11. SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO

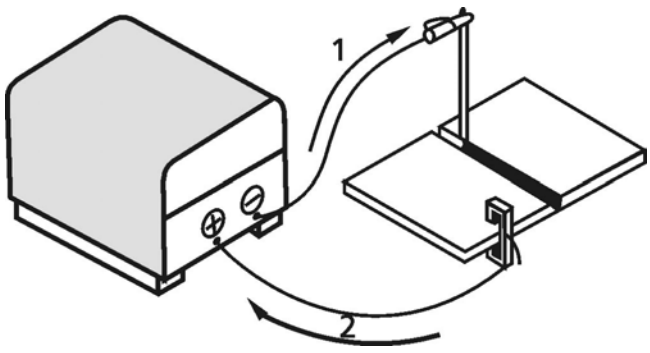


11.1. PRINCIPIOS

PRINCIPIOS

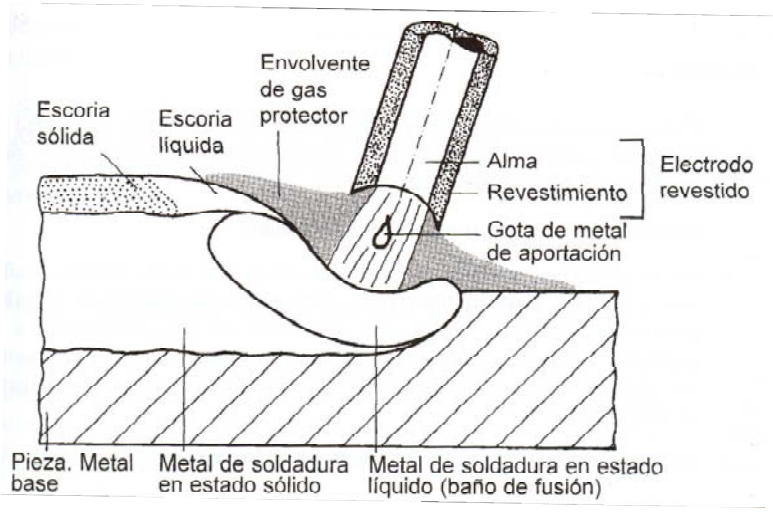
- El proceso de electrodo revestido es un proceso de arco eléctrico que implica la fusión de las piezas metálicas y de un electrodo que proporciona el metal de aporte.
- El arco eléctrico establecido en el extremo del electrodo se coloca cerca de los bordes de las piezas, al solidificar el metal fundido se produce la unión.

PRINCIPIOS



CIRCUITO ELECTRICO

PRINCIPIOS



PRINCIPIOS

- Shield Metal Arc Welding (SMAW) – AWS A3.0
- Manual Metal Arc Welding (MMA) – Reino Unido.

VENTAJAS

- Equipo de bajo costo, portátil y útil en espacios confinados.
- Suelda una gran variedad de metales.
- El metal de aporte y los medios de protección son proporcionados por el electrodo.
- El espesor mínimo a soldar es 1/16”. No hay límite superior.
- Las soldaduras pueden ser en cualquier posición.
- Es menos afectado por el viento que el proceso GMAW.
- Puede usarse en casi todas las condiciones climáticas.

DESVENTAJAS

- Es un proceso lento.
- Requiere gran habilidad del soldador.
- No es adecuado para soldar metales de bajo punto de fusión o sensibles a la oxidación
- No es adecuado para espesores inferiores a 1/16”.
- No se puede utilizar todo el electrodo.
- Las frecuentes paradas y encendidos aumentan la posibilidad de defectos de soldadura.

APLICACIONES

- Es uno de los de procesos más utilizados.
- La mayoría de las aplicaciones requieren el uso de electrodos entre 3 y 8 mm.
- El proceso SMAW se aplica a:
  - Aceros al carbono.
  - Aceros aleados
  - Aceros inoxidables
  - Fundiciones
  - Metales no ferrosos
    - Aluminio
    - Cobre
    - Níquel y sus aleaciones

APLICACIONES

- Construcción naval
- Tanques y esferas de almacenamiento
- Puentes
- Recipientes a presión
- Calderas
- Refinerías de petróleo
- Oleoductos y gasoductos, etc.

APLICACIONES

- Se puede usar en combinación con otros procesos de soldadura.
- Por ejemplo, en tubería:
  - La pasada de raíz con el proceso GTAW, y el relleno con SMAW.

11.2. SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

- ¿Qué tipo de corriente se debe usar para soldar con SMAW?

- **CD**
  - **CDEN**
  - **CDEP**
- **CA**

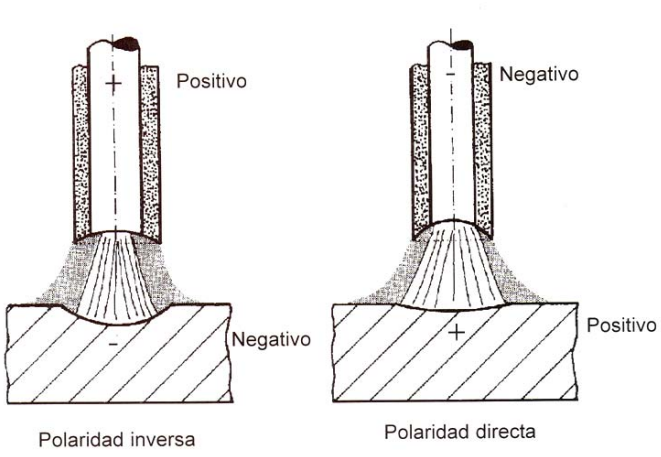
SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

PARÁMETROS	CD	CA
Gran distancia entre el trabajo y la fuente		Preferible
Electrodos de pequeño diámetro	Más fácil	Se puede deteriorar el material por dificultades de encendido
Cebado del arco	Más fácil	Más difícil. Sobre todo con electrodos de pequeño diámetro.
Mantenimiento del arco	Más fácil	Más difícil. Excepto cuando se usan electrodos de alto rendimiento
Soplo magnético	Es problema	No es problema
Espesor de la pieza	Se prefiere en espesores delgados	Se prefiere en espesores gruesos, ya que se puede utilizar un electrodo de mayor diámetro.

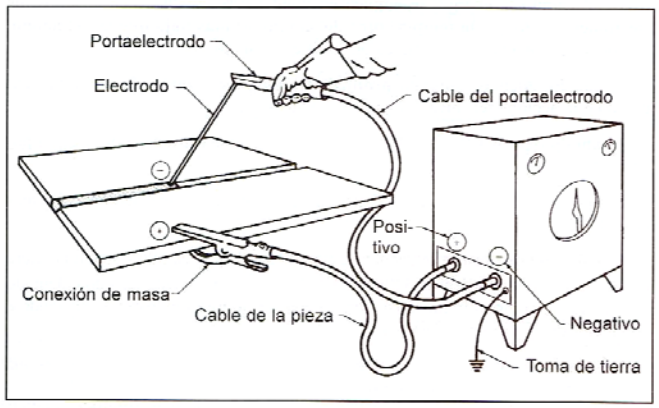
SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

PARAMETROS	CD	CA
Tipo de electrodo	Cualquiera	No se usa con todos los electrodos. El revestimiento debe contener sustancias que faciliten el encendido del arco.
Posiciones de soldadura	Preferible en vertical y sobrecabeza.	Cualquiera. Usando los electrodos adecuado
Salpicaduras	Poco frecuentes	Muy frecuentes
Longitud pequeña de arco	Fácil	
Polaridad	Cualquiera	No hay polaridad

SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

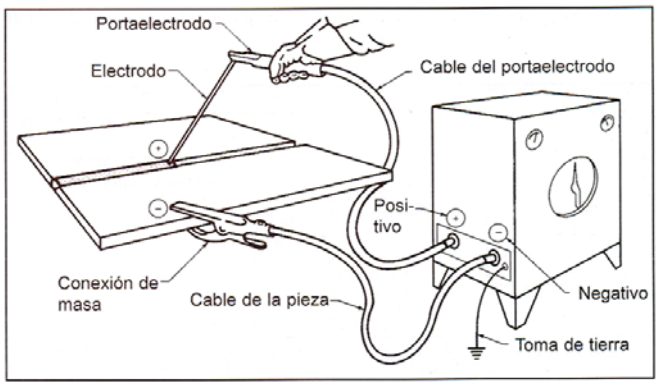


SELECCIÓN DE LA CORRIENTE



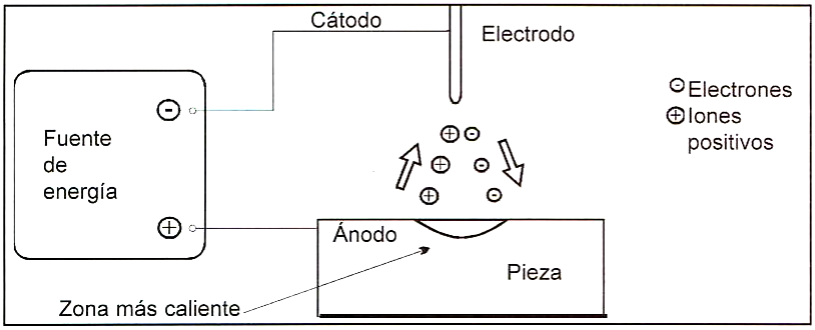
DCEN (POLARIDAD DIRECTA)

SELECCIÓN DE LA CORRIENTE



DCEP (POLARIDAD INVERSA)

SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

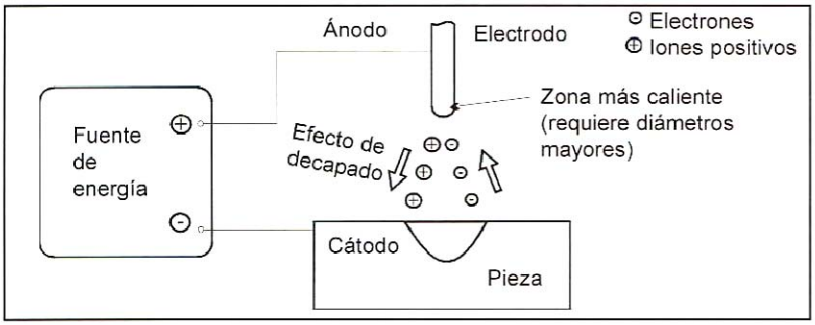


DCEN (POLARIDAD DIRECTA)

SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

- **DCEN**:
  - Se obtienen cordones más anchos con menos penetración.
  - El electrodo soportará intensidades de calor ocho veces menores que en DCEP (polaridad inversa).
  - No se produce el efecto de decapado en la pieza. Si se desea decapar una pieza debe hacerse químicamente antes de la soldadura.

SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

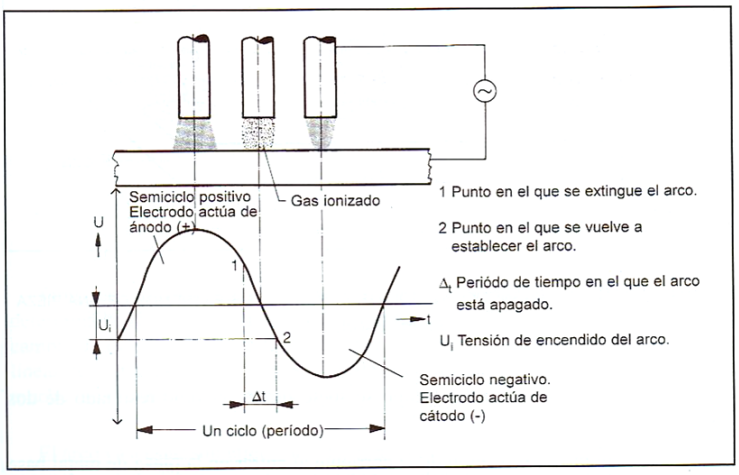


DCEP (POLARIDAD INVERSA)

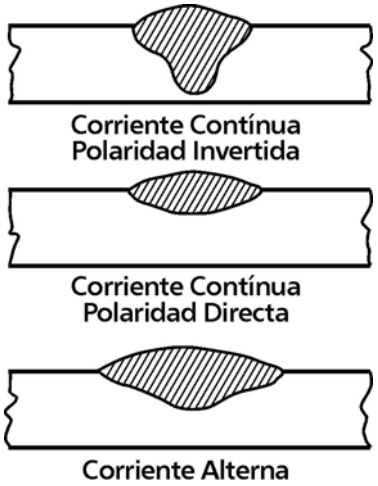
SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

- **DCEP**
  - Se obtienen cordones angostos con mayor penetración.
  - Se evita el excesivo calentamiento del electrodo.
  - Se produce el efecto de decapado o limpieza de óxidos.

SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

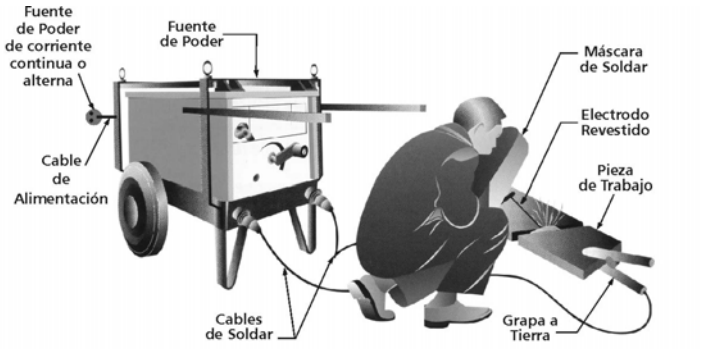


SELECCIÓN DE LA CORRIENTE

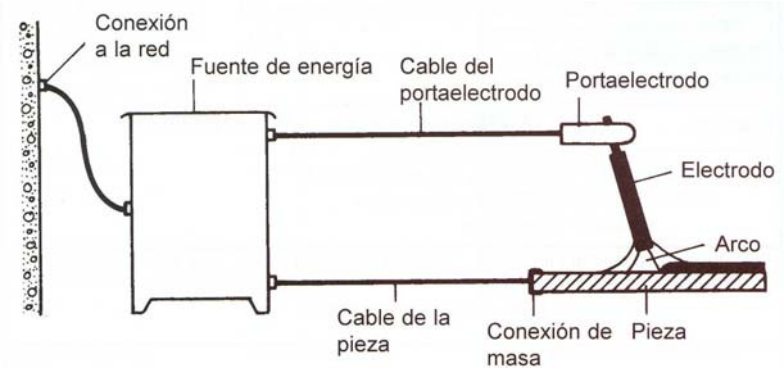


11.3. EQUIPO DE SOLDADURA

EQUIPO DE SOLDADURA



EQUIPO DE SOLDADURA



EQUIPO DE SOLDADURA

- **¿Qué tipo de fuente de poder es más adecuado para el proceso SMAW: corriente constante o voltaje constante?**

- **Las de corriente constante son mejores. La curva característica disminuye la corriente con un aumento en la longitud de arco.**
- **Esto da mayor control al soldador.**
- **Una variación en la longitud de arco es inevitable durante el proceso.**

EQUIPO DE SOLDADURA

- Para corriente directa se usan transformadores-rectificadores.
- Para seleccionar la fuente de poder se debe tener en cuenta el electrodo a utilizar.
  - Los electrodos básicos necesitan mayores tensiones de vacío.
  - La mayoría de los electrodos básicos requieren de corriente continúa. Los demás se pueden utilizar con corriente alterna o corriente continúa.

EQUIPO DE SOLDADURA

- **¿Cuál es el rango de corriente usado en el proceso SMAW?**
- **Usualmente entre 25 y 600 A.**

EQUIPO DE SOLDADURA

- **¿Cuáles voltajes de circuito abierto son utilizados en el proceso SMAW?**
- **El voltaje en la salida de la fuente de poder, cuando la máquina no se esta usando es de 50 a 100 Voltios.**

EQUIPO DE SOLDADURA

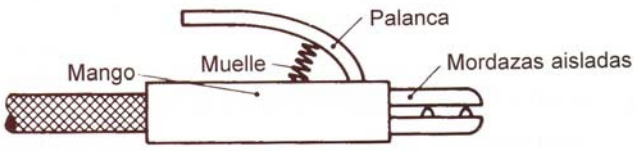
- **¿Cuál es el rango de voltajes de trabajo en el proceso SMAW?**
- **Entre 17 y 40 voltios.**

EQUIPO DE SOLDADURA

- **¿Qué efecto tiene el voltaje de circuito abierto en el proceso SMAW?**
- **Entre más alto es más fácil establecer el arco eléctrico, pero también mayor el riesgo de choque eléctrico?**

EQUIPO DE SOLDADURA

- El **portaelectrodo:**
  - conduce la electricidad al electrodo y lo sujeta,
  - aísla al soldador,
  - proporciona una conexión segura entre cables y electrodo.
  - se selecciona de acuerdo al diámetro del electrodo. Uno de los problemas que se pueden presentar es el sobrecalentamiento.



EQUIPO DE SOLDADURA

- La **conexió**n correcta del cable **de masa** es importante sobre todo cuando se trabaja con corriente continua. Una mala conexión puede:
  - Provocar soplo magnético.
  - Un mal contacto puede calentar la conexión y apagar el arco eléctrico.

SOLDADURA ELECTRICA POR ARCO

- El voltaje varía con la longitud del arco.
  - Al tocar el electrodo a la pieza de trabajo, el voltaje es cero.
  - Al aumentar la separación entre el electrodo y la pieza aumenta el voltaje alcanzándose el voltaje de trabajo.
  - Al aumentar la distancia del electrodo al metal base, se incrementa el voltaje pudiendo extinguirse el arco eléctrico.

LAS MAQUINAS DE SOLDAR

- Características de la máquina de soldar:
  - Transformar el voltaje de la red eléctrica en un voltaje de vacío que permita iniciar el arco eléctrico.
  - Cambiar del voltaje de vacío al voltaje de trabajo que permita mantener el arco eléctrico.
  - Permitir la regulación de la intensidad de corriente.
  - Asegurar una alimentación de corriente uniforme.
  - Resistencia y solidez.

COMPRA DE UNA MÁQUINA DE SOLDAR

- Se debe tener en cuenta:
  - Clase de corriente de la red general.
  - Voltaje de la línea: 220 o 440 V.
  - En el caso de una línea de corriente alterna: sí esta es monofásica o trifásica.

11.4. ELECTRODOS REVESTIDOS

LOS ELECTRODOS

- El electrodo tiene las siguientes funciones:
  - Conducir la corriente eléctrica al área de soldadura.
  - Servir como metal de aporte.
  - Proporcionar protección a la pileta de metal fundido.



LOS ELECTRODOS

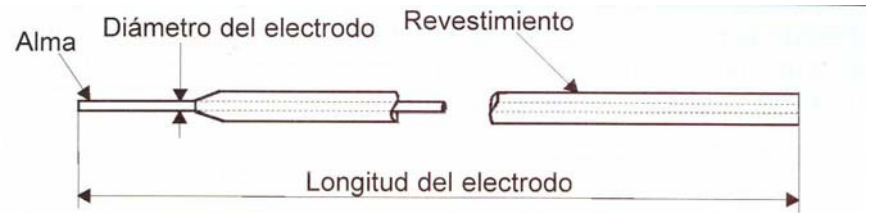
- Se fabrican para soldar diferentes tipos de materiales.
- Están diseñados para trabajar con AC o DC o ambos tipos.
- Su uso depende de la posición de soldadura.

Los electrodos para el proceso SMAW tienen forma de varilla.



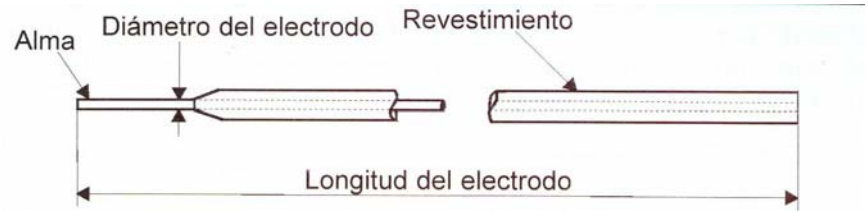
CONSTRUCCION DEL ELECTRODO

- Los electrodos revestidos tienen un alma metálica sólida o colada recubierta con una capa de fundente.
- Los cambios en la composición y espesor del revestimiento cambia las características operativas.



CONSTRUCCION DEL ELECTRODO

- Los electrodos son fabricados en longitudes de 9 a 18 plg (230 a 460 mm).
- Algunos electrodos son fabricados de tubos metálicos con fundente en el interior.



FUNCIONES DEL REVESTIMIENTO

- Producir una capa de gases que proteja a la pileta de soldadura del oxígeno, nitrógeno e hidrógeno de la atmósfera.
- Introducir al baño metálico agentes limpiadores, desoxidantes y fundentes que limpien el metal y prevengan el excesivo crecimiento grano.
- Proporcionar elementos químicos que controlen las características eléctricas del arco eléctrico.

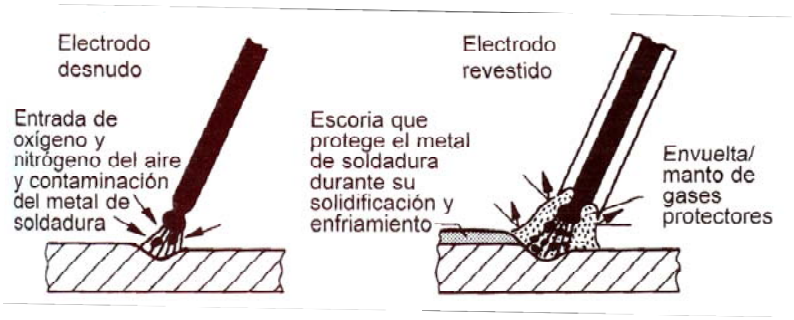
FUNCIONES DEL REVESTIMIENTO

- Formar una capa protectora sobre el metal de soldadura que permita:
  - Controlar la velocidad de enfriamiento y así obtener una unión más dúctil.
  - Proteger de la atmósfera al metal de soldadura que se enfría.
  - Controlar la forma del cordón
- Añadir elementos aleantes al baño metálico para mejorar las propiedades.

FUNCIONES DEL REVESTIMIENTO



FUNCIONES DEL REVESTIMIENTO

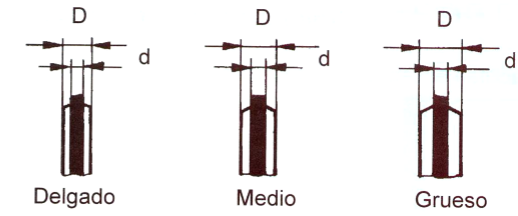


DIAMETRO DEL ELECTRODO

- Los electrodos se pueden clasificar en:
  - **Delgados**. Estos electrodos protegen poco a la pileta de soldadura.
  - **Medios**. Tienen mayor estabilidad de arco, permiten CA, y protegen mejor.
  - **Gruesos**. Los electrodos con revestimiento grueso permiten obtener las mejores cualidades del metal de soldadura.

DIAMETRO DEL ELECTRODO

Espesor del revestimiento



D = 1,2 . d

D > 1,2 . d pero ≤ 1,55 . d

D > 1,55 . d

Transferencia de metal de aportación



DIAMETRO DEL ELECTRODO

Transferencia de metal de aportación



Capacidad de "puentear" un chaflán



Aspecto del cordón de soldadura



REVESTIMIENTO

- El revestimiento se clasifica en función de su composición que determinará sus cualidades y aplicaciones.

- Acido
- Básico
- Celulósico
- Rutilo
- Rutilo-ácido
- Rutilo-básico
- Rutilo-celulósico
- Rutilo grueso
- Otros

REVESTIMIENTO

- El revestimiento puede contener metales de aleación. Por ejemplo, el polvo de hierro produce las siguientes ventajas.
  - Arco más estable.
  - Menos destreza para ser manipulado.
  - Aumenta la cantidad de metal depositado.
  - Solo puede emplearse en posición plana.

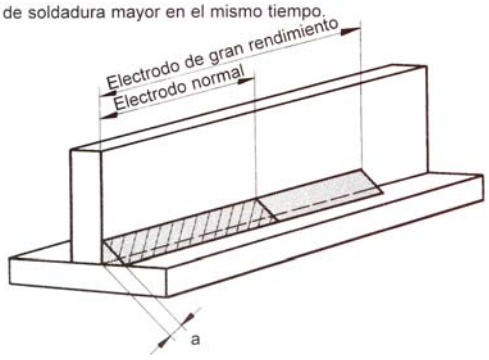
REVESTIMIENTO

Electrodo normal (sin polvo de hierro) 4 mm x 450 mm	**Electrodo con polvo de hierro** 4 mm x 450 mm
	
Peso del alma = 40 gramos	Peso del alma = 40 gramos
Peso del metal depositado= 40 gramos	Peso del metal depositado= 70 gramos
Rendimiento gravimétrico = (40/40) . 100 = 100%	Rendimiento gravimétrico = (70/40) . 100 = 175%
Tiempo de soldeo = 70 segundos	Tiempo de soldeo = 70 segundos

REVESTIMIENTO

Resultado

Longitud de soldadura mayor en el mismo tiempo.



REVESTIMIENTO

- El **rendimiento en peso** de un electrodo es la relación entre el metal depositado durante la soldadura y el peso del alma de los electrodos empleados, multiplicado por cien.

$$\%\ \text{rendimiento en peso} = \frac{\text{Peso del metal depositado}}{\text{Peso del alma}} \times 100$$

CLASIFICACION

E-6010

- **Electrodo**
- **60,000 psi de resistencia**
- **Todas las posiciones**
- **Tipo de recubrimiento o corriente**

CLASIFICACION

E-7018-H4 R

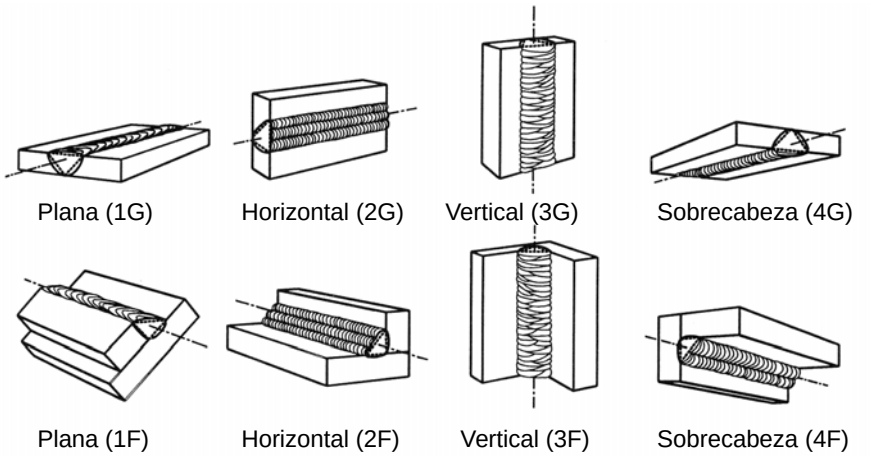
- **Electrodo**
- **70,000 psi de resistencia**
- **Todas las posiciones**
- **Tipo de recubrimiento o corriente**
- **Hidrógeno, H4: Menos de 4 ml/100; H8: Menos de 8 ml/100**
- **Resistente a la humedad**

CLASIFICACION

E-8018-B1H4 R

- **Electrodo**
- **80,000 psi de resistencia**
- **Todas las posiciones**
- **Para AC o DCEP**
- **Composición química del metal de aporte**
- **Hidrógeno H4: Menos de 4 ml/100**
- **Resistente a la humedad**

CLASIFICACION



CLASIFICACION

- El tercer digito indica la posición en que puede ser empleado el electrodo.
  - Ejemplo: El E-6012, puede emplearse en toda posición.
  - Ejemplo: El E-7024, solo se emplea en posición plana y horizontal.

NÚMERO	POSICIÓN
1	Plana, horizontal, vertical, sobrecabeza
2	Plana y horizontal
3	No tiene posición designada
4	Plana, horizontal, vertical descendente, sobrecabeza

CLASIFICACION

- El cuarto digito indica el tipo de recubrimiento, la corriente y polaridad con la que puede ser usado el electrodo.
- Para el E-6013, el recubrimiento es rutilo y se puede usar con AC y DCEP.

Digito	Recubrimiento	Corriente
0	Celulósico sodio	DCEP
1	Celulósico potasio	Todos
2	Rutilo sodio	AC o DCEN
3	Rutilo potasio	AC o DCEP
4	Polvo de hierro potasio	Todos
5	Bajo hidrógeno sodio	DCEP
6	Bajo hidrógeno potasio	AC o DCEP
7	Polvo de hierro oxido de hierro	Todos
8	Polvo de hierro bajo hidrógeno	AC o DCEP

CLASIFICACION

ELECTRODO	CARACTERISTICAS
E-XXX0	**DCEP**. Produce depósitos de alta calidad con profunda penetración y cordones planos o cóncavos. **Recubrimiento celulósico sodio.**
E-XXX1	**DCEP o AC**. Produce depósitos de alta calidad con una buena penetración y acabados planos o ligeramente cóncavos. **Recubrimiento celulósico potasio.**
E-XXX2	**DCEN o AC**. Depósitos de calidad media, arco medio, penetración media y cordones convexos. **Recubrimiento rutilo sodio.**
E-XXX3	**DCEP, DCEN, o AC**. Depósitos de media a alta calidad, arco suave, poca penetración, y cordones ligeramente convexos. **Recubrimiento rutilo potasio.**
E-XXX4	**DCEP, DCEN, o AC.** Velocidad de deposito rápida. Soldaduras de chaflán profundo, filete y traslape. Fácil remoción de la escoria. **Recubrimiento polvo de hierro, rutilo.**
E-XXX5	**DCEP.** Depósitos de alta calidad, arco suave, penetración moderada, cordón plano a ligeramente convexo, bajo contenido de hidrógeno en los depósitos. **Recubrimiento de bajo hidrógeno sodio.**
E-XXX6	**DCEP o AC**. Depósitos de alta calidad, arco suave, penetración moderada, cordón plano a ligeramente convexo, bajo hidrógeno. **Recubrimiento de bajo hidrógeno potasio.**
E-XXX7	**DCEN o AC**. Llenado rápido, velocidad de depósito rápida, penetración media, poca salpicadura, cordones planos. **Recubrimiento polvo de hierro oxido de hierro.**
E-XXX8	**DCEP o AC**. Llenado-solidificado, penetración ligera a media, fácil remoción de la escoria, cordones convexos. **Recubrimiento de polvo de hierro, bajo hidrógeno.**

CLASIFICACION

- Algunas denominaciones incluyen un sufijo, que indica la cantidad de un elemento de aleación en el electrodo.

SUFIJO	%Mn	%Ni	%Cr	%Mo	%V
A1				0.50	
B1			0.50	0.50	
B2			1.25	0.50	
B3			2.25	1.00	
C1		2.50			
C2		3.25			
C3		1.00	0.15	0.35	
D1 & D2	1.25-2.00			0.25-0.45	
G		0.50	0.30 min	0.20 min	0.10 min

CLASIFICACION

- Los electrodos también se clasifican en cuatro grupos:
  - **F1, Grupo de alta deposición** (también conocido como de *llenado rápido*).
  - **F2, Grupo de penetración media** (también conocido como de *llenado y solidificación intermedia*).
  - **F-3, Grupo de gran penetración** (también conocido como de *solidificación rápida*).
  - **F-4**, **Grupo de bajo hidrógeno**.



CLASIFICACION

- **F1, Grupo de alta deposición** (también conocido como de *llenado rápido*).
- El recubrimiento contiene 50% de polvo de hierro por peso y tiene la mayor tasa de deposición.
- Llenan rápidamente una unión.
- Solo se aplican en posición plana y horizontal.
- Tienen poca penetración.
- La escoria se remueve fácilmente.
- Producen cordones ligeramente convexos y poca salpicadura.

CLASIFICACION

- **E6027**. Alta tasa de deposición; usado para soldaduras multi-pasada, con chaflán profundo, o filete en posición plana u horizontal, usando DC (cualquier polaridad) o corriente AC.
- **E7024**. Tasas de deposición más altas que el E7014; adecuado para soldadura en posición plana y filetes horizontales.
- **E7024-A1**. Misma características que el E7024 pero con mayor ductilidad y mejor temperatura de transición al impacto.
- **E7028**. Similar al E7018, usado para soldaduras horizontales y filetes planos, y soldaduras de chaflán a tope y filetes en la posición plana.

CLASIFICACION

- **F2, Grupo de penetración media** (también conocido como de *llenado y solidificación intermedia*).
- Tienen un recubrimiento a base de rutilo o carbonato de calcio.
- Son excelentes para soldadura de láminas con un espesor inferior a 3/16”, donde se requiere de una velocidad de avance con un mínimo de sobresalto, de entrampamiento de escoria o de mordeduras. Normalmente, se usa con DCEN.

CLASIFICACION

- **E6012**. Gran velocidad de avance y soldaduras más angostas que el E6010; AC o DCEN; menor penetración que el E6010. Usado principalmente para soldadura de una sola pasada de laminas en posición plana, horizontal y vertical descendente.
- **E6013**. Similar al E6012, excepto que puede ser usado en DC con cualquier polaridad o con AC.
- **E6019**. Produce una escoria fluida, gran penetración con un metal de soldadura de excelente calidad.
- **E7014**. Tiene la mayor cantidad de polvo de hierro del grupo y por tanto excelente tasa de deposición

CLASIFICACION

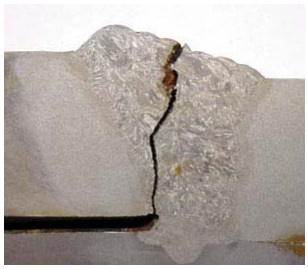
- **F-3, Grupo de gran penetración** (también conocido como de *solidificación rápida*):
- Tienen recubrimiento celulósico, pueden contener polvo de hierro, rutilo y potasio.
- El cordón solidifica rápidamente y se aplica en todas las posiciones.
- Especialmente, bueno en soldadura vertical y sobrecabeza.
- Excelente para soldar acero de medio carbono en trabajos de construcción y reparación.
- Bueno para pasadas de raíz.
- Permiten un fácil control del arco eléctrico.
- Presentan gran penetración.
- Dejan poca escoria y salpicaduras.
- Producen cordones de cara plana.
- Mejor selección para metal, grasiento, pintado o sucio.

CLASIFICACION

- **E6010**. El metal fundido solidifica rápidamente. Adecuado para soldar en todas las posiciones con DCEP; tiene una baja tasa de deposición y un arco con gran penetración; puede ser usado para soldar todos los tipos de juntas.
- **E6011**. Similar al E6010 pero puede ser usado con AC y DC.
- **E6022**. Para una sola pasada, soldaduras de chaflán con alta velocidad en posición plana.
- **E7010-A1**. Para soldar tubería de alta resistencia, tal como la X52 o X56, para soldaduras donde el control de la composición química es importante. Operación similar a la 6010.
- **E7010-G**. Se usa para evitar cualquier tendencia a porosidades superficiales en el llenado y acabado. Hay grados especiales para tuberías de alta resistencia X60 y X65

CLASIFICACION

- **F-4**, **Grupo de bajo de bajo hidrógeno**.
- Resistentes a la difusión de hidrógeno y fisuramiento.
- Se usan en aplicaciones con tendencia al agrietamiento.
- Son utilizados en aplicaciones de media o baja soldabilidad.
- Solidifican rápido.
- Durante el enfriamiento la escoria esta ligeramente líquida.
- Tienen deposición promedio y se usan en cualquier posición.
- Producen un cordón suave, ligeramente convexo y con poca salpicadura.
- Excelentes para soldadura con calidad de rayos X y buenas propiedades mecánicas.



Los electrodos de bajo hidrógeno se usan para prevenir el agrietamiento

CLASIFICACION

- **E7018**. Adecuado para soldar aceros de bajo y medio carbono (<0.55% C), en todas las posiciones y tipos de juntas. Es el electrodo con la mejor calidad y propiedades mecánicas de todos los electrodos. DCEP y AC.
- **E7018-1**. Mismo que el E7018 pero con un contenido mayor de Mn para disminuir la temperatura de transición.
- **E7028**. Similar al E7018; usado para soldadura horizontal y filetes planos y a tope con ranura en posición plana.

CLASIFICACION

Clase AWS	Corriente	Posición	Deposito	Grupo
E-6010	DCEP	Todas	Gran penetración, cordones planos	Solidificación rápida, F-3.
E-6011	DCEP, DCEN, AC			
E-6012	DCEN, AC	Todas	Poca penetración, buen acabado del cordón, poca salpicadura, para ajuste pobre.	Llenado y solidificación intermedia, F2
E-6013	DCEP, DCEN, AC			
E-6020	DCEP, DCEN, AC	Plana, horizontal	Alta deposición, soldaduras de una pasada con ranura profunda	Llenado rápido, F1
E-6027	DCEN, AC	Plana, horizontal	Alta deposición, gran penetración	Llenado rápido, F1
E-7014	DCEP, DCEN, AC	Todas	Baja penetración, alta velocidad	Llenado y solidificación intermedia, F2
E-7024	DCEP, DCEN, AC	Plana, horizontal	Alta deposición, una o varias pasadas	Llenado rápido, F1
E-7016	DCEP, AC	Todas	Para soldar aceros de alto azufre o carbono con tendencia a la porosidad y fisuramiento.	Llenado y solidificación intermedia, F2
E-7018	DCEP, AC	Todas		
E-7028	DCEP, AC	Plana, horizontal		Llenado rápido, F1

SELECCION

- ¿Cuáles son los factores a considerar al seleccionar un electrodo?

- Metal base
- Posición de soldadura
- Tipo de junta
- Ajuste de la junta
- Fuente de poder
- Habilidad del soldador
- Productividad

SELECCION

- En general ¿Cómo debe ser el electrodo en relación al metal base?
- El electrodo debe tener una resistencia igual o superior a la del metal base y propiedades químicas similares.

SELECCION

- En algunas ocasiones no se tendrá que decidir cual electrodo utilizar sí el proyecto de soldadura se realiza bajo un código. El cual indica el tipo de electrodo a utilizar.
- En la mayoría de los aceros al carbono se pueden usar electrodos de las denominaciones E60XX o E70XX.

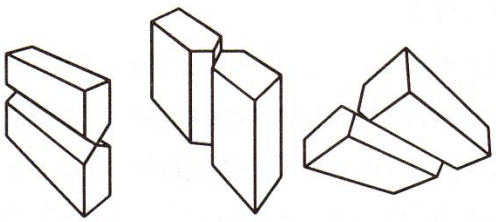


SELECCION

- El tipo de junta ejerce influencia al seleccionar un electrodo:
  - Soldar uniones fuera de posición, o con un gran abertura de raíz puede requerir un electrodo de solidificación rápida.
  - Uniones en posición plana pueden requerir electrodos con elevada índice de deposición.
  - La unión a traslape de la figura, en posición plana requiere de un electrodo con un diámetro de 1/8". Sin embargo, para la misma unión pero en posición vertical o sobrecabeza se requieren electrodos de diámetro menor (5/32" o 3/16"), que permitan una solidificación rápida.

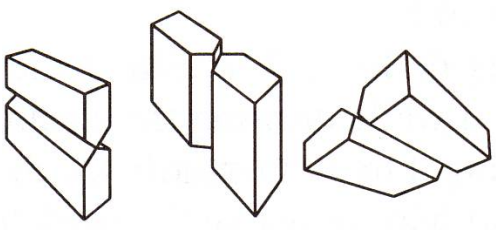


SELECCION



- Para espesores de 3/16" a 3/8". ¿Cuáles electrodos son recomendables?
- Se recomiendan los de solidificación rápida (E-6010, E-6011)

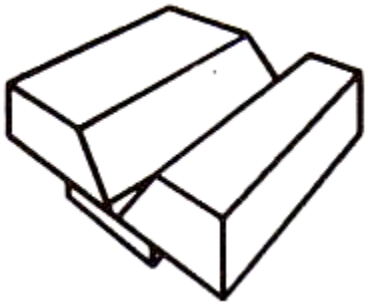
SELECCION



- Para espesores mayores a 3/8”. ¿Cuáles electrodos son recomendables?
- Se recomiendan los de solidificación y llenado intermedio (E-7018).

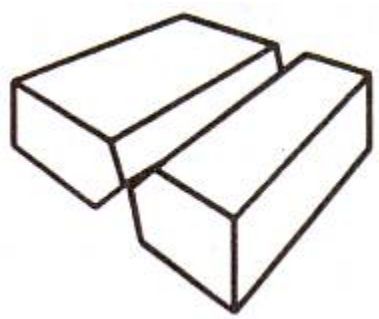
SELECCION

- Para espesores iguales o mayores a 3/8”. ¿Cuáles electrodos son recomendables?
- Se recomiendan los de llenado rápido y bajo hidrógeno (E-6027, E-7028).



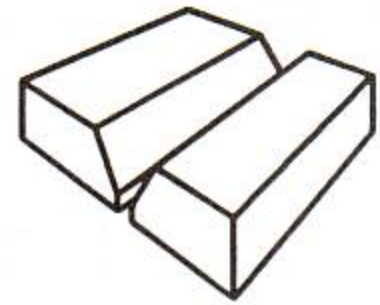
SELECCION

- Para espesores iguales o mayores a 3/8”. ¿Cuáles electrodos son recomendables?
- Para la pasada de raíz uno de llenado y solidificación intermedia (E-7018). Para el relleno los de llenado rápido y bajo hidrógeno (E-6027, E-7028).



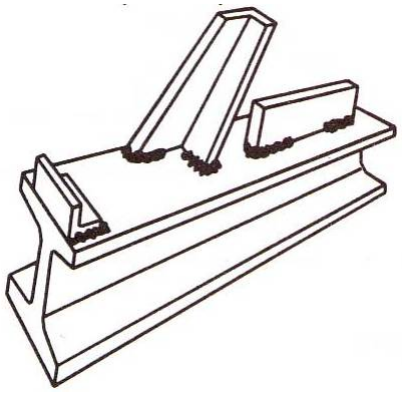
SELECCION

- Para espesores iguales o mayores a 3/8”. ¿Cuáles electrodos son recomendables?
- Para la pasada de raíz uno de llenado y solidificación intermedia (E-7018). Para el relleno los de llenado rápido y bajo hidrógeno (E-6027, E-7028).



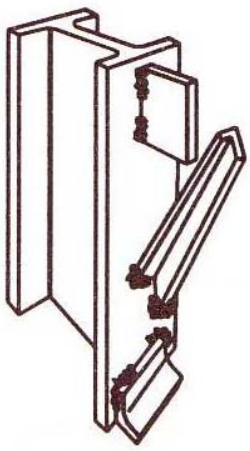
SELECCION

- Para las uniones de la figura ¿Cuál es el electrodo recomendado?
- Uno de llenado y solidificación intermedia como el E7014.



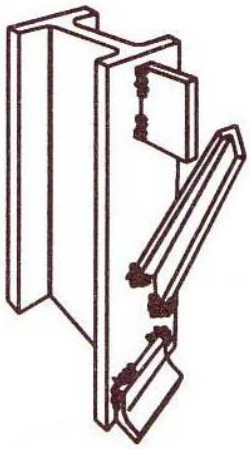
SELECCION

- Para espesores de 3/16” a 5/8” ¿cuál sería el electrodo a usar?.
- Uno de solidificación rápida (E6010, E6011).

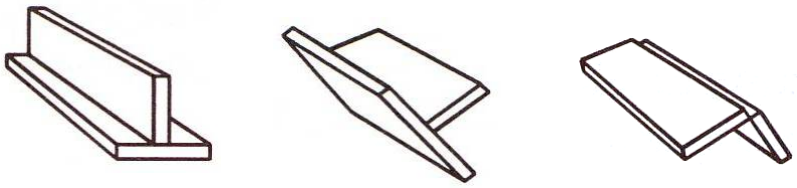


SELECCION

- Para espesores de 3/8” a 5/8” ¿cuál sería el electrodo a usar?
- Uno de solidificación rápida (E6010, E6011).
- Para espesores mayores a 5/8” ¿cuál sería el electrodo a usar?
- Uno de llenado y solidificación intermedia (E7018).



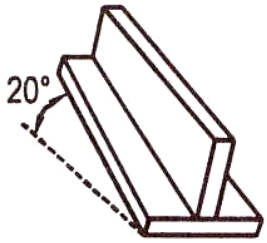
SELECCION



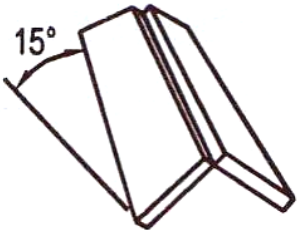
PLACAS LIGERAS

- Para las uniones de la figura ¿Cuál es el electrodo recomendado?
- De llenado rápido y bajo hidrógeno E7024 y E7028.

SELECCION



PLACAS LIGERAS



- Para las uniones de la figura ¿Cuál es el electrodo recomendado?
- De llenado rápido y bajo hidrógeno E7024 y E7028.

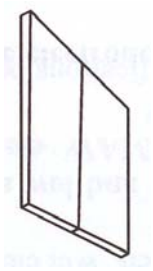
SELECCION

- Para espesores iguales o mayores a 5/8” ¿cuál sería el electrodo a usar?.
- Uno de llenado y solidificación intermedia (E7018).

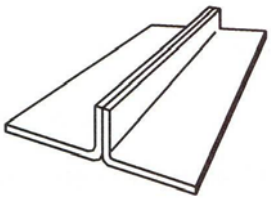


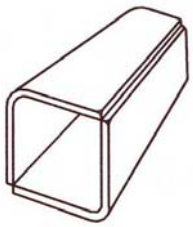
PLACAS LIGERAS

SELECCION



LAMINA

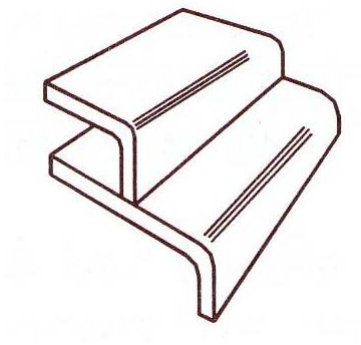




- Para las uniones de la figura ¿Cuál es el electrodo recomendado?
- De solidificación rápida (E6010 y E6011).

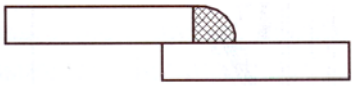
SELECCION

- Para las uniones de la figura ¿Cuál es el electrodo recomendado?
- De llenado y solidificación intermedia (E6012 DC y E6013 AC).

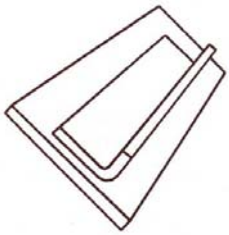


LAMINA

SELECCION

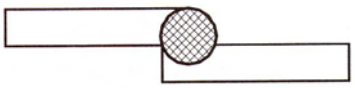


LAMINA

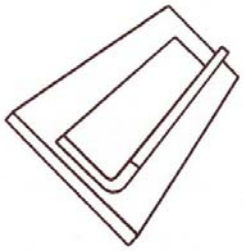


- Para las uniones de la figura ¿Cuál es el electrodo recomendado?
- De llenado y solidificación intermedia (E6012 DC y E6013 AC).

SELECCION



LAMINA



- Para las uniones de la figura ¿Cuál es el electrodo recomendado?
- De solidificación rápida (E6010, E6011).

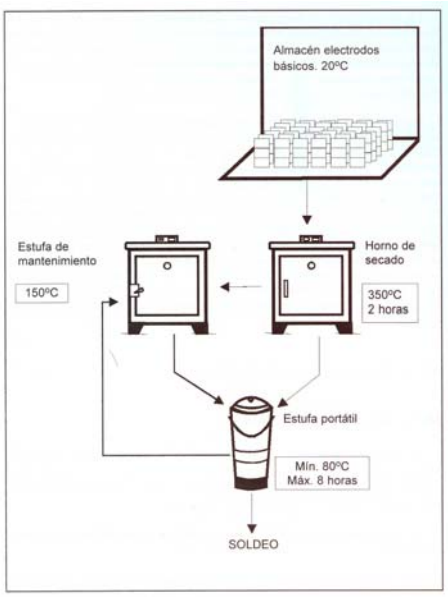
SELECCION

- La fuente de potencia o soldadora disponible también debe ser considerada. Por ejemplo, electrodos con la denominación EXX10, solo pueden ser utilizados con polaridad invertida (DCEP).

11.5. CONSERVACION Y ALMACENAMIENTO DE ELECTRODOS

CONSERVACION

- No se deben utilizar electrodos que presenten defectos en el revestimiento.
- No transportar más electrodos de los necesarios.
- No manipularlos con guantes sucios o depositarlos en ambientes húmedos o sucios.
- Los revestimientos de los electrodos son higroscópicos.



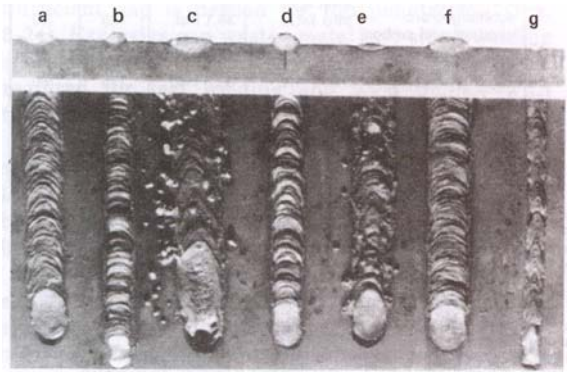
11.6. PARAMETROS DE SOLDADURA

INTENSIDAD

- El rango de intensidades de un electrodo depende de su diámetro. En ningún caso se deben utilizar por encima de ese rango. Ya que se pueden producir mordeduras, proyecciones, intensificación del soplo magnético e incluso grietas.
- Cuanto mayor sea la intensidad mayor es la penetración.

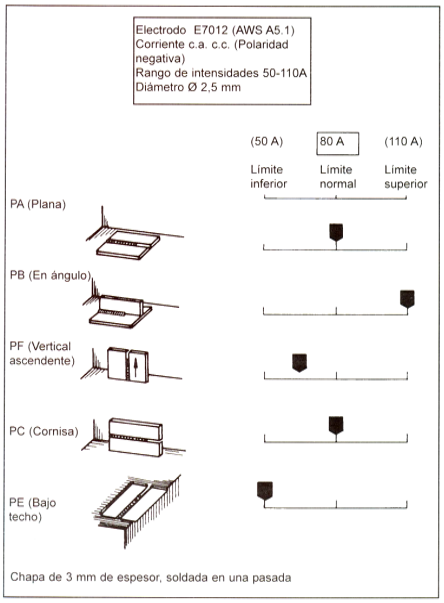
INTENSIDAD

A. Amperaje, longitud de arco y velocidad de avance apropiados.
B. Amperaje demasiado bajo.
C. Amperaje demasiado alto.
D. Longitud de arco demasiado corta.
E. Longitud de arco demasiado larga.
F. Velocidad de desplazamiento demasiada lenta.
G. Velocidad de desplazamiento demasiado rápida.



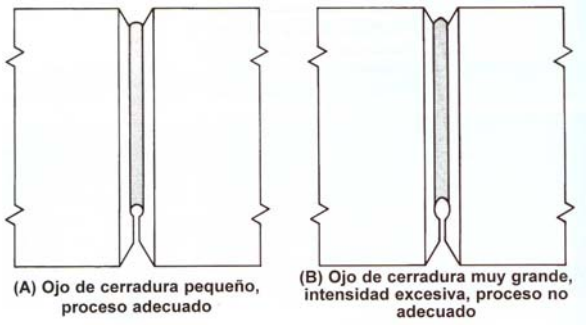
INTENSIDAD

- La intensidad también depende de la posición y del tipo de junta.



INTENSIDAD

- Se puede ajustar la intensidad de manera que la cavidad del baño de fusión sea visible y tenga un tamaño adecuado.



LONGITUD DEL ARCO

Arco normal

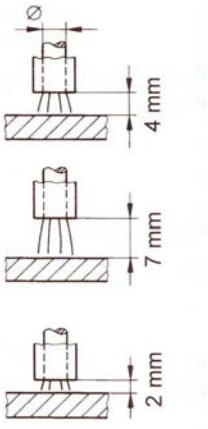
Utilizado con casi todos los electrodos.

Arco largo

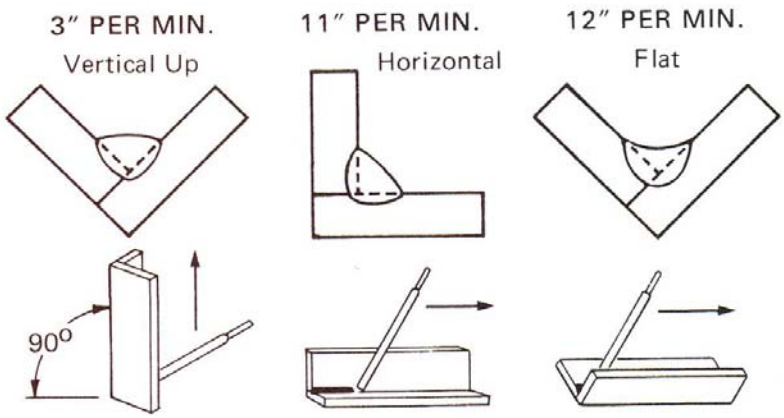
Si la longitud es excesiva pierde fuerza, direccionalidad y capacidad de protección, con lo que se pueden producir soldaduras porosas.

Arco corto

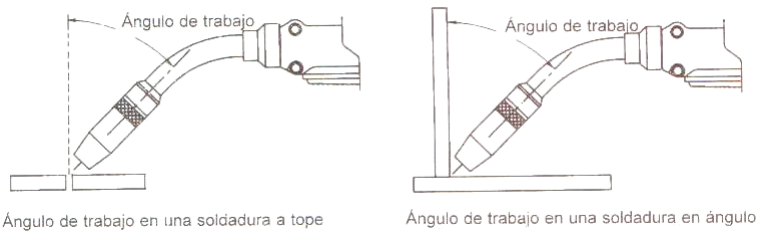
Utiilzada con electrodos básicos.



VELOCIDAD DE AVANCE



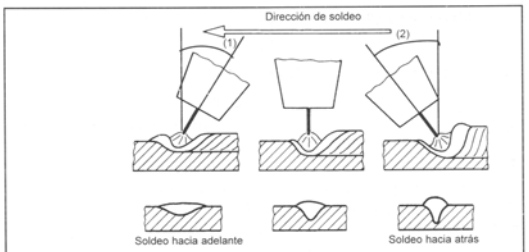
ORIENTACION DEL ELECTRODO



Ángulo de trabajo en una soldadura a tope

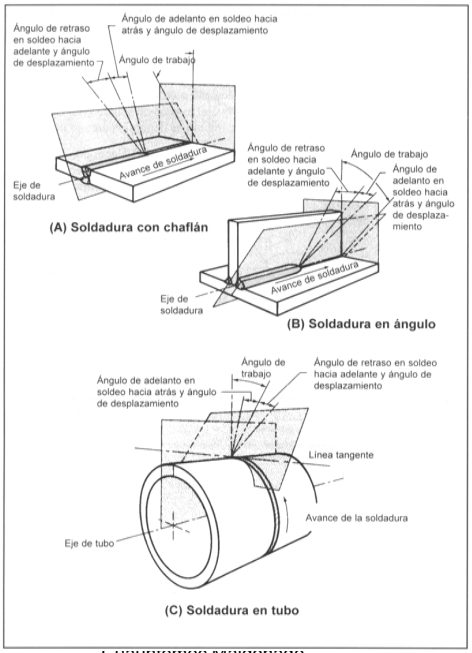
Ángulo de trabajo en una soldadura en ángulo

ORIENTACION DEL ELECTRODO



(1) Ángulo de desplazamiento y ángulo de retraso en el soldeo hacia adelante.
(2) Ángulo de desplazamiento y ángulo de adelanto en el soldeo hacia atrás.

Posición de la pistola de soldeo:	No dirigida hacia el cordón	Perpendicular	Dirigida hacia el cordón de soldadura
Penetración:	Escasa	Media	Profunda
Estabilidad del arco:	Baja	Media	Buena
Proyecciones:	Muchas	Normal	Pocas
Anchura del cordón:	Más ancha	Media	Estrecha
Recomendada para posición:	Vertical ascendente		Todas las posiciones menos vertical ascendente

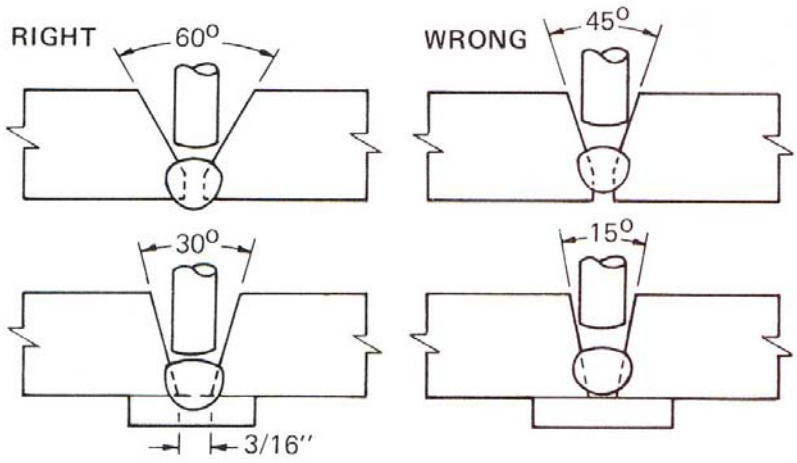


ORIENTACION DEL ELECTRODO

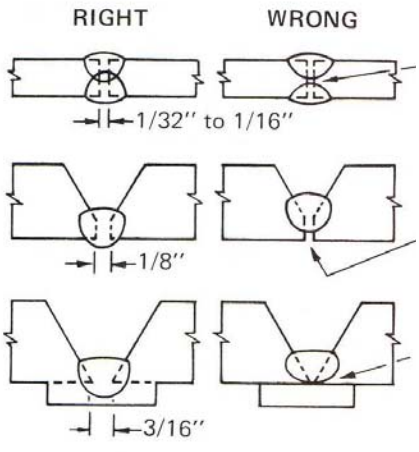
UNIÓN	POSICION	ANGULO DE TRABAJO	ANGULOS DE DESPLAZAMIENTO	TECNICA
Chaflán	Plana	90º	5º -10º	Hacia atrás
Chaflán	Horizontal	80º -100º	5º -10º	Hacia atrás
Chaflán	Ascendente	90º	5º -10º	Hacia adelante
Chaflán	Sobrecabeza	90º	5º -10º	Hacia atrás
Angulo	Horizontal	45º	5º -10º	Hacia adelante
Angulo	Ascendente	35º -55º	5º -10º	Hacia adelante
Angulo	Sobrecabeza	30º -45º	5º -10º	Hacia atrás

11.7. PROCEDIMIENTOS

PREPARACION



PREPARACION

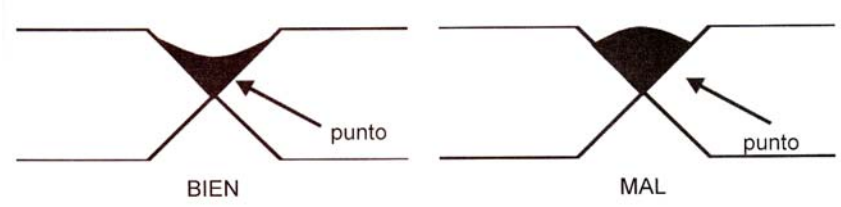


PUNTEADO

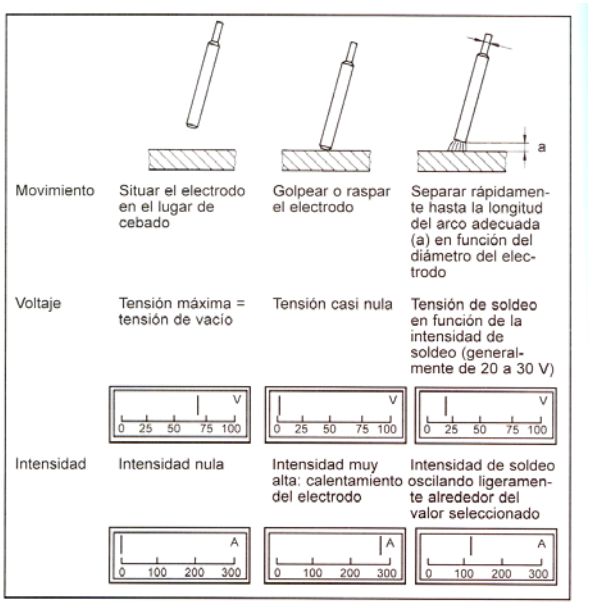
- Se realiza con la misma temperatura con que se realiza la soldadura.
- El punteado que se vaya a incorporar a la soldadura debe realizarse con el mismo tipo de electrodo.
- El punteado que no se vaya a incorporar a la soldadura debe ser eliminado.

PUNTEADO

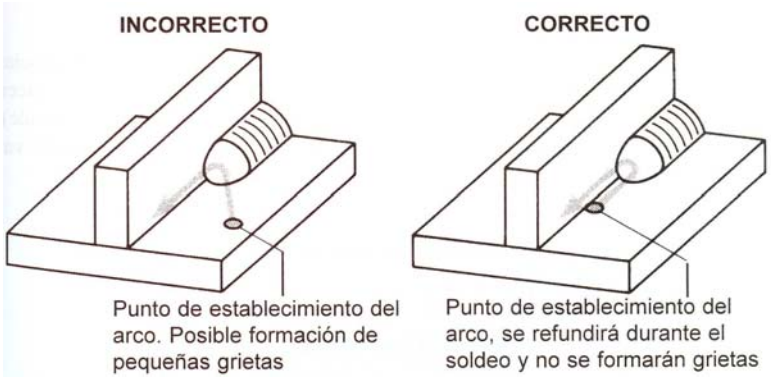
- El punteo de la soldadura debe tener forma concáva nunca convexa.



CEBADO



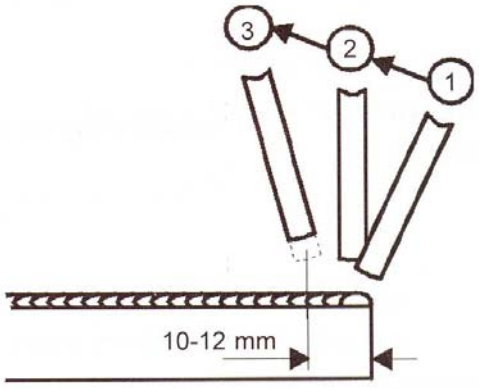
ESTABLECIMIENTO DEL ARCO



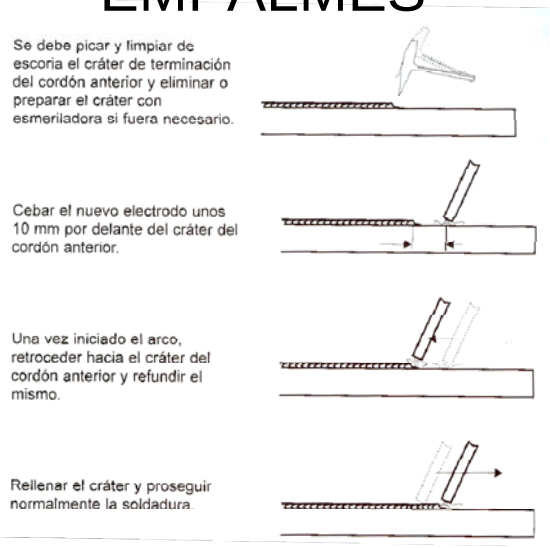
EJECUCION DE LA SOLDADURA



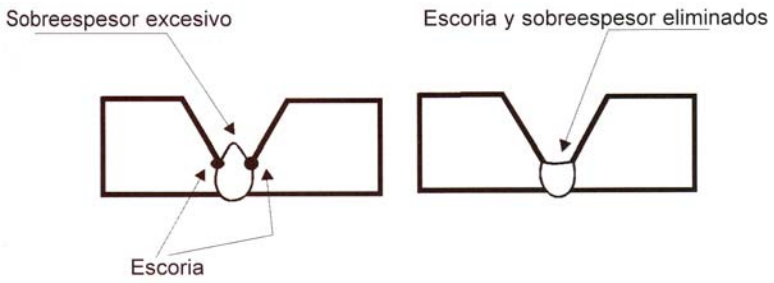
INTERRUPCION DEL ARCO



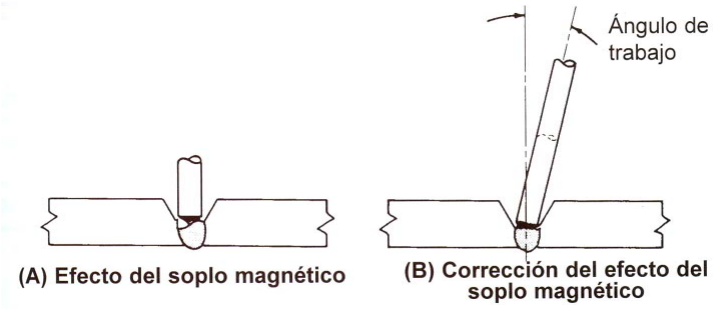
EMPALMES



RETIRADA DE LA ESCORIA



SOPLO DEL ARCO

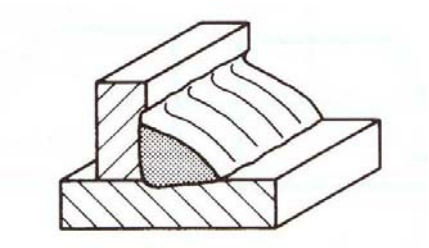


11.8. DEFECTOS

MORDEDURAS

CAUSAS

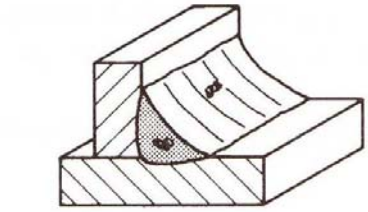
- Intensidad muy alta.
- Angulo de desplazamiento muy pequeño.
- Arco largo.



INCLUSIONES DE ESCORIA

CAUSAS

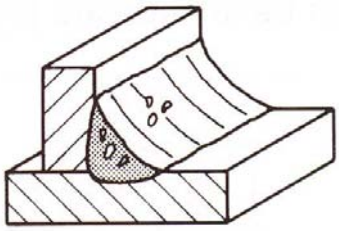
- Intensidades bajas.
- Velocidades de desplazamiento elevada.
- Soldadura multipasada sin retiro de escoria.



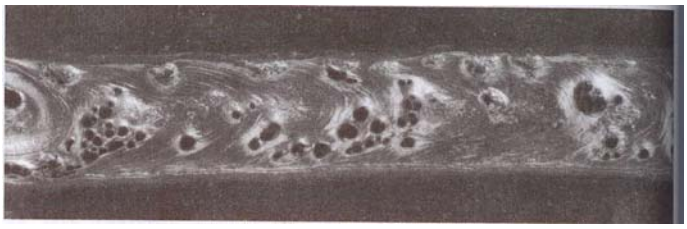
POROSIDADES

CAUSAS

- Suciedad en el metal base.
- Arco demasiado largo.
- Electrodos húmedos.



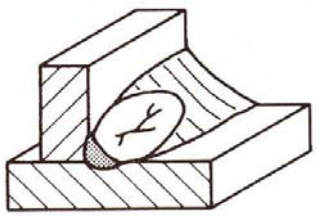
POROSIDADES



GRIETAS EN EL CRATER

CAUSAS

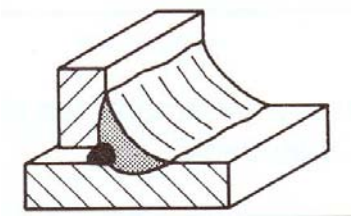
- Interrumpir el arco de forma brusca cuando se solda con altas intensidades.



INCLUSIONES EN LA RAIZ

REMEDIO

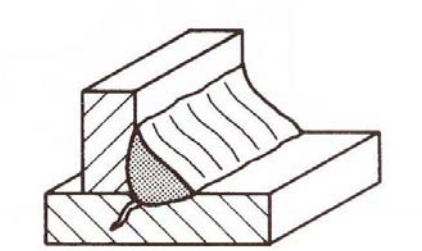
- Posicionar las piezas de forma que entre ellas exista contacto.



GRIETAS

CAUSAS

- El material no es soldable.
- Enfriamiento rápido de la soldadura.



FALTA DE FUSION

CAUSAS

- Limpieza inadecuada.
- Orientación inadecuada del electrodo.
- Intensidad insuficiente.
- Velocidad excesiva.



FALTA DE PENETRACION

CAUSAS

- Talón de la raíz excesivo.
- Separación de la raíz insuficiente.
- Desalineamiento entre las piezas.
- Intensidad insuficiente.
- Velocidad excesiva.
- Diámetro excesivo del electrodo.
- Diámetro demasiado delgado.



FALTA DE PENETRACION



11.9. APLICACIONES

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Flat
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Good
Welded From: One side

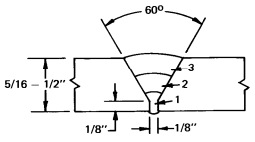
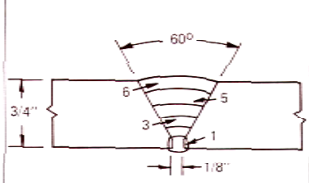


Plate Thickness (in.)	5/16		3/8		1/2		
Pass	1	2	1	2 & 3	1	2	3
Electrode Class	E6011	E6027	E6011	E6027	E6011	E6011	E6027
Size	5/32	5/32	5/32	5/32	5/32	1/4	1/4
Current (amp) AC	135	240	135	240	135	275	400
Arc Speed (in./min)	5.5-6.5	12.0-14.0	5.5-6.5	12.0-14.0	5.5-6.5	8.0-10.0	10.0-12.0
Electrode Req'd (lb/ft)	0.168	0.142	0.168	0.284	0.168	0.228	0.354
Total Time (hr/ft of weld)	0.0487		0.0641		0.0717		

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Flat
Weld Quality Level: Code
Steel Weldability: Good
Welded From: One side



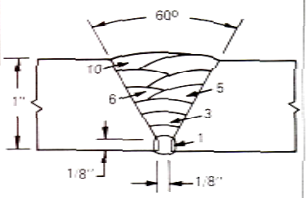


Plate Thickness (in.)	3/4			1		
Pass	1	2	3 – 6	1	2	3 – 10
Electrode Class	E6011	E6011	E6027	E6011	E6011	E6027
Size	5/32	1/4	1/4	5/32	1/4	1/4
Current (amp) AC	135	275	400	135	275	400
Arc Speed (in./min)	5.5 – 6.5	8.0 – 10.0	11.0 – 13.0	5.5 – 6.5	8.0 – 10.0	11.0 – 13.0
Electrode Req'd (lb/ft)	0.168	0.228	1.47	0.168	0.228	2.94
Total Time (hr/ft of weld)	0.122			0.189		