tanto de material de base y aporte en la soldadura.

Lee atentamente la información que a continuación te presentamos, analízala a profundidad para que puedas desarrollar los productos de esta sesión.



### 1. Encendido del arco

La base fundamental de la soldadura por arco es el mantener la continuidad del arco eléctrico. Se mantiene este arco cuando se obliga a la corriente a saltar el espacio de aire entre la punta del electrodo y el metal base.

El operario debe saber encender el arco y mantenerlo en la longitud correcta, con facilidad y rapidez. Hay dos métodos generales para encender el arco:

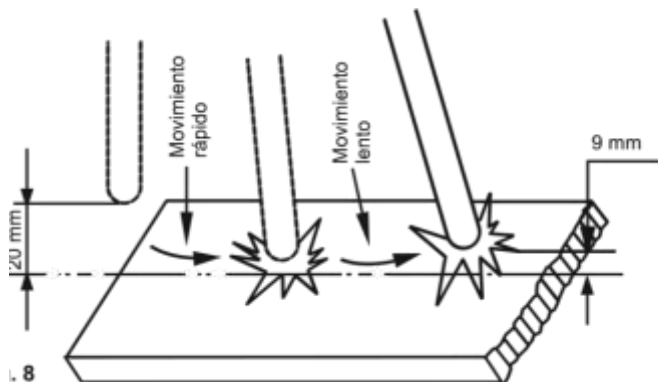


Imagen: Internet

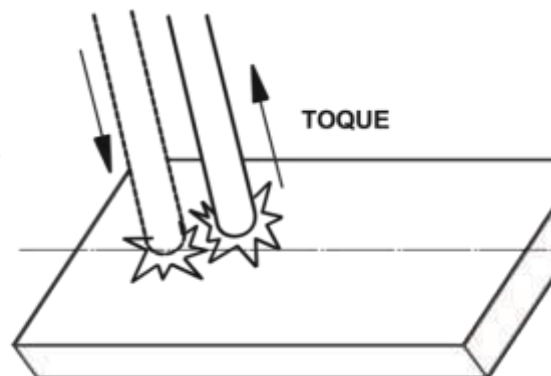


Imagen: Internet

**1.1. Por el método de frotamiento.** Con el electrodo se frota la superficie de la pieza como si se tratara de un fósforo. Al producirse el arco, se mantiene el electrodo a una altura determinada de la superficie de la pieza.

**1.2. Por el método de toque.** El electrodo toca la pieza suavemente y, al producirse el arco, se levanta el electrodo para mantenerlo a la altura conveniente. Para mantener el arco encendido es necesario mantener el electrodo a una altura constante; cuando ésta es muy pequeña, el electrodo se pega a la pieza, y cuando es muy grande, se "rompe" el arco, es decir, deja de producirse.

### ¿Cómo ocurre el encendido del arco eléctrico?

Saber encender el arco y mantener su continuidad es una de las bases de la soldadura eléctrica. Se enciende el arco cuando la corriente eléctrica es obligada a saltar el espacio existente entre la punta del electrodo y el metal base, manteniendo una longitud adecuada, que permita formar un buen cordón de soldadura.

Un método para el encendido del arco es el siguiente: Se mueve el electrodo sobre la plancha, inclinándolo ligeramente, como si se raspara un fósforo.

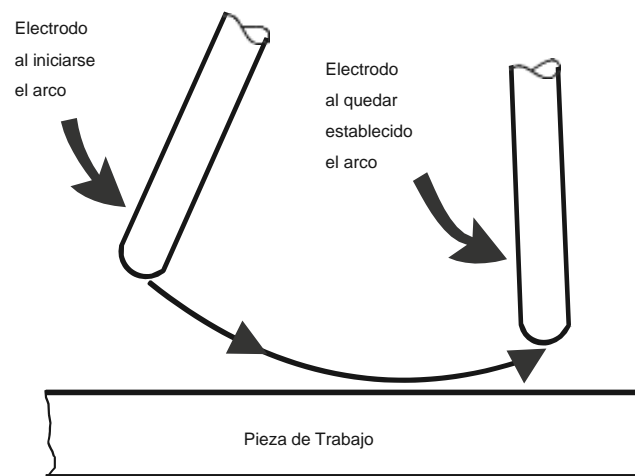


Imagen: Internet

Los procedimientos de soldadura son aquellas donde la fuente de calor tiene su origen en el arco eléctrico que provoca una chispa que va a ionizar el aire circundante, permitiendo el paso de corriente a través del aire, aunque las piezas no estén en contacto.

Los motivos principales de utilizar el establecimiento de un arco eléctrico son:

- Genera una concentración de calor en una zona muy delimitada.
- Se alcanzan temperaturas muy elevadas (> 4500 °C.).
- Se puede establecer en atmósferas artificiales.
- Permite la posibilidad de establecerse en forma visible (arco descubierto).



- Permite la posibilidad de establecerse de diversas formas, estableciendo diferentes métodos de soldeo según el caso (entre la pieza y un electrodo fusible).

Existen una gran variedad de procedimientos de soldadura.

- Arco descubierto.
- Soldadura por arco manual con electrodos revestidos.

### 1.3. Cebado y mantenimiento del arco

El proceso de soldadura comienza con el cebado del arco. Para que se origine el arco eléctrico, imprescindible para que ocurra la soldadura, hay que seguir la siguiente secuencia:

- 1º. Hacemos tocar la pieza con el electrodo. Al tocar el electrodo la pieza, se cierra el circuito y se produce un paso de corriente eléctrica. Como consecuencia se origina en el punto de contacto una elevación de la intensidad, por ende, una elevación de la temperatura en la zona de contacto hasta la incandescencia.
- 2º. Cualquier metal en estado incandescente emite electrones, es lo que se conoce como efecto termoiónico.
- 3º. A continuación, se procede a separar el electrodo de la pieza, lo que va a permitir que los electrones emitidos ionizan el aire circundante, haciéndolo conductor, es lo que se llama efecto ionización.



Imagen: Internet

### 1.4. Estabilización del arco

Una vez iniciado el arco eléctrico, es necesario que éste sea estable, para poder así controlar su dirección y que el proceso de fusión sea continuo y no se interrumpa.

En general, el uso de la corriente continua va a contribuir a obtener un arco más estable, mientras que para el caso de corriente alterna el arco se va a estabilizar gracias al revestimiento del electrodo.

A continuación, se relacionan aquellos factores que más influyen en obtener un arco estable:

- Potencial de ionización de los metales: Éste debe ser bajo, para así lograr más fácilmente y con menor necesidad de energía la presencia de iones positivos en la pieza a soldar, que faciliten el mecanismo del arco.
- Poder termoiónico. Éste debe ser alto, con objeto de conseguir una temperatura elevada que ayude a mantener el baño de fusión caliente.
- Conductividad térmica. Debe ser baja, para facilitar así la emisión catódica.

### 1.5. Protección del arco

El proceso de soldadura por arco eléctrico se origina por la fusión tanto del metal base como del metal de aporte, gracias al poder calorífico que aporta el arco eléctrico.

Un metal fundido tiene, por lo general, gran avidez por fijar o absorber elementos del aire circundante (nitrógeno, oxígeno, etc.). Estos elementos externos, si logran introducirse en el baño de soldadura, quedarán incluidos en el cordón y darán, en general, malas características mecánicas al metal.

Por todo ello, es necesario dar protección al arco. La protección se puede conseguir rodeando al arco eléctrico por un gas (protección bajo gas), o bien mediante el gas que resulta de la combustión del revestimiento del electrodo (soldadura con electrodo revestido). Con ello se consigue aislar la atmósfera circundante del arco e impide la fijación de elementos contenidos en ella en el cordón de soldadura.

Evidentemente, el tipo de gas de protección que se utilice va a condicionar la soldadura, influyendo en factores como la anchura de cordón, grado de penetración o la forma de transferencia de material.

### 1.6. Soplado del arco

Por soplado del arco se entiende a una oscilación que ocurre en la trayectoria del arco eléctrico y que no es controlada. Esta oscilación tiene lugar cuando se emplea corriente continua (con corriente alterna no tiene lugar este fenómeno), cuando se usan electrodos desnudos (igualmente el empleo de electrodos revestidos hace desaparecer el soplado), o cuando se usan intensidades elevadas.

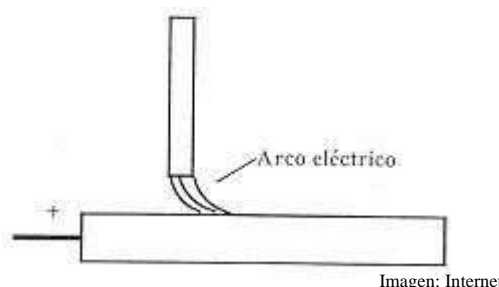


Imagen: Internet

Es un fenómeno que sobre todo adquiere importancia en la zona de contacto del cable de masa con la pieza.

El soplado del arco es un fenómeno que se origina por la presencia de campos magnéticos que se forman en la pieza y en el electrodo por el paso de corriente eléctrica. Como se ha dicho, normalmente se hace más pronunciado cerca de las conexiones.

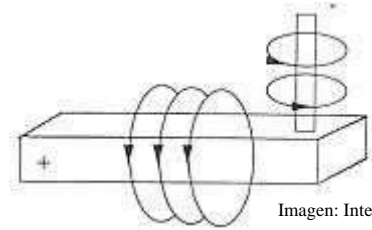


Imagen: Internet

Para corregir los inconvenientes creados por el soplado, se actúa variando la inclinación del arco, o bien empleando una secuencia de soldadura correcta.

## 1.7. Transferencia de material

En aquellos procedimientos en los que el electrodo es fusible, se conoce por transferencia de material al paso de metal de aporte desde el electrodo a la pieza.

Este sentido de transferencia va a ser siempre el mismo, es decir, que se va a producir desde el electrodo a la pieza, independientemente de la posición relativa de ambos.

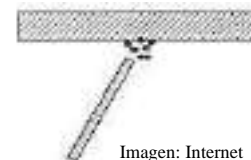


Imagen: Internet

## Operación: encender y mantener el arco eléctrico

Esta operación consiste en encender y mantener el arco eléctrico con electrodo revestido mediante la soldadura al arco eléctrico que puede realizarse por toque o por frotamiento manteniendo la continuidad del arco.

Se aplica cada vez que se va a ejecutar una operación de soldeo con cordones angosto o anchos con electrodo revestido.

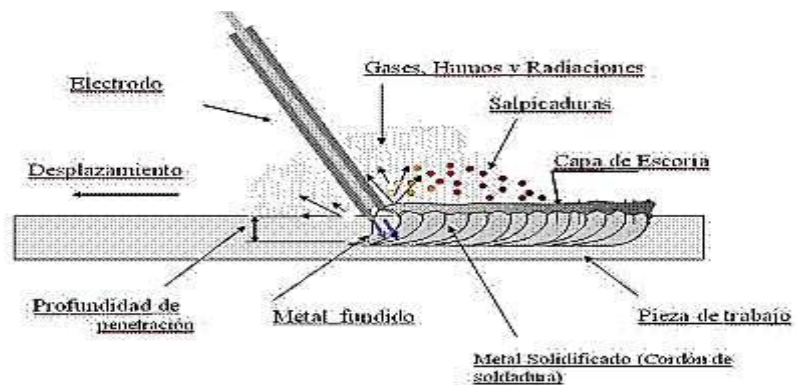


Imagen: Internet

**1º Paso:** Prepare el equipo de soldadura.

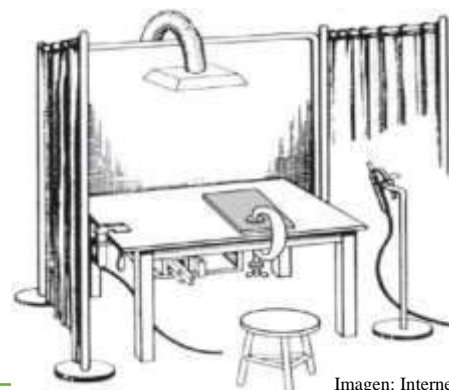


Imagen: Internet

**2º Paso:** Prepare el material base y de aporte.

**3º Paso:** Encienda la máquina.

- Seleccionando la polaridad de acuerdo al electrodo a emplear.
- Regule el amperaje de la máquina.
- Fije la conexión de masa sobre la masa de soldar.

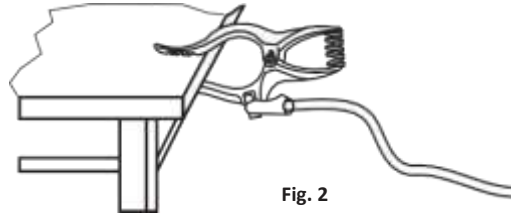


Fig. 2

Imagen: Internet

**4º Paso:** Coloque el electrodo en el porta-electrodo.

Evite coger el electrodo con las manos húmedas o de lo contrario utilice guantes.



Imagen: Internet

**5º Paso:** Encienda y mantenga el arco eléctrico.

- Aproxime el extremo del electrodo a la pieza.
- Encienda el electrodo por toque a la pieza de trabajo con el electrodo, y retírelo a 3 mm aproximadamente para formar el arco eléctrico.
- Encienda por frotamiento raspando el material con el electrodo de 3mm aproximadamente.

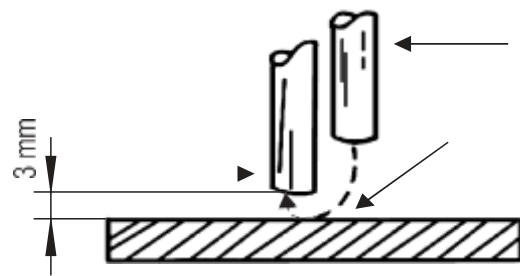


Imagen: Internet

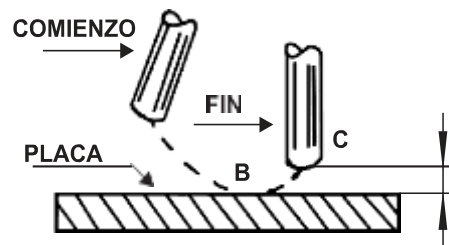


Imagen: Internet

- Mantenga también el electrodo a una distancia igual al diámetro de su núcleo.



## OBSERVACIÓN

En caso de pegarse el electrodo, muévelo rápidamente de derecha a izquierda sobre su eje.

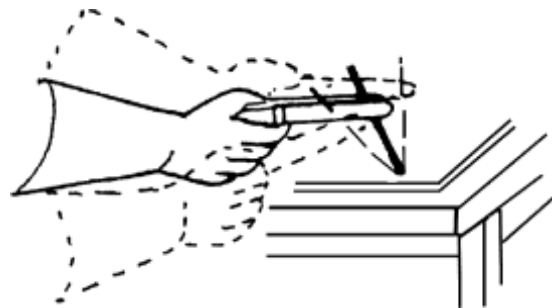


Imagen: Internet

En el improbable caso que persista el electrodo adherido, desactive la máquina, una vez frío el electrodo, retírelo con el alicate.

Repita el paso anterior para lograr a mantener el arco eléctrico.

**6° Paso:** Apague el arco, retirando el electrodo de la pieza.

**Evite la humedad del piso o en caso contrario utilice una tarima de madera.**



Imagen: Internet



Imagen: Internet


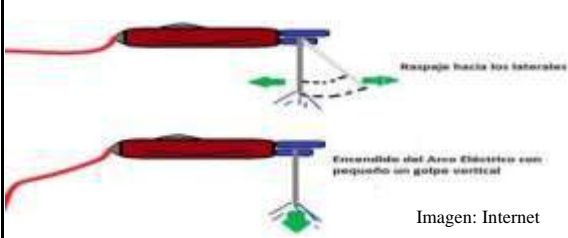

## HOJA DE ACTIVIDADES

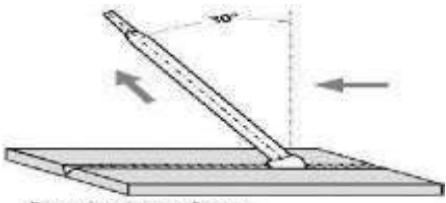
Es momento de poner en práctica lo aprendido. Busca el apoyo de tu profesor(a) y/o de tu familia y consulta la hoja de información para desarrollar las actividades planteadas.



Imagen: Internet

**Actividad 1.** Indicar las partes de una máquina de soldar y describir qué función tiene cada componente.

Pasos de mantener arco	Descripción
 <p>Imagen: Internet</p>	
<p>Indique qué paso se muestra en la fotografía. ¿Será correcto lo que se está haciendo?</p>	
 <p>Imagen: Internet</p>	
<p>Describa en qué consisten las figuras</p>	
 <p>Imagen: Internet</p> <p>Fig. 5.- Fusión del Electrodo</p>	
<p>Identifica los elementos de un arco eléctrico</p>	

 <p>Encender el arco y formar un cordón hacia el avance. Reproducido de S. López</p> <p>Imagen: Internet</p>	
<p>Indica el ángulo de electrodo en la dirección de avances</p>	

**Actividad 2.** ¿En qué consiste la operación de encender y mantener el arco eléctrico?

---

---

---

---

---

---

Hasta la próxima. ¡Tupananchiskamaña!  
No olvides guardar las evidencias o productos de tu aprendizaje. La hoja de productos desarrollada es la evidencia de tu aprendizaje. Si tienes los medios tecnológicos necesarios envíalos a tu profesor/a por WhatsApp o por el medio que te indique, en caso de no tenerlos archívalas en tu portafolio personal (fólder).

## HOJA DE ORIENTACIONES



Imagen: Internet

¡Bienvenidas y bienvenidos! Continuamos con la tercera unidad, ahora nos corresponde desarrollar la sesión 12, la última del módulo. Aprenderás a realizar las líneas de fusión o cordones de soldadura, controlando las variables esenciales en la soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido. Y lograr cordones que cumplan las normas de Society American Welding (AWS).

### Propósito de aprendizaje.

Conocer los variables fundamentales y parámetros para la ejecución de un cordón de soldadura en el proceso de soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido y cómo influyen las variables como la intensidad de corriente, longitud de arco, etc.

### Producto (Evidencia de aprendizaje)

Ejecutar un buen cordón de soldadura controlando las variables fundamentales en la soldadura por arco eléctrico y electrodo revestido, cumpliendo las normas de AWS.

### ¿Qué debes realizar para alcanzar los propósitos de aprendizaje?



Imagen: Internet

### ¿Cómo se realizará la evaluación y la retroalimentación?

Durante el desarrollo de las actividades tu profesor/a se comunicará contigo para acompañarte en el desarrollo de las actividades. Al finalizar el desarrollo de las actividades, debes enviar una foto de los productos que elaboraste (mediante WhatsApp o por el medio que te indique tu profesor/a). El profesor/a revisará tu producto y te devolverá con las observaciones, indicaciones y sugerencias para que puedas mejorar tus resultados de aprendizaje. ***“En caso de tener dudas o necesitas más apoyo comunícate con tu profesor/a, envíale un mensaje o llámalo/a”.***



## HOJA DE INFORMACIÓN




Imagen: Internet

¿Cómo debo de depositar el material de aporte para formar cordones de soldadura?

Es importante saber realizar o ejecutar los cordones de soldadura por arco eléctrico y mantener controlando los parámetros que influyen en el fácil encendido y ejecución del cordón de soldadura y poder lograr cordones de soldadura con fusión completa que cumplan exigencias de calidad indispensables bajo las normas de Society American Welding AWS.

Sociedad Americana de Soldadura

Organización sin fines de lucro



American Welding Society

Traducción del inglés - La American Welding Society se fundó en 1919 como una organización sin fines de lucro para avanzar en la ciencia, la tecnología y la aplicación de la soldadura y los procesos de unión y corte aliados, incluida la soldadura fuerte, la soldadura y la pulverización térmica.

Wikipedia (Inglés)

Ver descripción original

Fundador: Comfort A. Adams

Fundación: 28 de marzo de 1919

Oficinas centrales: Miami, Florida, Estados Unidos

Lee atentamente la información que a continuación te presentamos, analízala a profundidad para que puedas desarrollar los productos de esta sesión.



### 1. Cordón de soldadura

Llamamos cordón al depósito continuo de metal de soldadura formado sobre la superficie del metal base. El cordón o una serie de cordones, compuesto de metal base y metal de aportación proveniente del electrodo, es propiamente la soldadura.

**2. El procedimiento.** Para la ejecución de un cordón se sigue este procedimiento:

**2.1. Buena preparación de los materiales a soldar.** Es importante, simplemente porque es el primero. Si desea realizar un buen cordón, aplícalo y dele la importancia que merece, si lo hace bien tiene ganado un 20 % de la calidad de acabado.

**2.2. Regular la corriente eléctrica.** De acuerdo al diámetro del electrodo seleccionado. Se podrá seleccionar la intensidad de corriente para poder alcanzar

la temperatura y el calentamiento necesarios para la unión final. Asimismo, y en relación con la intensidad, la regulación del amperaje en la máquina será también decisiva, pues a cada diámetro de electrodo le corresponde determinados parámetros (mínimos y máximos) de amperaje, mismos que deberán ser regulados hasta un punto de equilibrio que permita el máximo aprovechamiento del electrodo para cada tipo de material, pues de lo contrario pueden suceder 2 problemáticas esenciales:

- **Amperaje excesivo:** Provoca porosidades, cordones chatos, recalentamiento del electrodo y salpicaduras.
- **Amperaje insuficiente:** Produce abultamientos y mala penetración en el material, así como dificultades con el arco.

Para ello lo apropiado es hacer una serie de pruebas en un pedazo de material que no sirve, antes de hacer los cordones válidos.

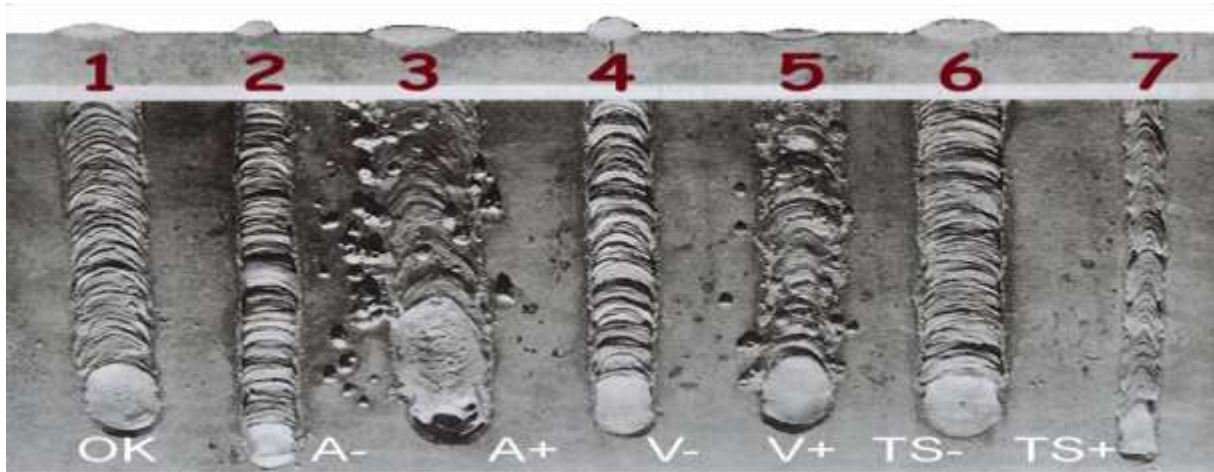


Imagen: Internet

**2.3. Electrodo correcto.** Los electrodos se vuelven uno de los parámetros de soldadura más importantes; debido a que la selección de su tipo, diámetro y geometría será esencial para poder llevar a cabo las diferentes tareas de soldeo a realizar.

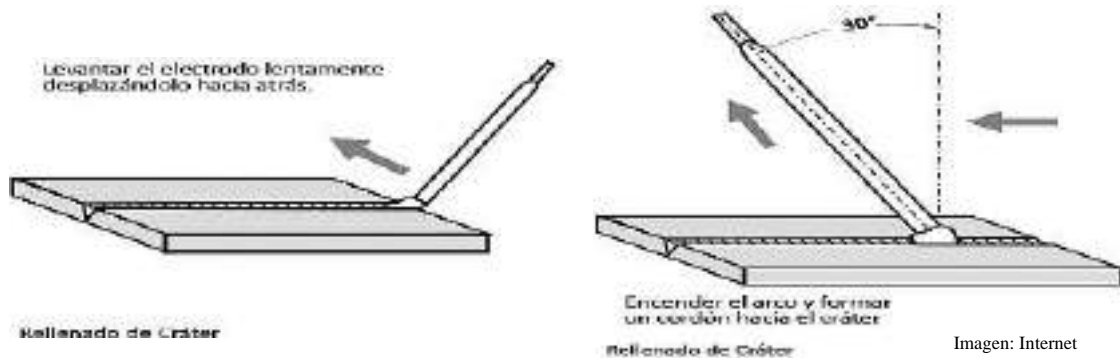
En este caso, además de seguir las normas de aplicación de la A.W.S. estos siempre se elegirán dependiendo de su tipo de aleación incorporada, su material de aporte, y por supuesto, en función de la composición química y física de los materiales a soldar.

Por otro lado, recuerde que, además, siempre será necesario ponerle atención a su buen estado y correcto almacenamiento, manteniéndolos secos y bien conservados

#### 2.4. Distancia y ángulo del electrodo respecto a la unión de soldadura.

Es importante que mantengas una distancia y ángulo apropiados para la correcta ejecución del cordón de soldadura.

Realmente todos los puntos son importantes puesto que si no ejecutas bien estás perdiendo un 20 % o más de calidad de acabado.

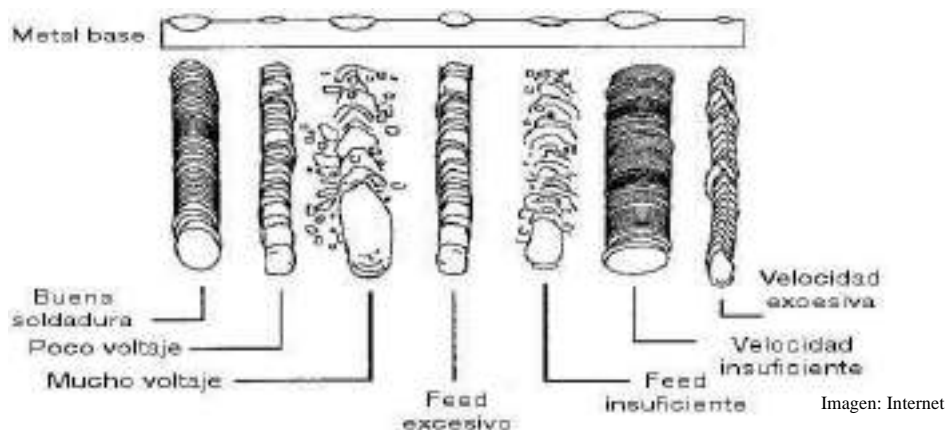


**2.5. Velocidad de avance del electrodo.** La velocidad de avance del electrodo, la cual no debe ser muy lenta o muy excesiva, pues también puede producir los siguientes defectos de soldadura:

**Velocidad muy rápida:** Deficiente fusión del metal con porosidades y cordón delgado, fibroso y con poca penetración.

**Velocidad muy lenta:** Abultamiento y desborde del metal de deposición, así como incrustaciones de escoria en la unión soldada.

Por lo tanto, el tener una adecuada velocidad de avance nos producirá uniones limpias y libres de óxido, aceite y grasa.



**2.6. Longitud correcta del arco.** Debido a que su incorrecta medición nos puede llevar a tener defectos en la soldadura por arco, y ya que no es posible determinarla en mm o pulgadas, ésta se deberá medir a través de los resultados de deposición del metal, es decir, por la forma del cordón y el comportamiento del arco. Cualquier imprecisión en la longitud, puede ser un verdadero problema, pudiéndole generar alguna de las siguientes situaciones:



**Longitudes muy cortas:** Cordones con sopladuras, escoria, de poca penetración, gruesos e irregulares; además de interrupción del arco lo cual causa que el electrodo tenga tendencia a pegarse al metal base.

**Longitudes muy largas:** Salpicaduras, penetración insuficiente, cordones con sobre montas, socavaciones, porosos y de anchos indeseables.

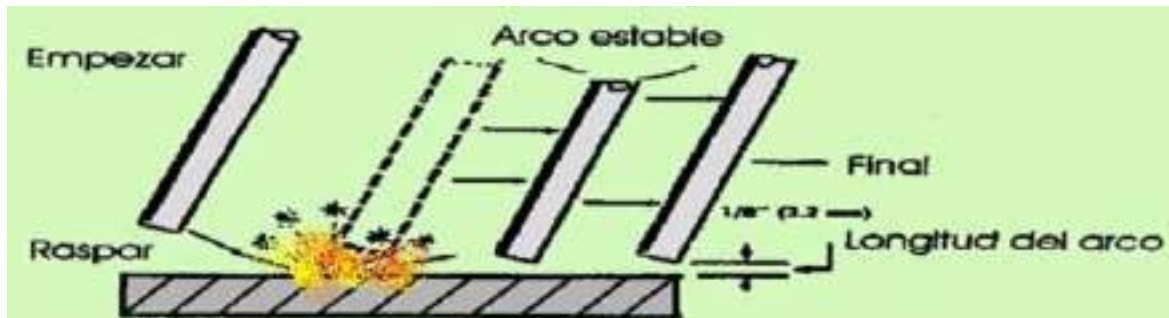


Imagen: Internet

**2.7. Ángulo correcto del arco.** El ángulo correcto del arco es el parámetro de soldadura que se refiere al apropiado ángulo de inclinación del electrodo, pues éste tendrá relación directa con la forma y aspecto del cordón, así como con el nivel de penetración.

De ahí que una mala posición pueda provocarle alguno de los siguientes problemas:

**Ángulo muy cerrado:** Mala conformación del cordón, bajo nivel de penetración y deposición excesiva del metal de aporte.

**Angulo muy abierto:** Cordón irregular con ondulaciones pronunciadas y formación de crestas, expulsión de escoria y bajo recubrimiento.

Por lo que, queda claro porque es tan importante el poder trabajar con el ángulo de inclinación correcto.

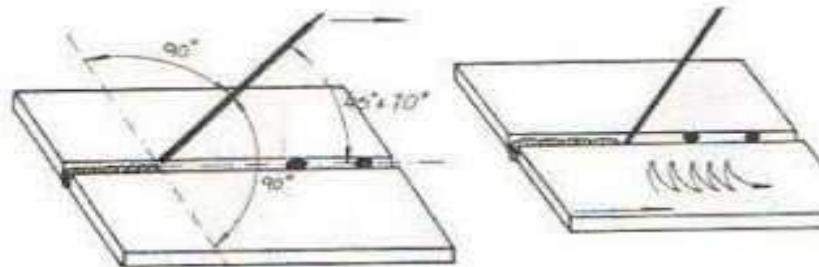


Imagen: Internet

### Operación:

#### Depositar cordones angostos y anchos.

Esta operación consiste en depositar cordones angostos, anchos y superpuestos sin abultamientos sobre el material mediante el electrodo revestido a través del balanceado correcto y el equipo de soldadura por arco eléctrico.



Se utiliza para soldar piezas desgastadas que necesitan ser rellenadas o soldadas como ejes, engranajes, etc.

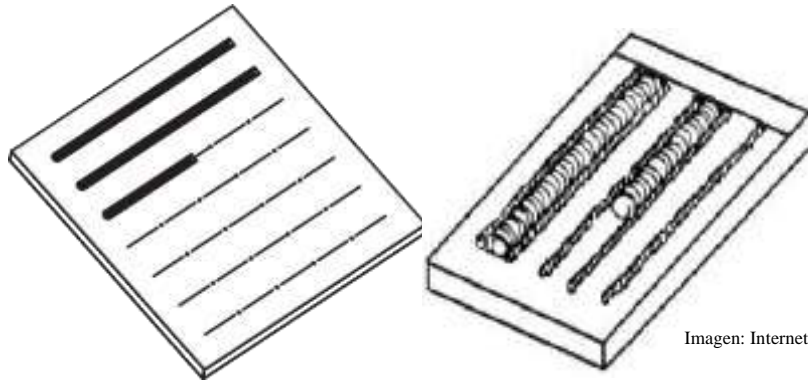


Imagen: Internet

### PROCESO DE EJECUCIÓN

**1° Paso:** Prepare el equipo de soldadura.

**2° Paso:** Prepare el material base.  
Trazando líneas de referencia  
según el plano.

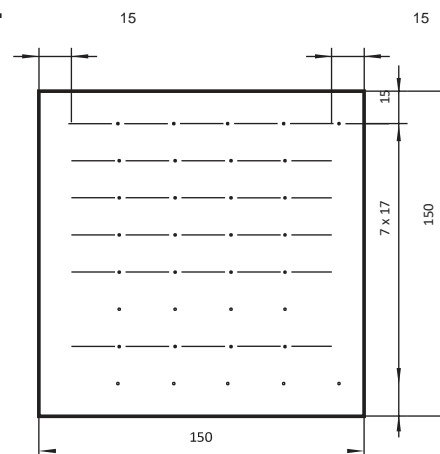


Imagen: Internet

**3° Paso:** Encender y mantener el arco eléctrico.

- a) Regulando el amperaje.
- b) Seleccionando el electrodo adecuado según el material a soldar.

**4° Paso:** Deposite cordones angostos.

- a) Encendiendo el arco y manteniendo sobre la superficie de la pieza de trabajo.
- b) Depositando cordones angostos inclinando el electrodo.

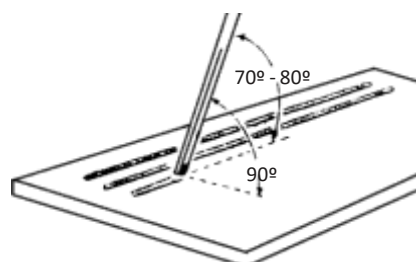
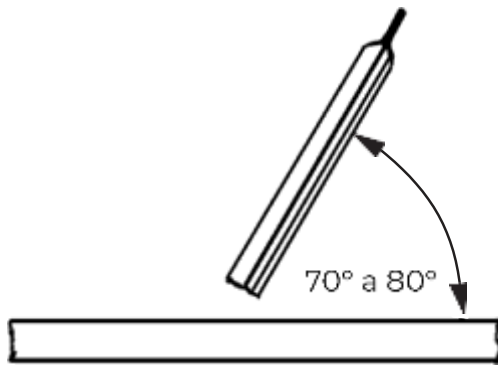
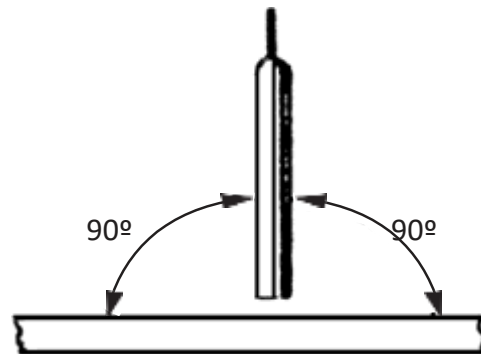


Imagen: Internet



Posición longitudinal



Posición transversal.

Imagen: Internet

- c) Avanzando con velocidad uniforme y adecuada, manteniendo la altura del arco.

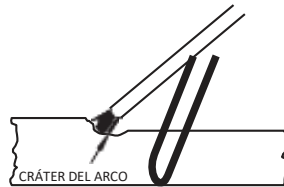


Imagen: Internet

- d) Mantenga la inclinación correcta del electrodo.

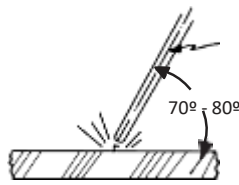


Imagen: Internet

- e) Antes de reanudar los cordones, limpie la terminación con la pica escoria.

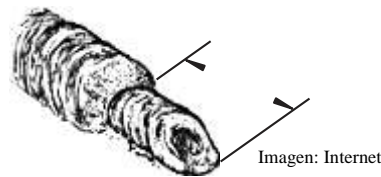


Imagen: Internet

- f) Reanude los cordones maniobrando el electrodo.

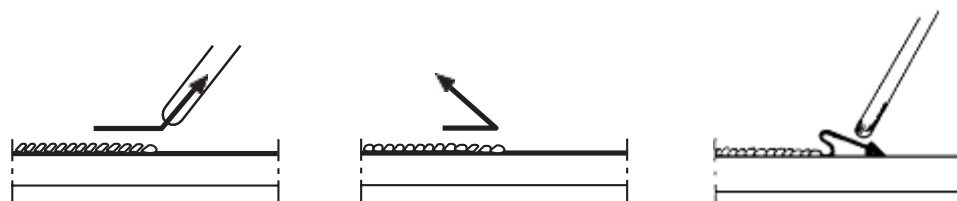


Imagen: Internet

g) Deposite cordones en forma paralela.

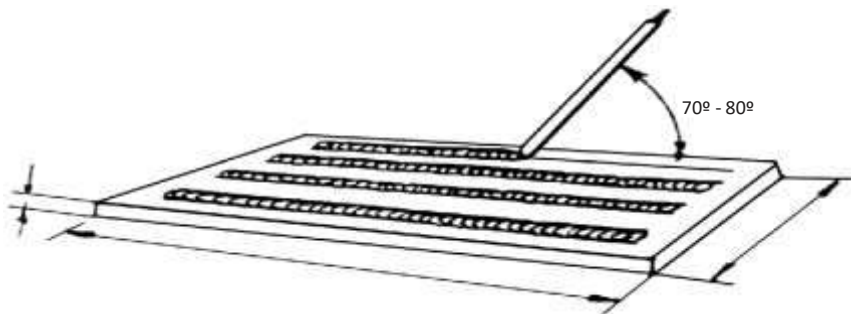


Imagen: Internet

h) Suelde los cordones alternadamente para evitar deformaciones.

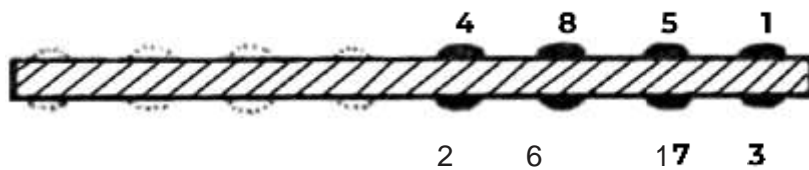


Imagen: Internet

## Precauciones

Use el equipo completo de protección. Emplee tenazas para manipular planchas calientes.

**5º Paso:** Limpie los cordones angostos.

a) Sujete la pieza y quite la escoria con el picador.

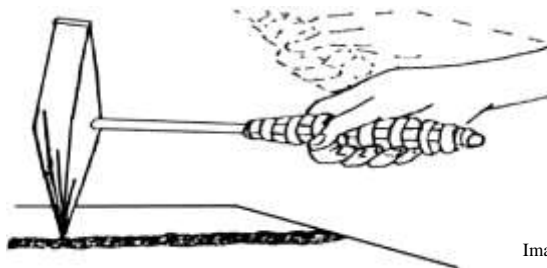


Imagen: Internet

## Observación:

La escama o escoria no debe quitarse tan pronto como se termina de hacer el cordón, esperar que la soldadura se enfríe para evitar rajaduras.

b) Limpie el cordón con el cepillo de alambre.

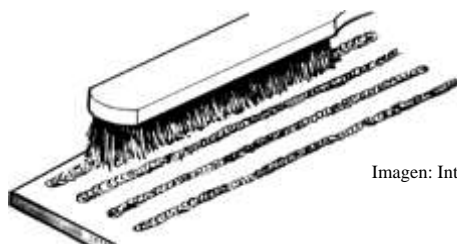


Imagen: Internet

## Precauciones:

Colóquese los anteojos de vidrio claro.

**6° Paso:** Deposite cordones anchos y superpuestos

Inicie el cordón de relleno entre dos cordones base.



Imagen: Internet

## Observación

Desplace el electrodo, con el movimiento indicado en la figura.

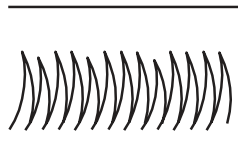


Imagen: Internet

Suelde en forma continua y a velocidad uniforme.

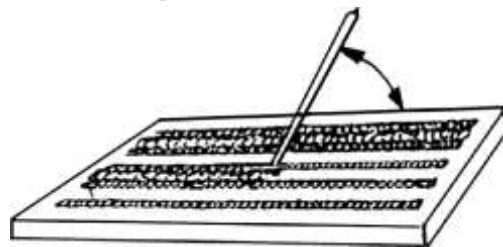


Imagen: Internet

## Observación

Alterne la ejecución de cordones para controlar las contracciones.

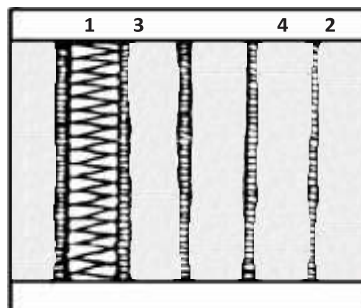


Imagen: Internet

No interrumpir el arco en el proceso de soldadura, salvo, para renovar el electrodo.

Rompa el arco, llevando hacia adelante el electrodo: se formará un cráter profundo.





Reinicie el cordón delante del cráter.

Deposite cordones superpuestas entre sí en el material base.



## HOJA DE ACTIVIDADES

Es momento de poner en práctica lo aprendido, vamos a desarrollar la representación gráfica de los productos. Busca el apoyo de tu profesor(a) y/o de tu familia.



Imagen: Internet

**Actividad 1.** ¿Qué pasos importantes se consideran para realizar un buen cordón de soldadura?

-----

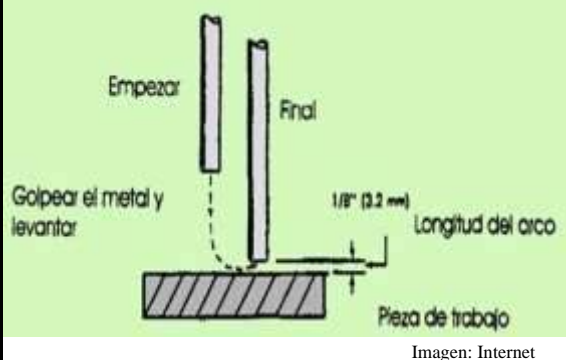
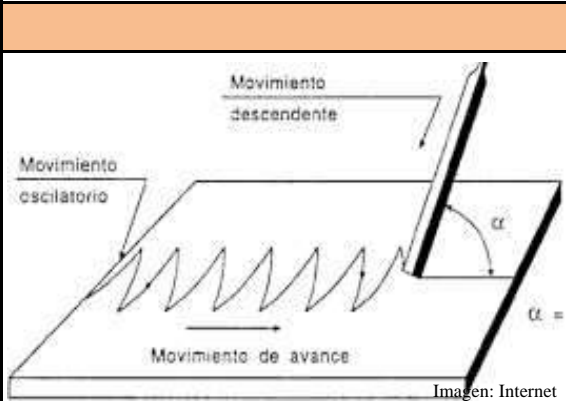
-----

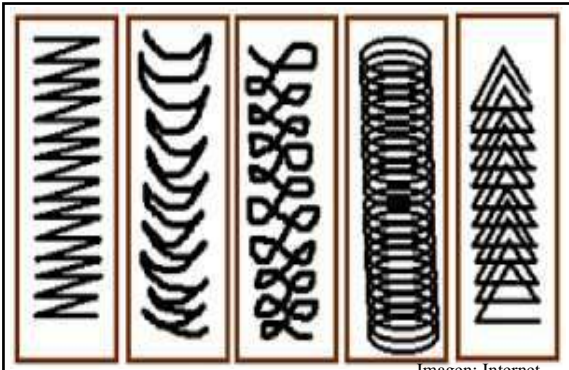
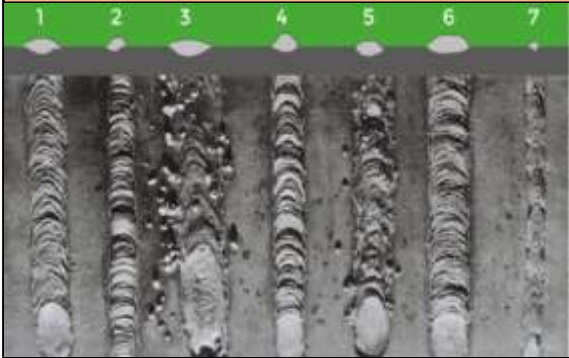
-----

-----

-----

**Actividad 2** En los siguientes gráficos describir cada una de ellas.

Componentes de la máquina de soldar	Descripción
 <p>Imagen: Internet</p>	
 <p>Imagen: Internet</p>	
<p>¿Cuál es el ángulo recomendado para la soldadura en posición plana?</p>	

	
<p>Imagen: Internet</p> <p>Describe cada movimiento oscilatorio.</p>	
	
<p>Determine los parámetros que afectan en el cordón de soldadura.</p>	

Estimado estudiante. Hemos llegado al final del módulo, recomiendo que practiques mucho en el taller, la práctica hace al maestro. ES VITAL CUMPLIR CON TODAS LAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.

Por otro lado, quisiera que puedas seguir repasando estos cuadernillos y te invito a reforzar tus conocimientos en un curso para ser Soldador y Oxicortador de la Fundación Carlos Slim. Aquí el enlace y el código QR.



<https://capacitateparaelemprego.org/pages.php?r=.tema&tagID=308>

Con un lector de código de QR descargado en tu celular podrás acceder al Curso. ¡Vamos, inténtalo!

### **Bibliografía:**

De Garmo – Materials and Processes in Manufacturing –Second Edition. Mac Millan.

Procedure Handbook of Arc Welding – Desing and Practice – Sixth Edition The  
Lincoln Electric Company.

Seférian – Metalurgia de la Soldadura – Editorial Tecnos S.A., O'Donnell, 27 Madrid.

Welding Encyclopedia – Sixteenth Edition L.B. Mackenzie.

Welding Handbook – Sixth Edition – By American Welding Society.

Welding Metallurgy – Linnert – Third Edition – American Welding Society.





**Horizontes**  
Programa de Secundaria Rural