

# CURSO BÁSICO DE SOLDADURA MIG/MAG



Alberto Neira

# El proceso soldadura MIG /MAG puede

## Semiautomático

- La tensión de arco (voltaje), velocidad de alimentación del alambre, intensidad de corriente (amperaje) y flujo de gas se regulan previamente.
- El arrastre de la pistola de soldadura se realiza manualmente.

## Automático

- Todos los parámetros, incluso la velocidad de soldadura, se regulan previamente, y se aplican en forma automática

## Robotizado

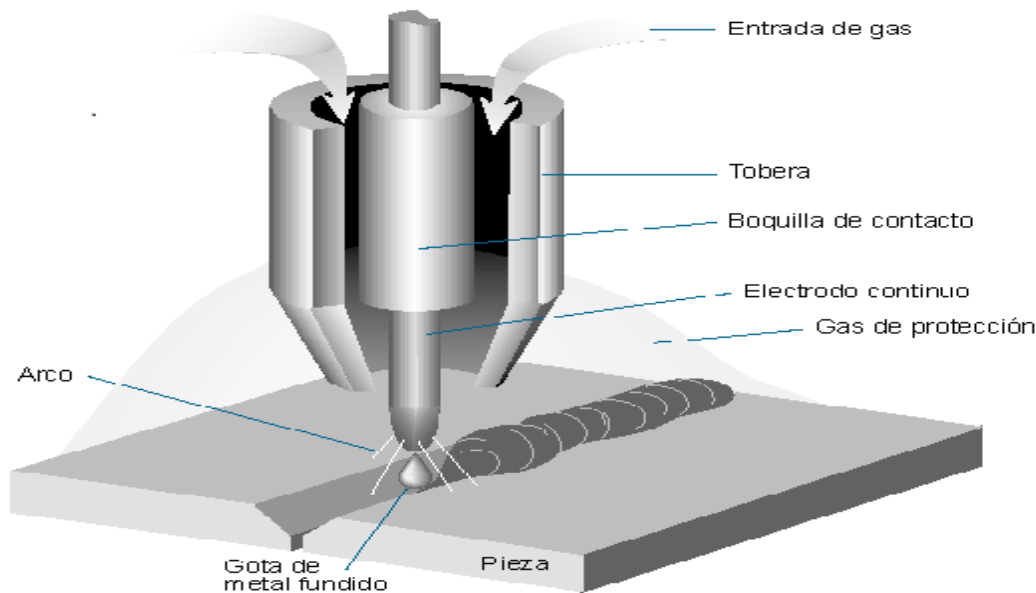
- Este proceso de soldadura, se puede robotizar a escala industrial.
- La soldadura la realiza un robot al ejecutar la programación.

# Descripción del proceso

■ El proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo continuo y protección de gas, es un procedimiento de soldadura en el que el calor necesario es generado por un arco eléctrico que se establece entre un electrodo continuo y la pieza a soldar.

■ El electrodo es un alambre (macizo o tubular) desnudo que se alimenta de modo continuo y se convierte en metal depositado.

■ El electrodo, arco, metal fundido y metal base están protegidos de la contaminación atmosférica mediante una corriente de gas de protección que se aporta por la tobera de la pistola.



# Denominaciones.

- *Según la AWS A3.0 (American Welding Society):*
  - Con hilo macizo o de polvo de hierro **GMAW** (Gas Metal Arc Welding); si usamos gas inerte se denomina **MIG**, mientras que si es activo se denomina **MAG**.
  - Con hilo tubular con escoria se denomina **FCAW** (Flux Cored Arc Welding).
- *Según la EN 24063 (Norma Europea):*
  - Genéricamente se denomina **13**, Soldeo por arco con gas; en caso de emplear gas inerte se denomina **131**, mientras que si es activo se denomina **135**.
  - Con hilo tubular y gas inerte se denomina **136**, mientras que si empleamos gas activo se denomina **137**.

# Ventajas.

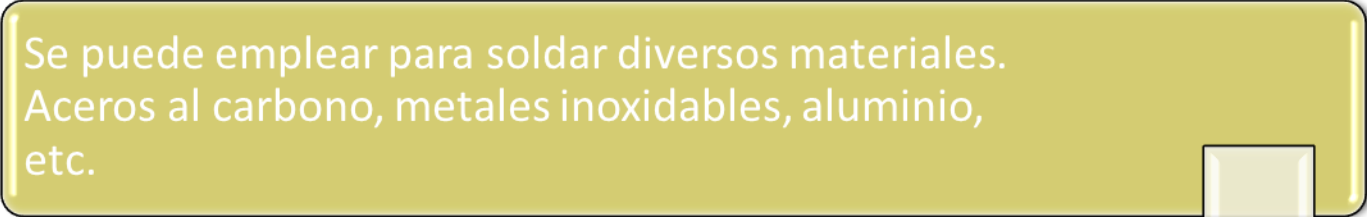
- Soldeo de cualquier tipo de material.
- El electrodo es continuo, aumenta la productividad al no tener que cambiar de electrodo.
- Tasa de deposición elevada. Velocidades de soldeo mucho más elevadas que con SMAW (electrodo).
- Se puede soldar en cualquier posición.
- Se pueden realizar soldaduras largas sin que existan empalmes entre cordones.
- Con hilo macizo o de polvo de hierro, no hay escoria (limpieza).

# Limitaciones.

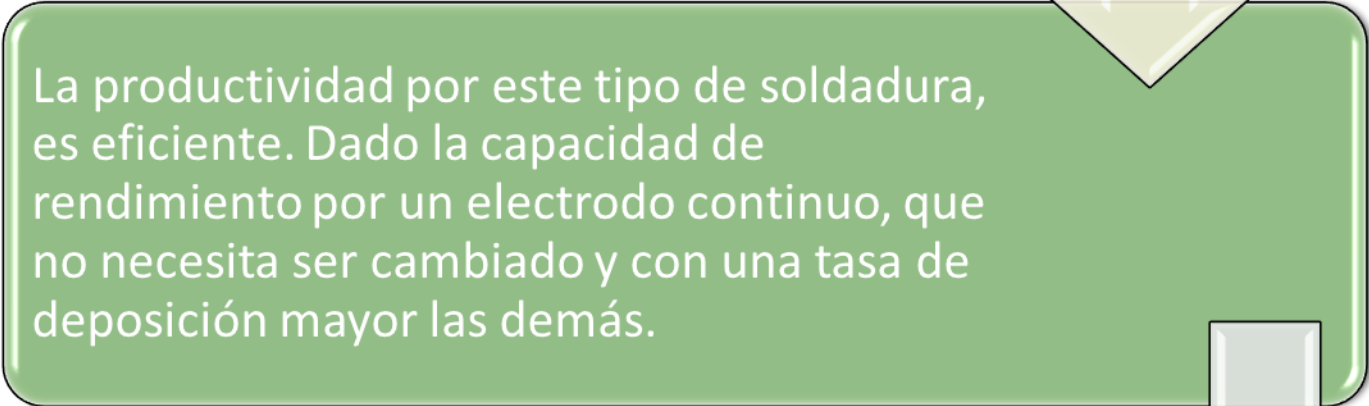
- El equipo de soldeo es más costoso, complejo y menos transportable que el de SMAW.
- Es difícil de utilizar en espacios reducidos, ya que es necesario disponer de conducciones de gas y de agua de refrigeración, tuberías y botellas de gas de protección.
- Es sensible al viento y a las corrientes de aire.
- Requiere gran conocimiento para su uso.

# Aplicaciones

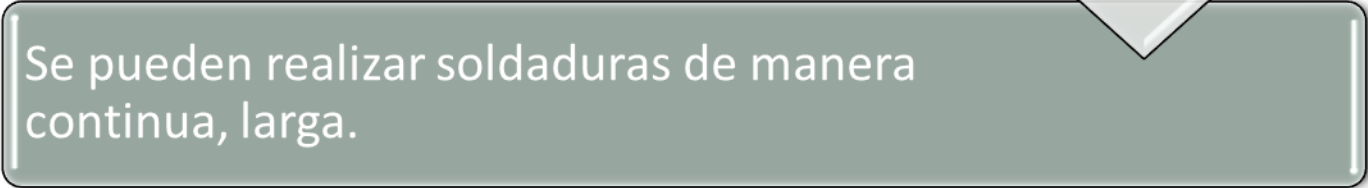
Se puede emplear para soldar diversos materiales. Aceros al carbono, metales inoxidables, aluminio, etc.

A yellow rectangular box with rounded corners and a thin black border. A large, light-yellow arrow points downwards from the bottom center of the box towards the green box below.

La productividad por este tipo de soldadura, es eficiente. Dado la capacidad de rendimiento por un electrodo continuo, que no necesita ser cambiado y con una tasa de deposición mayor las demás.

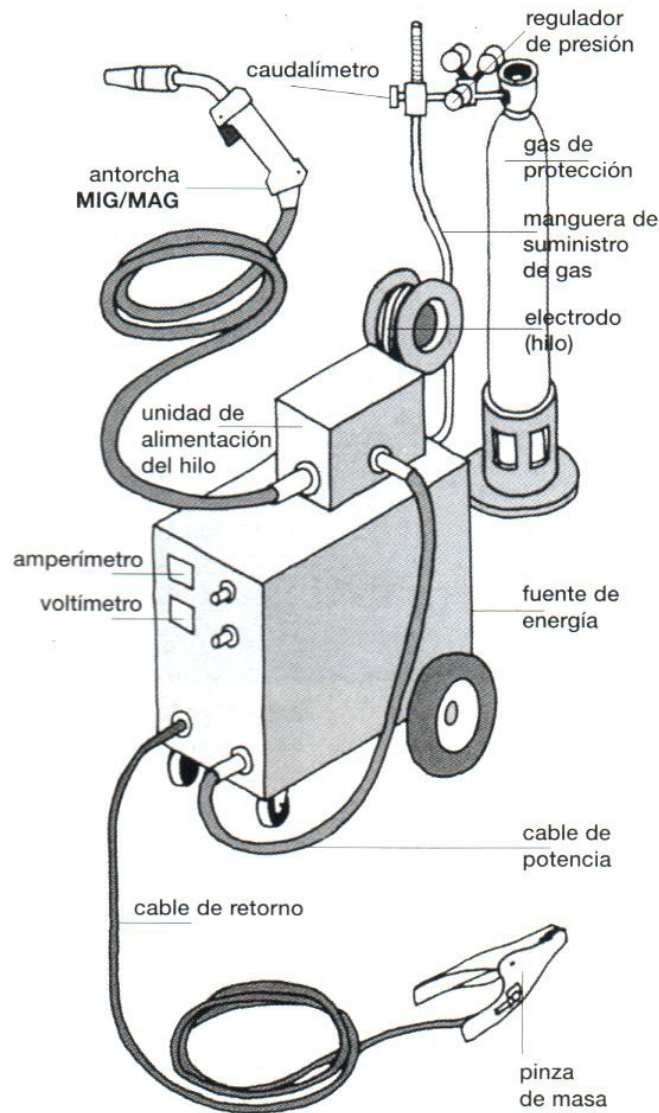
A green rectangular box with rounded corners and a thin black border. A large, light-green arrow points downwards from the bottom center of the box towards the grey box below.

Se pueden realizar soldaduras de manera continua, larga.

A grey rectangular box with rounded corners and a thin black border. It is the final box in the sequence, with no arrow pointing down from it.

# Equipo de

1 1



## La instalación típica :

- Generador de CC, se suele recurrir a equipos de potencial constante
- Unidad de alimentación del hilo. Puede ser independiente o integrada en el propio generador. Es un pequeño motor que impulsa el hilo continuamente
- Circuito de gas protección.
- Circuito de refriger.
- Pistola de soldadura
- Válvulas y órganos de reglaje de control



# Fuentes de energía

- Las fuentes de energía empleadas en la soldadura GMAW son todas de corriente continua.
- EL TRANSFORMADOR reduce la tensión de la red modificando su intensidad.
- El RECTIFICADOR transforma la corriente alterna de la red en corriente continua.



# Característica de la fuente

- La fuente de energía recomendada es una fuente de tensión constante, el voltaje varia muy poco al cambiar la intensidad de la corriente.
- La pendiente de una fuente de energía de tensión constante es:

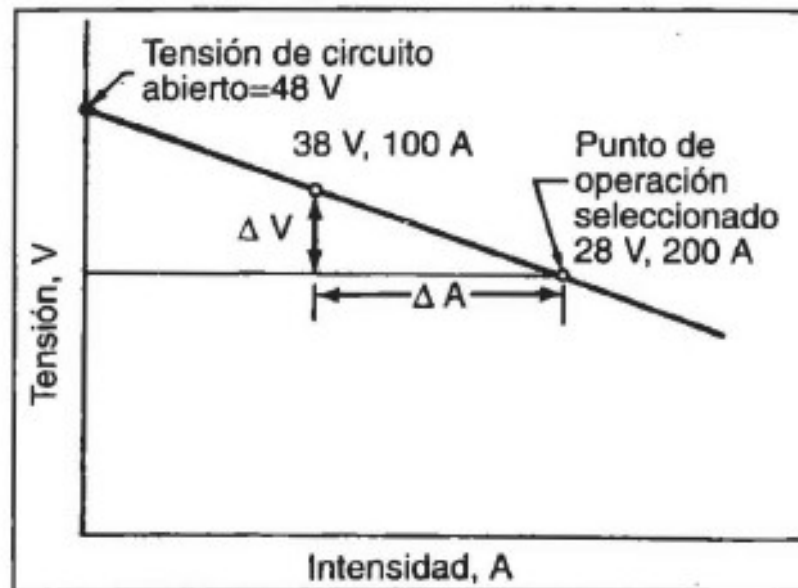
$$\text{PENDIENTE} = \frac{\text{Variación de tensión}}{\text{Variación de intensidad}} = \frac{\Delta V}{\Delta A}$$

Ejemplo:

$$\text{PENDIENTE} = \frac{\Delta V}{\Delta A} = \frac{38\text{V} - 28\text{V}}{200\text{A} - 100\text{A}}$$

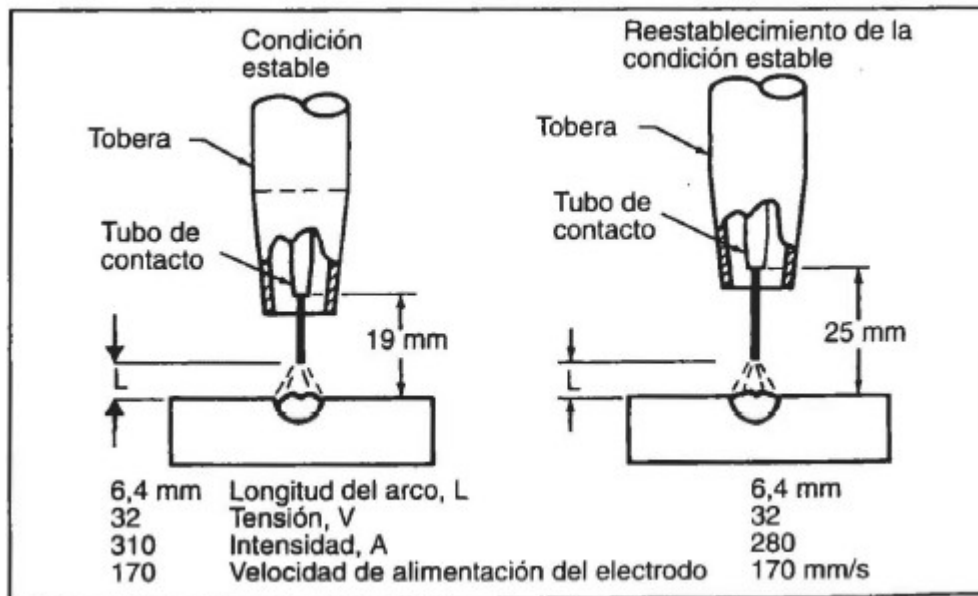
$$\text{PENDIENTE} = \frac{10\text{V}}{100\text{A}} = \frac{1\text{V}}{10\text{A}}$$

que significa que por cada variación de la tensión en 1 voltio la intensidad varia en 10 amperios



# Autorregulación del arco

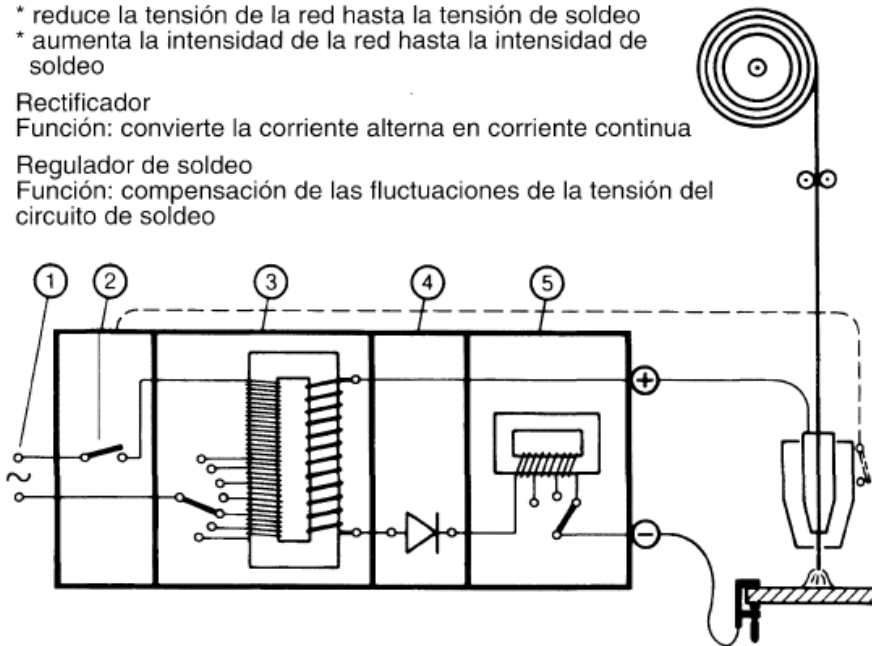
Al tocar el alambre la pieza, la intensidad de cortocircuito que se origina es muy elevada, por lo cual el extremo del alambre se funde inmediatamente, estableciéndose un arco **(cebado instantáneo)** cuya longitud es función de la tensión elegida en la fuente de energía. Una vez cebado el arco entra en juego el fenómeno de **autorregulación**, suministrando la fuente la intensidad necesaria para fundir el alambre a medida que éste se suministra, manteniéndose la longitud de arco correspondiente a la regulación del voltaje elegida.



# Composición interna de la fuente de energía

Esquema fuente energía:

- ① Conexión a la red
- ② Interruptor
- ③ Transformador con selección de tensión  
Función:  
\* reduce la tensión de la red hasta la tensión de soldeo  
\* aumenta la intensidad de la red hasta la intensidad de soldeo
- ④ Rectificador  
Función: convierte la corriente alterna en corriente continua
- ⑤ Regulador de soldeo  
Función: compensación de las fluctuaciones de la tensión del circuito de soldeo



# Sistema alimentador de alambre

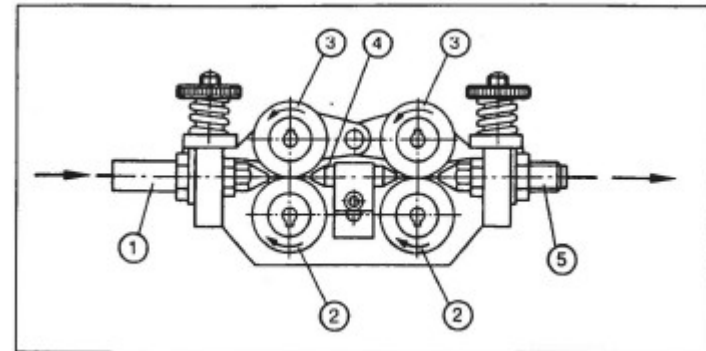


- Se encarga de tirar del hilo electrodo procedente de la bobina y empujarlo hacia la pistola de soldadura.
- Consta de:
  - Reguladores de velocidad de alimentación del hilo.
  - Rodillos.
  - Contactores para accionamiento del generador de soldadura.
  - Contacto para accionamiento del gas.
  - Freno carrete hilo.
  - Válvula para el control del agua en aquellos procesos que utilicen agua para su refrigeración.
- El sistema puede montarse sobre el mismo generador de soldadura o separado de él.



# Rodillos:

- Los alimentadores de alambre poseen **1** pareja o **2** de **rodillos** que pueden tener el mismo motor o ser accionados por dos motores acoplados en serie.
- Asegurarse de que todo el equipo es el **apropiado** para el diámetro del alambre seleccionado.
- Para ajustar la **presión** de los **rodillos** se introduce el alambre hasta la tobera. Se aumenta la presión hasta que los rodillos dejen de deslizarse y transporten el alambre.



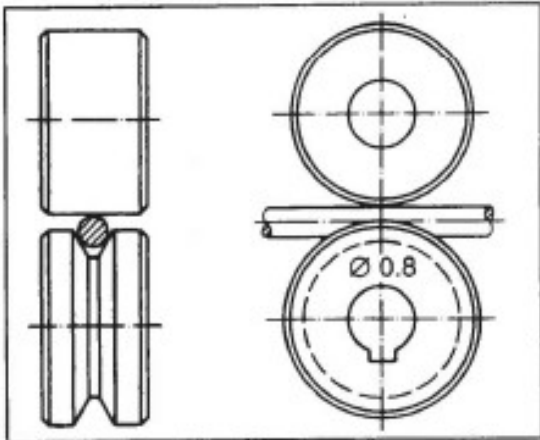
1. Boquilla de alimentación del alambre
2. Rodillos de arrastre
3. Rodillos de presión o empujadores
4. Guía del alambre
5. Boquilla de salida del alambre

# Los rodillos utilizados en MIG/MAG

:



- Uno plano y el otro con bisel:
  - forma de **V** para materiales duros.
  - forma de **U** para materiales blandos como el aluminio.
  - También pueden tener los dos bisel o ser moleteados, no recomendándose estos últimos para el aluminio.
  - Imprescindible seleccionar el rodillo de acuerdo con el diámetro del alambre.



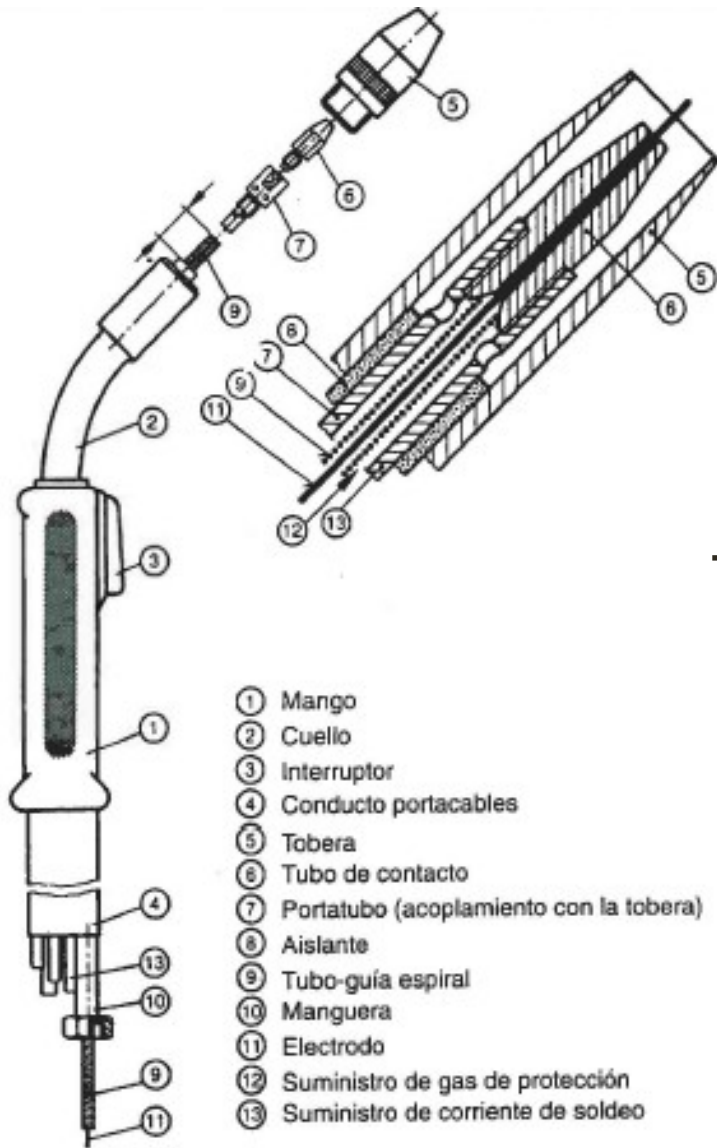
# Pistola de soldeo



- Sirve para dirigir el hilo de aportación, el gas protector y la corriente hacia la zona de soldadura.
- Puede tener refrigeración natural (por aire) o refrigeración forzada (por agua).
- Algunas llevan incorporado un sistema de tracción que tira del electrodo y ayudan así al sistema de alimentación.
- Disponen de un gatillo o pulsador que controla el sistema de alimentación del alambre, la corriente de soldadura, la circulación del gas protector y las del agua de refrigeración.



# Partes pistola

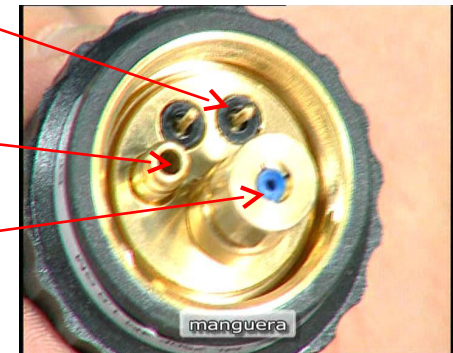


Terminal manguera conexión:

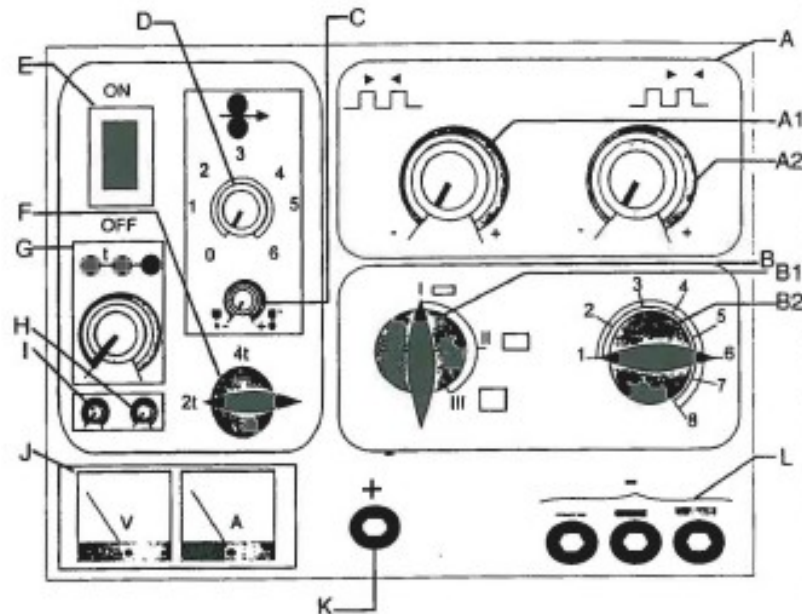
Contactos pulsador

Conducto gas

Guía hilo



# Panel de control



## A Arco pulsado

- A1 Selección del tiempo de la corriente de fondo
- A2 Selección del tiempo de la corriente de pico

## B Selección de la tensión

- B1 Selector de escala
- B2 Selector de tensión

## C Tiempo de postquemado ("burn back"). Se retrasa el corte de la corriente de soldeo durante un cierto tiempo de forma que el alambre "se quema" libremente formando una pequeña esfera que deberá ser lo más pequeña posible, por lo que el tiempo de postquemado debe ser el mínimo posible. De esta forma se evita que el alambre fundido llegue a tocar el tubo de contacto estropeándolo.

## D Selección de la velocidad de alimentación del alambre

## E Interruptor general.

## F Control de tipo de ciclo

- 2t = 2 tiempos

\*Tiempo 1: Apretar interruptor de la pistola y mantener. Se pone en funcionamiento: gas de protección + alimentador del alambre + corriente.

\* Tiempo 2: Soltar el interruptor de la pistola. Deja de estar en funcionamiento: gas de protección + alimentación del alambre + corriente.

Se puede utilizar en el soldeo de estructuras pero no se recomienda cuando el nivel de calidad requerido sea elevado.

- 4t = 4 tiempos

\* Tiempo 1: Apretar interruptor de la pistola. Se pone en funcionamiento el gas de protección.

\* Tiempo 2: Soltar el interruptor de la pistola. Continúa saliendo el gas de protección y se pone en funcionamiento la alimentación del alambre y la corriente.

\* Tiempo 3: Apretar interruptor de la pistola. Deja de estar en funcionamiento la corriente y la alimentación del gas.

\* Tiempo 4: Soltar el interruptor de la pistola. Deja de salir el gas de protección.

Alto nivel de calidad gracias a la existencia de gas de protección previo y posterior al soldeo. El gas de protección previo al soldeo desplaza el aire que rodea a la zona a soldar y mejora la protección posterior, el gas de protección posterior protege el metal de soldadura mientras se enfría.

## G Soldeo por puntos

H Movimiento lento del alambre. El alambre se alimenta a baja velocidad hasta que se establece el arco.

## J Amperímetro y voltímetro.

I Llenado de cráter. Se reduce la tensión y la intensidad de soldeo al final de la soldadura.

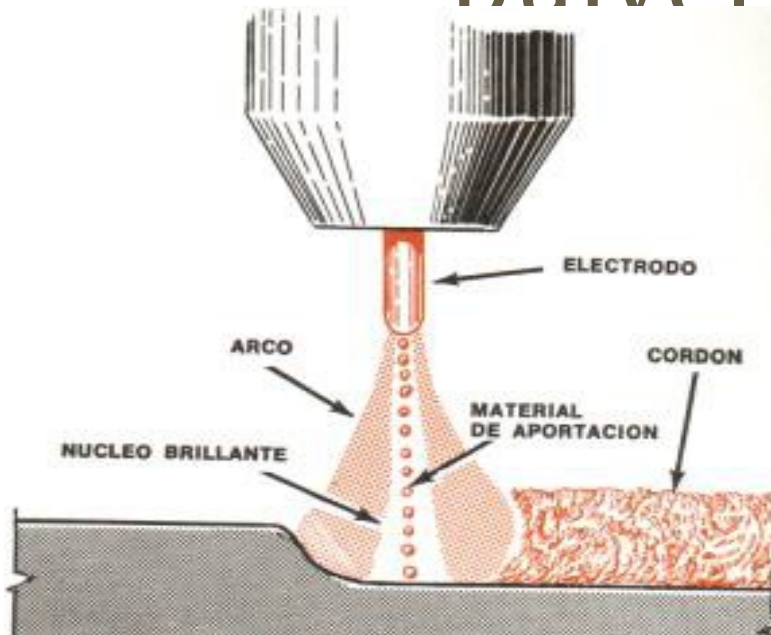
K Polo positivo (+) de la máquina, se conecta a la pistola.

L El polo negativo (-) puede tener varias tomas para introducir diferentes inductancias al circuito. La inductancia puede también estar regulada de forma continua con un potenciómetro. El cable de la pieza se suele conectar al negativo (-). La introducción de una cierta inductancia consigue un funcionamiento del arco de forma más suave y con menos proyecciones. La selección depende del diámetro del electrodo, normalmente a mayor diámetro mayor inductancia. La selección de la inductancia es útil sobre todo en transferencia cortocircuito.

# Métodos de transferencia del metal base

- Depende de:
  - Diámetro del electrodo,
  - La naturaleza del gas protector,
  - La tensión del arco,
  - La corriente de soldadura.
- Métodos para transferir el metal base:
  - Por pulverización (SPRAY)
  - Globular
  - Por cortocircuitos (ARCO-CORTO/SHORT ARC)
  - Por arco pulsado.
- *El método más recomendado y utilizado en la actualidad es el de transferencia por cortocircuito, ya que :*
  - Se puede utilizar en todas las posiciones,
  - Tiene una penetración muy baja,
  - Permite la soldadura de espesores muy finos.

# Transferencia por pulverización



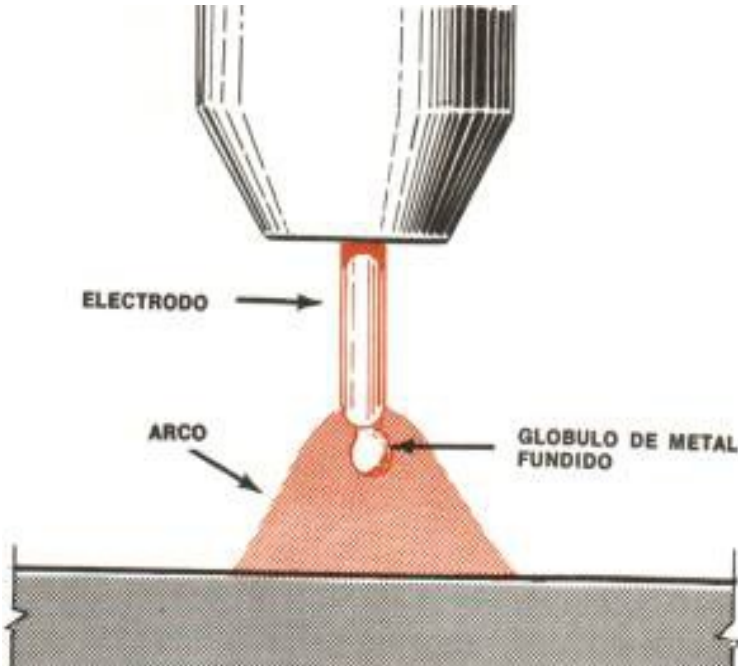
- El material pasa a través del arco en forma de gotas muy pequeñas, que se proyectan rápidamente en la dirección del hilo.
- $f \text{ gotas} = \text{diámetro electrodo}$ .
- El arco es muy estable.
- La pulverización ininterrumpida.
- Idóneo para espesores gruesos.
- Acción limpiadora sobre el baño de fusión
- La penetración que se consigue es buena

## **Condiciones:**

- Se utilice polaridad inversa o positiva.
- El gas de protección sea Ar o mezcla de Ar con algo de O<sub>2</sub> o de Ar con CO<sub>2</sub>.
- Exista una tensión de arco relativamente elevada y una densidad de corriente también elevada.  
(Intensidades 150 a 500A y voltajes de 24 a 40 V).



# Transferencia globular



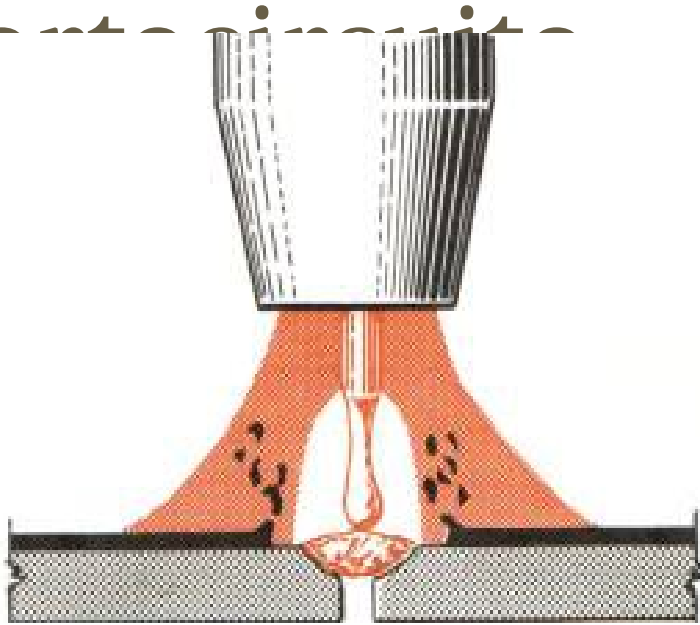
- *Transferencia de pocas gotas por segundo.*
- *Estas aumentan considerablemente en número cuando aumenta la intensidad.*
- *forma gotas = 2-3 diametro electrodo.*
- *Arco es inestable.*
- *Muchas proyecciones.*
- *Penetración es débil.*
- *No muy recomendado.*

## **Condiciones:**

- Valores grandes de tensión y bajos de intensidad (Voltaje de 20 a 35 V; intensidad 70 a 255 A).
- Cuando se utiliza polaridad directa o negativa.

# Transferencia por

contacto

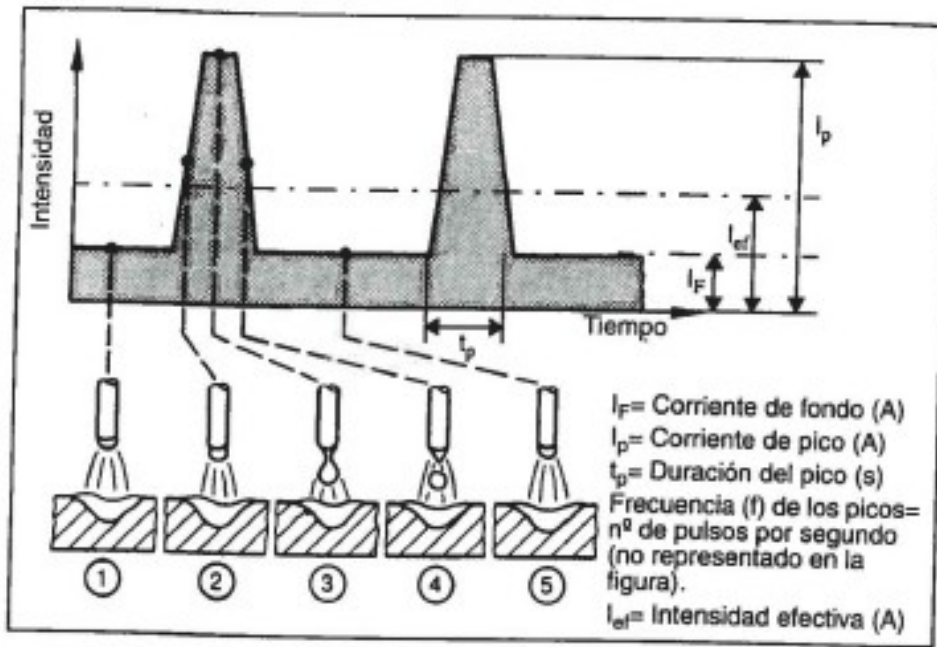


- El **más adecuado** para soldar en todas posiciones.
- Espesores muy finos.
- Muy baja penetración.
- Hilos de muy pequeño diámetro.
- La gota de metal fundido que se forma en el extremo del hilo electrodo va aumentando su tamaño y se pone en contacto con el baño de fusión antes de desprenderse del hilo.

## Condiciones:

- Utilización de polaridad inversa o positiva.
- Tensión y intensidad de corriente bajas (Voltaje 16 a 22 V; Intensidad 50 a 150 A).
- Gas de protección CO<sub>2</sub> o mezclas de Ar/CO<sub>2</sub>.

# Transferencia por arco pulsado.



## Condiciones:

- Mezclas con bajo contenido en CO<sub>2</sub> (18% máximo).
- Fuentes de soldeo de tipo sinérgico

- Modalidad del tipo spray, que se produce por pulsos a intervalos regularmente espaciados.
- Se utiliza una corriente de baja intensidad (corriente de **fondo** o de base), y un conjunto de pulsos de intensidad elevada (**corriente de pico**)
- Reducción de calor aplicado
- Spray secciones menores
- Menores deformaciones
- Soldar en todas la posiciones
- Utilizar diámetros de alambre mayores
- Menos proyecciones.

# Gases de protección

- El objetivo es **proteger al metal fundido** de la contaminación por la atmósfera circundante, como el oxígeno y el nitrógeno del aire.
- Los más empleados son: CO<sub>2</sub>, Argón, Argón + CO<sub>2</sub>, Argón mezclado con pequeñas cantidades de otros gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, He, H<sub>2</sub>) y el Helio.
- Los **gases inertes no actúan sobre** los componentes químicos de **la varilla**.
- Se eligió el CO<sub>2</sub>, que nos es tóxico y a temperatura ambiente se puede almacenar en grandes cantidades, es más barato e igual de eficaz.
- Por tanto, para soldadura MAG se suele utilizar el CO<sub>2</sub> y para soldadura MIG el Argón y el Helio.
- Elección del gas de protección influye en:
  - Material a soldar
  - En el calor aportado por el arco
  - Modo de transferencia de metal de aportación deseado
  - En la transferencia del material y en la cantidad de proyecciones
  - Penetración
  - Forma del cordón
  - Velocidad de soldeo
  - Precio del gas





# Tipo de gas

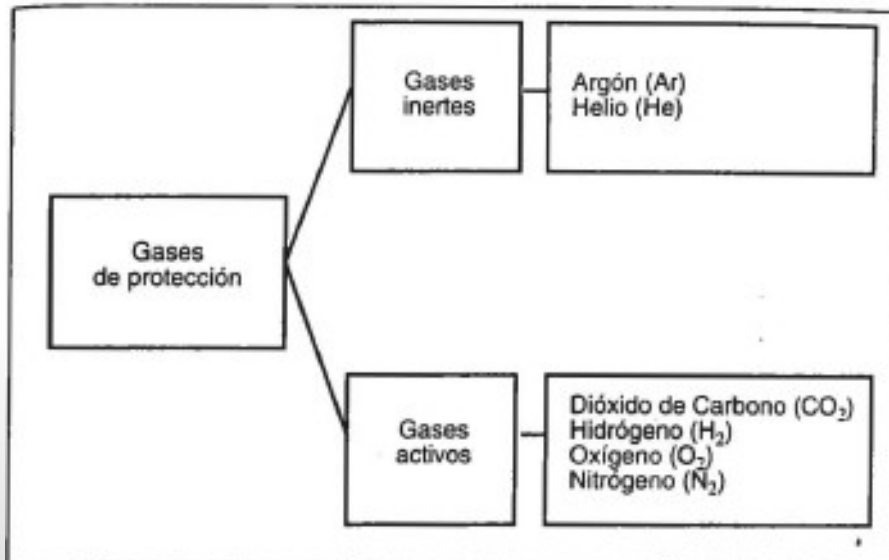
## Inerte (proceso MIG)

- El gas no reacciona, sólo protege



## Activo (proceso MAG).

- El gas reacciona y protege



Ojo, son inertes solo si no se mezclan con los activos.

# Gases usados en MIG/MAG

METAL DE BASE	GAS DE PROTECCION	VENTAJAS
	Argón - 25% CO <sub>2</sub>	Espesores menores de 3,2 mm . Alta velocidad de soldadura. Mínima distorsión y salpicaduras.
Aceros al Carbono	Argón - 50% CO <sub>2</sub>	Espesores mayores de 3 , 2 mm . Mínimas salpicaduras. Buen aspecto del cordón. Buen control del baño en posiciones vertical y techo.
	CO <sub>2</sub>	Penetración mayor. Más velocidad de soldadura.
Aceros inoxidables	He- 7,5% A- 2,5% CO <sub>2</sub>	No perjudica la resistencia a la corrosión. Pequeña zona afectada térmicamente. No produce mordeduras. Minimiza la distorsión.
Aluminio , Cobre, Magnesio, Níquel y sus aleaciones	Argón o Argón - Helio	El Argón es adecuado para bajos espesores. Mezclas Ar-He se emplean en espesores mayores.

# Reguladores y medidores



- *Controlan correctamente la salida de gas protector.*
- *Disminuyen la alta presión de gas que sale del cilindro.*
- *Suministran el flujo necesario de gas.*
- *El regulador esta compuesto por un manómetro y un caudalimetro (fluviómetro).*
  - El manómetro indica la presión del gas dentro del cilindro
  - El fluviómetro es un tubo de vidrio con una esfera pequeña dentro del tubo. Cuando se requiere graduar el flujo de gas, se abre la llave reguladora del fluviómetro y pasa una corriente de gas a través de él, lo cual hace que se levante la esfera hasta el valor exacto que se está suministrando a la pistola.

# Materiales de aportación

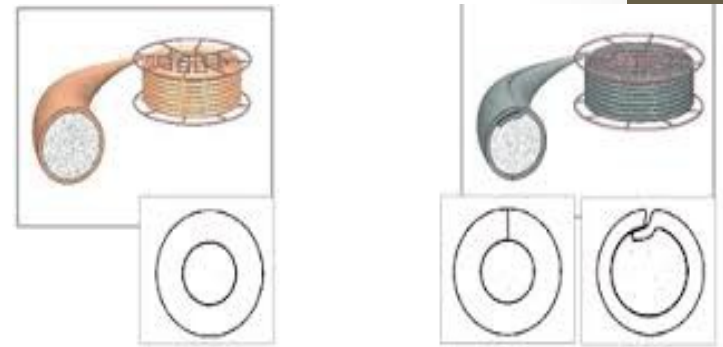
## Electrodos alambres macizos:

- Los electrodos/alambres son de pequeños diámetros (0,6; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,6; 2,4mm) y se suministran en bobinas o grandes recipientes.
- Esta Bobinado en capas perfectamente planas
- Va recubierto de cobre con los siguientes objetivos:
  - Favorecer el contacto eléctrico con la boquilla.
  - Disminuir rozamientos.
  - Protegerlo de la oxidación.
- El material de aportación es, en general, similar en composición química a la del metal base.



## Electrodos alambres tubulares :

- Hilos tubulares (**flux cored**), tubo de acero relleno en su interior por flux de distintas características químicas.
- Hilos tubulares ( **metal cored**), tubo de acero relleno en su interior de limaduras de hierro.
- El metal depositado varia su composición química dependiendo de los elementos que se adicionen.
- diámetros entre 1,0 y 2,4



# Clasificación

- Aceros al carbono desoxidados.
- Aceros de baja aleación.
- Aleaciones para recargues duros.
- Aceros para herramientas.
- Aceros inoxidables.
- Aluminio.
- Aleación de cobre.
- Níquel.

Hilo macizo:

- ER70S6
  - ER---Distintivo de hilo y varilla
  - 70---Resistencia a tracción
  - 70x0,7=49 Kg/mm<sup>2</sup>
  - S---Distintivo de hilo macizo
  - 6---Indica composición química del hilo

## Ejemplos **Clasificación AWS:**

ACEROS AL CARBONO Y DE BAJA ALEACION:

- ER-70S-6 ( Acero al carbono)
- ER-100S-G (Alta resistencia)

ELECTRODOS CONTINUOS PARA ACEROS INOXIDABLES:

- ER-316L
- ER-308L

ELECTRODOS CONTINUOS PARA ALUMINIO:

- ER-1100
- ER-4043
- ER-5356

Tubular con gas:

- E71T-1 ( Rutilo)
- E71T-5 (Básico)
- E70C-6MH4 (Rutilo Polvo Metálico)

Tubular sin Gas:

- E70T-4 (Gran Rendimiento)
- E71T-11 (Acero Galvanizado)
- E91T8-G (Tubería)

Tubulares Recargue:

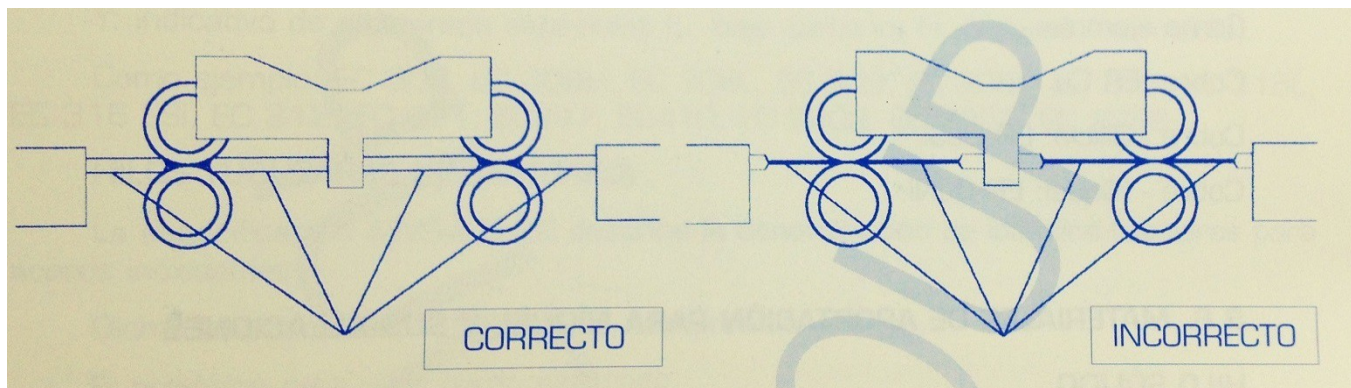
- 60HRc (Abrasión alta temperatura)
- 20-45HRc ( Acero al Manganeso)

# Uso del equipo

- Es esencial usar correctamente las fuentes de corriente, los alimentadores de hilo y las pistolas, así como regularmente realizar las tareas normales de mantenimiento.

## **Alimentación de hilo:**

- Los tubos guía conductores de hilo y los rodillos deberán estar lo mas cerca posible de los mismos.
- Comprobar que el canal del rodillo es adecuado para el diámetro de hilo.
- Que la presión de los rodillos sea la adecuada
- Comprobar que el hilo se desplace regularmente hasta la pistola



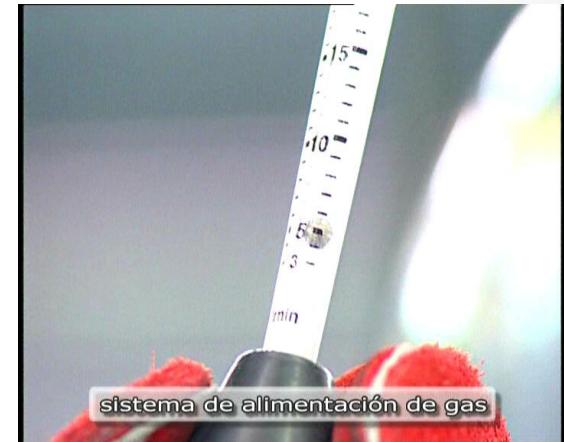


# Uso del equipo

2

## **Regulación de gas:**

- Comprobar que es el gas adecuado.
- Ajustar la salida de gas entre 10/20 litros/ minuto.
- Comprobar la salida de gas con un medidor en la boquilla de la pistola.



## **Verificación y limpieza de la pistola:**

- Comprobar las conexiones de gas y agua de refrigeración entre la fuente de corriente y el alimentador de hilo.
- Verificar nivel agua deposito refrigeración y el funcionamiento d la bomba.
- Verificar que el tubo guía es adecuado para el tipo de hilo. Para hilos ferrosos guía metálica y para inox, aluminio, etc guía de nylon.
- Limpiar el tubo guía semanalmente y sustituir si fuera necesario.
- Asegurarse que el tubo de contacto es el adecuado para el diámetro del hilo.

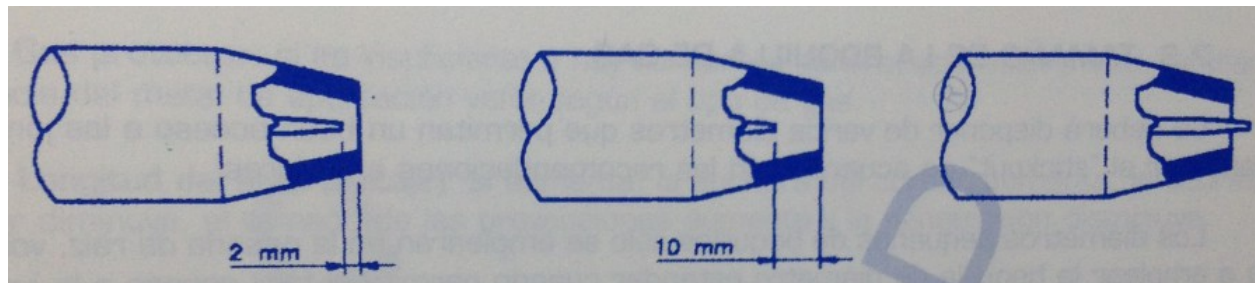


# Uso del equipo

## 3

### **Combinación de la boquilla de gas y el tubo de contacto:**

- Montar correctamente la boquilla de gas, distancia ideal 2mm
- Mayor separación aumenta la longitud libre de hilo:
  - Falta de fusión.
  - Inclusiones de escoria.
- Boquillas de pequeño diámetro se usaran en pasadas de raíz.
- Boquilla de diámetro estándar cuando se permita el fácil acceso a la junta, aseguraremos una correcta protección de gas.





# Regulación fuente

- **Regulación binomio tensión-velocidad del hilo:**
  - La regulación se realizará en función al espesor que se va a soldar y del diámetro del hilo utilizado



Tensión

Velocidad  
hilo



# Influencia de los parámetros de soldeo

- *Los parámetros a tener en cuenta en este tipo de soldadura son:*
  - Tensión.
  - Intensidad.
  - Velocidad de alimentación del alambre.
  - Velocidad de desplazamiento.
  - Longitud visible del alambre o "extensión".
  - Polaridad.
  - Inclinação de la boquilla.
  - Diámetro alambre.
  - Gas protector.
  - Inductancia
- *El conocimiento y control de estos parámetros es esencial para obtener soldaduras de calidad. Estas variables no son independientes ya que el cambio de una de ellas produce o implica el cambio de alguna de las otras.*

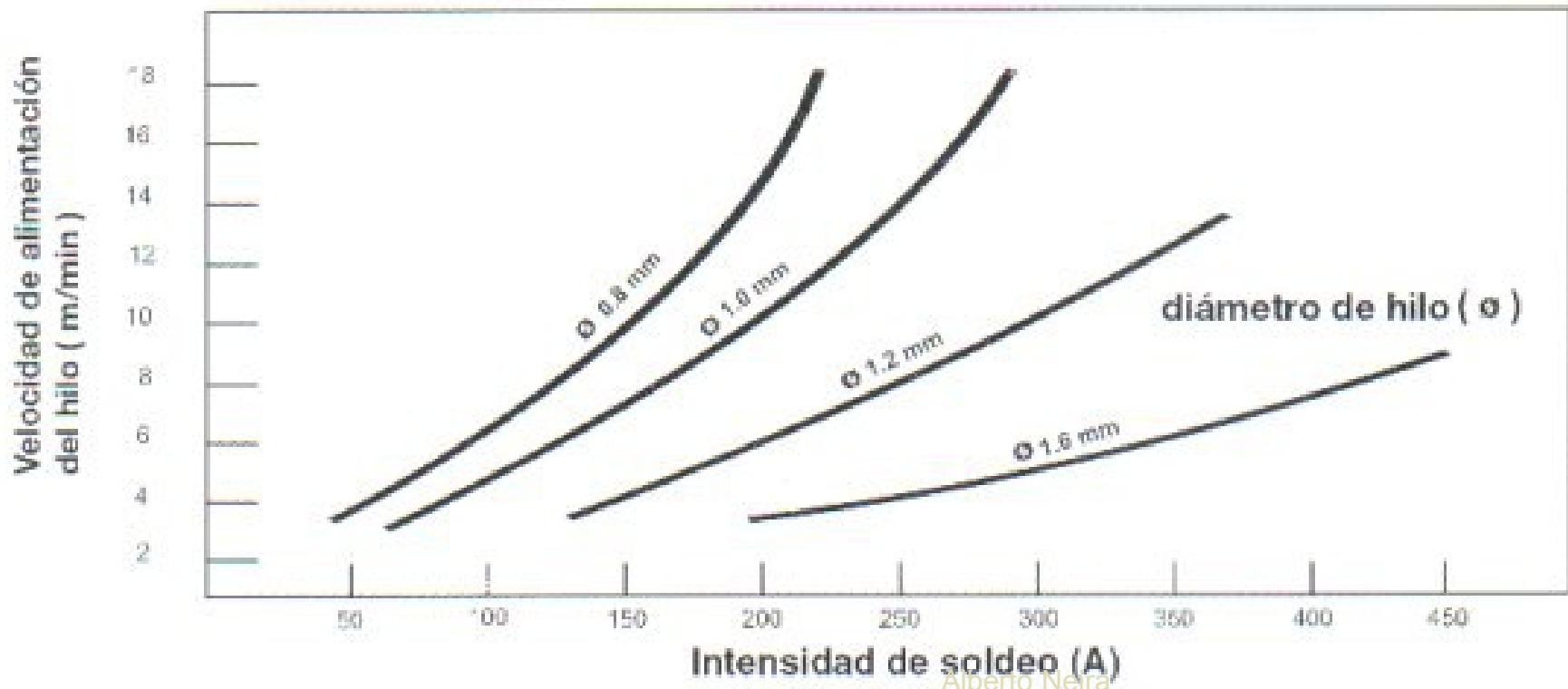
# Tensión:

## **Determina :**

- *Transferencia de metal*
- *Se regula desde el generador.*
- *Para conseguir cordones anchos y de poca penetración se utiliza una tensión elevada.*
- *Para conseguir cordones estrechos y abultados se usa una tensión baja.*
- *Para una intensidad dada, el coeficiente de aportación disminuye proporcionalmente a la tensión del arco, debido a las pérdidas de radiación.*
- *La tensión nos dará un arco más o menos largo.*

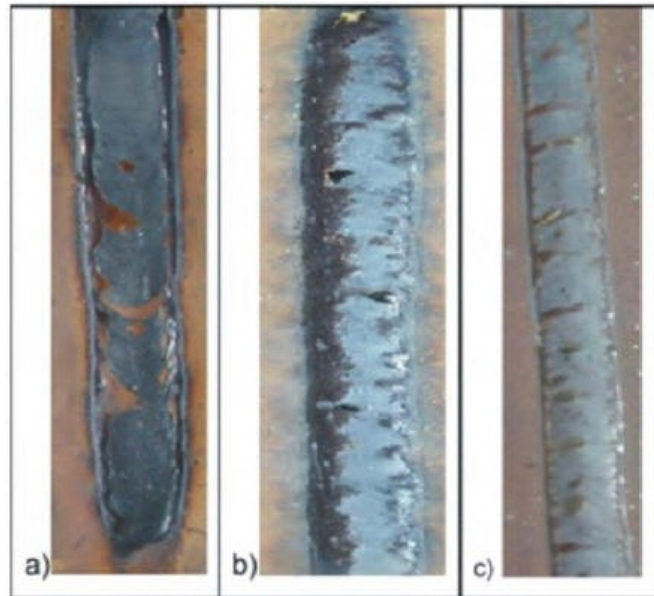
# Intensidad:

- Está en función del calor necesario en el arco para fundir el espesor de la chapa, el diámetro del electrodo, la penetración deseada y la posición de soldeo.
- Se regula conjuntamente con la tensión.
- Según aumentamos la tensión y la intensidad obtenemos mayor densidad de soldeo y un mayor calor aportado.



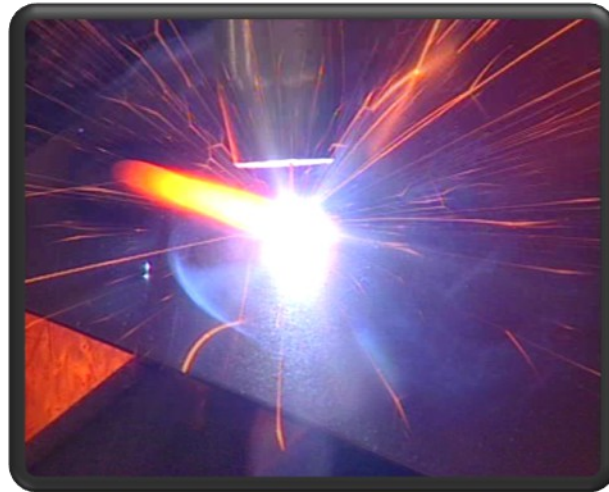
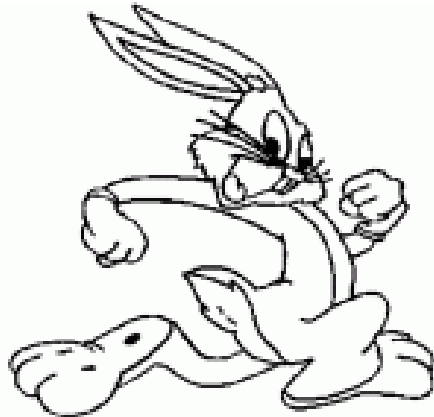
# Velocidad de alimentación del alambre

- La **intensidad** está muy relacionada con la velocidad de alimentación del alambre
- Cuanto mayor es la velocidad de alimentación mayor es la intensidad.



# Velocidad de desplazamiento.

- *Cuanto menor sea la velocidad de soldeo mayor será la penetración.*
- *Una pistola se puede sobrecalentar si se suelda con intensidad alta y baja velocidad de soldeo.*
- *Una velocidad de soldeo alta produciría una soldadura muy irregular.*



# Distancia entre la boquilla y la chapa base.

La intensidad depende de la velocidad de hilo.

También de la distancia de la boquilla a la pieza:

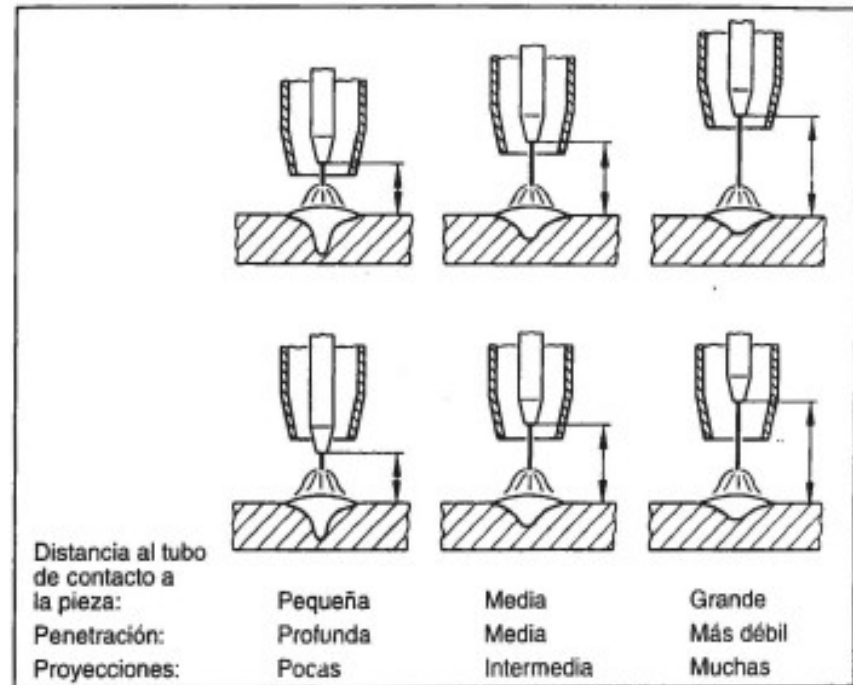
Se aleja → DISMINUYE

Se acerca → AUMENTA



## Extensión correcta del electrodo (STICKOUT):

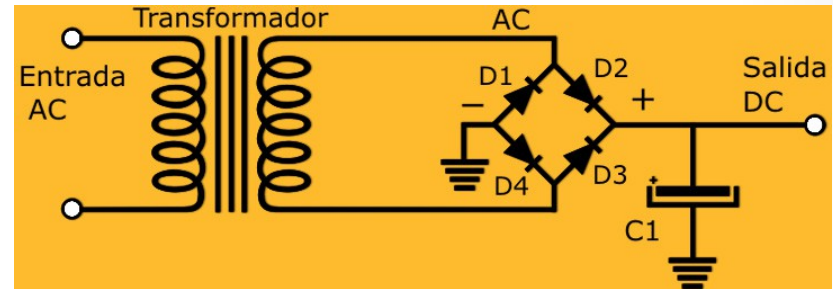
- Stickout es la longitud de hilo entre el extremo de la punta de contacto hasta la pieza a soldar.
- Debe mantenerse constante, entre 10 y 15 mm para hilo de 1,0 y de 15 a 20 mm para hilo de 1,2.
- Las variaciones de stickout alteran la tensión y la intensidad ocasionando desfavorable transferencia de gotas.





# Tipo de corriente y polaridad:

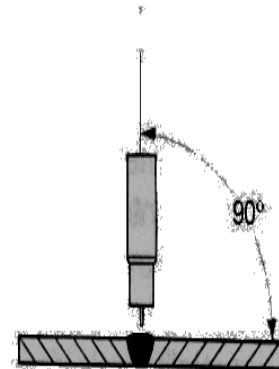
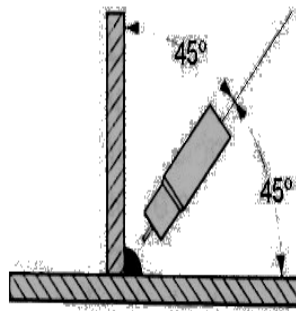
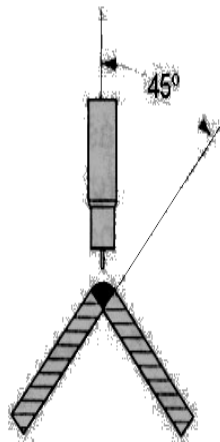
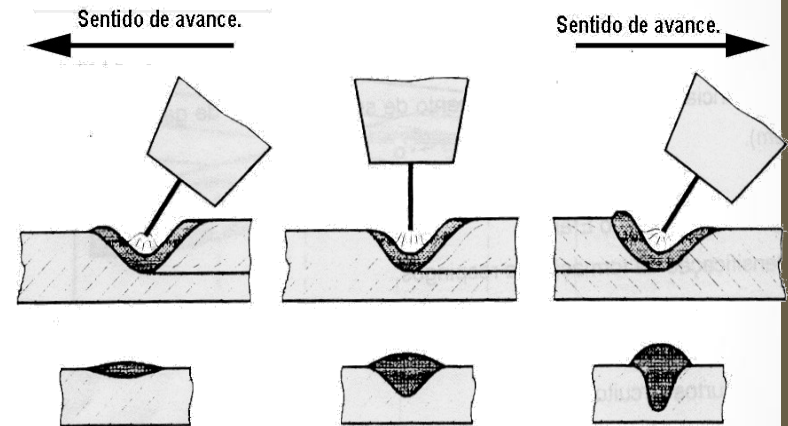
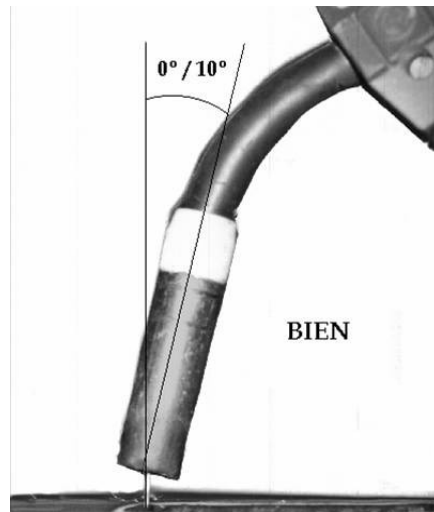
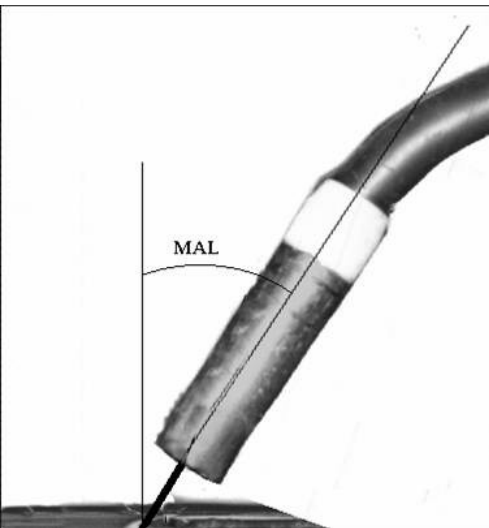
- *Corriente continua CC*
- *La polaridad influye :*
  - Arco.
  - Penetración.
  - Velocidad de fusión.
  - Polaridad Inversa (CCEP) :
    - Un arco estable.
    - Buena transferencia de metal de aportación
    - pocas proyecciones,
    - gran penetración
    - acción de limpieza
  - Polaridad Directa (CCEN) :
    - Menos penetración.
    - Transferencia globular
- *La corriente alterna no se utiliza en el soldeo MIG/MAG ya que el arco se hace inestable y tiende a extinguirse.*





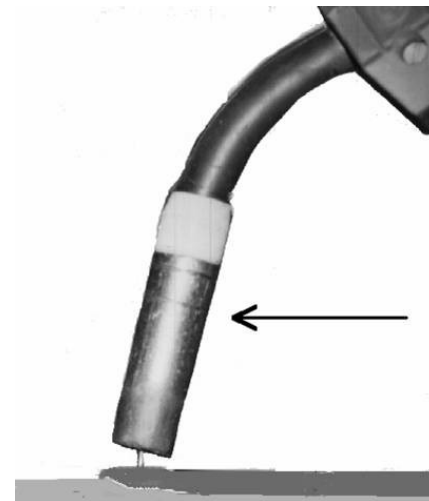
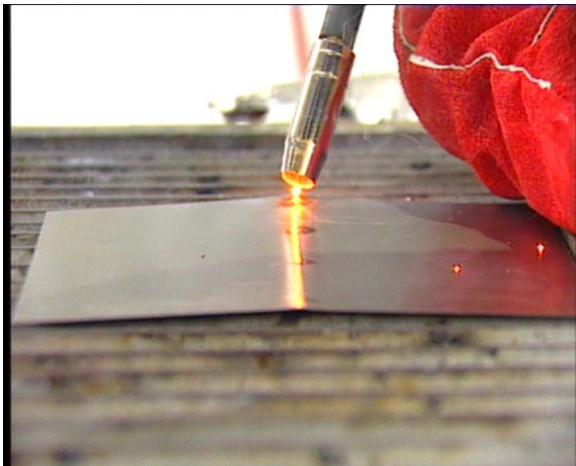
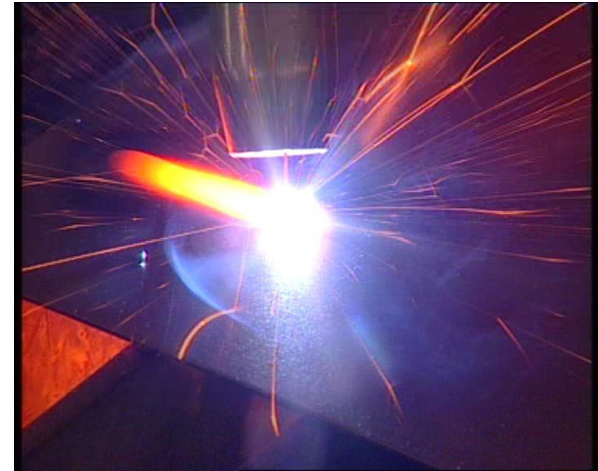
# Inclinación de la boquilla.

- La pistola de soldadura debe mantener una posición correcta para que el gas proteja de forma conveniente el lecho de fusión. Se recomienda una inclinación, respecto a la vertical de  $10^\circ$  a  $25^\circ$ .



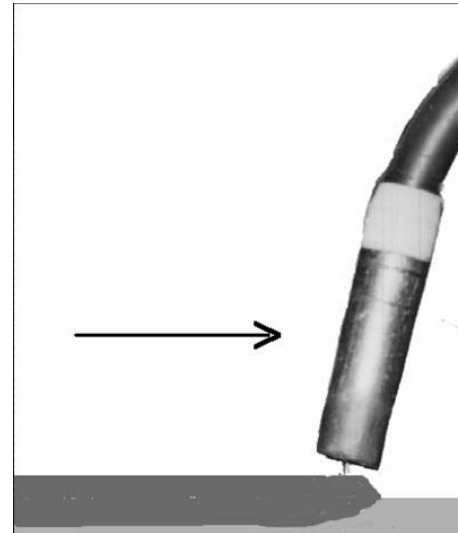
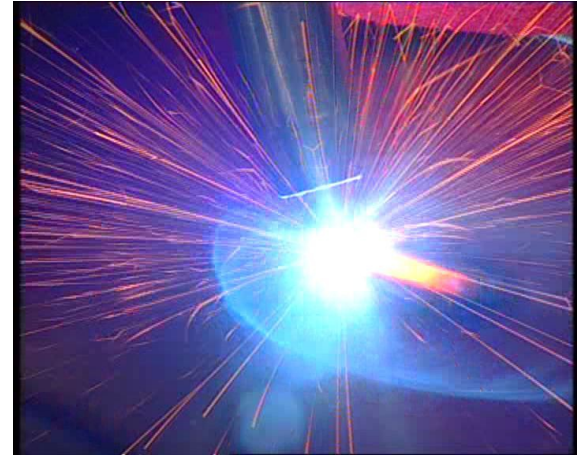
# Dirección de soldeo: *de derecha a izquierda.*

- Menor penetración
- Cordón mas ancho y plano
- Ideal para chapas finas y cordones de raíz de poco espesor.



# Dirección de soldeo: *de izquierda a derecha.*

- *Cordón mas abultado y de peor aspecto.*
- *Para piezas superiores a tres milímetros de espesor.*
- *Mas penetración*



# Diámetro de alambre.

- Se suelen usar **DIÁMETROS PEQUEÑOS**:
  - favorecen la estabilidad del arco,
  - favorecen la formación de gotas muy pequeñas que mejoran notablemente la trasferencia del metal durante la soldadura.
- Se realizan en función al espesor de las piezas a soldar y de la posición de soldadura.
- En carrocerías se utilizan de menor diámetro.

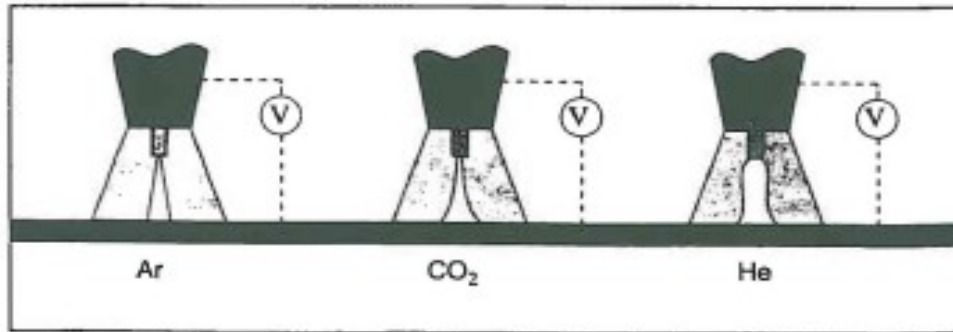


***Diámetros usados según el rango de corriente (Acero)***

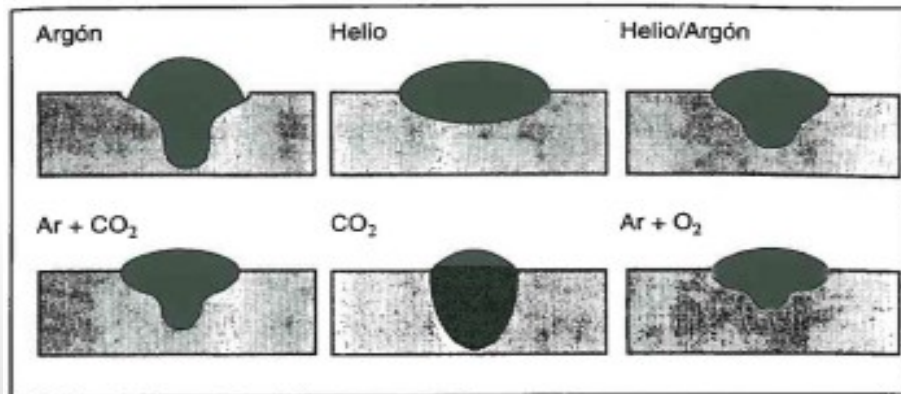
Diámetro del electrodo (mm)	Rango de corriente (A)
0.8	50-140
0.9	65-160
1.2	100-300
1.6	165-375

# Gas protector

- *Influye en el voltaje y en la energía térmica aportada por el arco a la soldadura.*



- *Producen reacciones químicas con los elementos del metal base y metal de aportación, cambia las propiedades de la soldadura.*
- *Influye en el tipo tamaño de cordón y penetración*
- *Determina la forma en que pasara el material de aportación a través del arco, con influencia en el nivel de humos y proyecciones*





# Caudal de gas

ESPEJOR PIEZAS (mm)	DIAMETRO DEL HILO (mm)	CONDICIONES DE SOLDEO C. C. POLARIDAD INVERSA (voltios)	(amperios)	CAUDAL DE GAS (litros/min)	VELOCIDAD DE AVANCE (cm/min)
0,6	0,8	15-17	30-50	8-10	38-51
0,8	0,8	15-17	40-60	8-10	46-56
1	1	15-17	65-85	8-10	90-102
1,2	1	17-19	80-100	8-10	90-102
1,6	1	17-19	90-110	10-12	76-90
2	1	18-20	110-130	10-12	63-76
3	1	19-21	140-160	10-12	51-63
3	1,2	20-23	180-200	10-12	68-81
5	1	19-21	140-160	10-12	35-48
5	1,2	20-23	180-200	10-12	46-56
6	1	19-21	140-160	10-12	25-38
6	1,2	20-23	180-200	10-12	30-46

Gas protector — CO<sub>2</sub>

Distancia tubo de contacto—pieza — 6 a 10 mm

Formula empírica para determinar el caudal necesario para la protección :

Caudal de gas en l/min. = 10 × diámetro del alambre-electrodo, en mm.

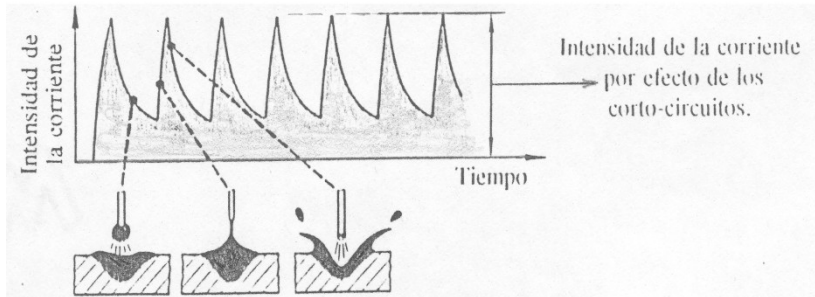
Ejemplo : Diámetro del alambre-electrodo = 1,0 mm.

Caudal del gas de protección necesario = 10 l/min.



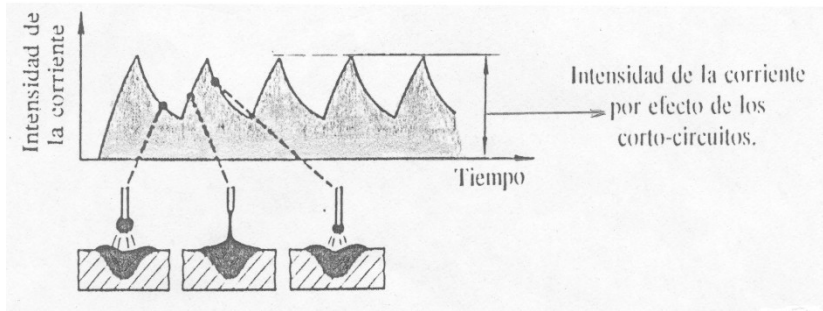
# INDUCTANCIA

*Durante la soldadura y en los momentos en que se produce los cortos-circuitos, aparecen picos en la corriente eléctrica, picos que son controlables por medio de la inductancia.*



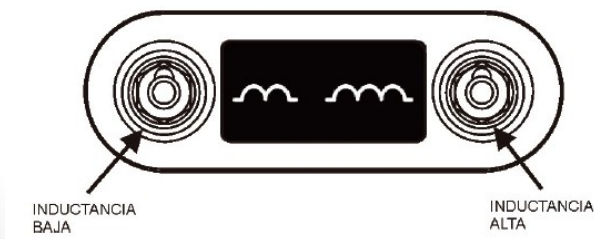
Poco efecto:

- Intensifica la formación de salpicaduras.
- Aspecto grosero del cordón de soldadura.
- Encendido inmediato y estable del arco eléctrico.
- Aumento de la frecuencia de los cortos-circuitos.



Amplio efecto:

- Escasa formación de salpicaduras.
- Buen aspecto del cordón de soldadura.
- Dificultad en el encendido y transferencia irregular del metal aportado.
- Menor cantidad de cortos-circuitos.



# Tabla de regulación sistema MIG

- *Tabla de Regulación para uniones a tope con alambre sólido en Aceros de mediana y baja aleación*

Espesor en Gauge	Espesor en pulg.	Espesor en mm.	Ø Electrodo en mm.	Amperajes en C.C.	Voltaje en C.C.	Velocidad avance m/min.	Gas en PCH.	Litros por min.
22		0,77	0,8	35 - 60	16 - 17,5	0,50	15 - 20	7 - 9
20		0,92	0,8	40 - 70	17 - 18	0,70	15 - 20	8 - 9
8		1,25	0,9	70 - 90	18 - 19	0,50 - 0,70	15 - 20	8 - 9
14	5/64	2,1	0,9	120 - 130	20 - 21	40 - 0,50	20 - 25	9 - 12
11	1/8	3,17	1,2	120 - 180	20 - 23	0,37 - 0,50	20 - 25	9 - 13
7	3/16	4,76	1,2	190 - 200	21 - 22	0,60 - 0,70	25 - 30	12 - 14
	1/4	6,25	1,2	160 - 180	22,5 - 23	0,35 - 0,45	25 - 30	12 - 14
	5/16	7,93	1,2	200 - 210	23 - 23,5	0,30 - 0,50	25 - 30	12 - 14
	3/8	9,5	1,2	220 - 250	24 - 25	0,30 - 0,40	25 - 30	12 - 14
	1/2	12,5	1,2	280	28 - 29	0,35	25 - 30	12 - 14
	3/4	19	1,6	300	32	0,25	30 - 35	14 - 16

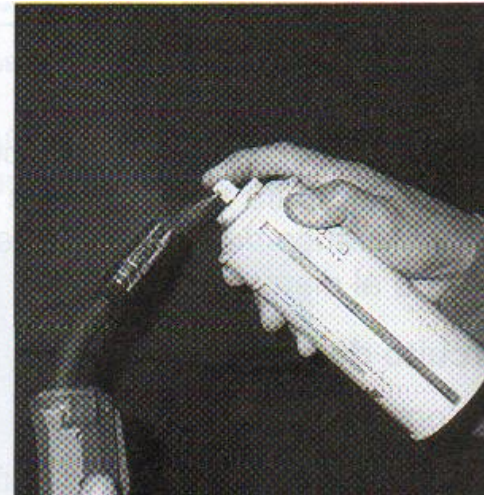
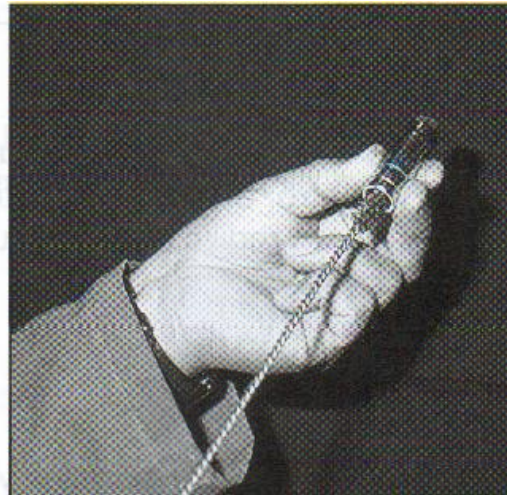
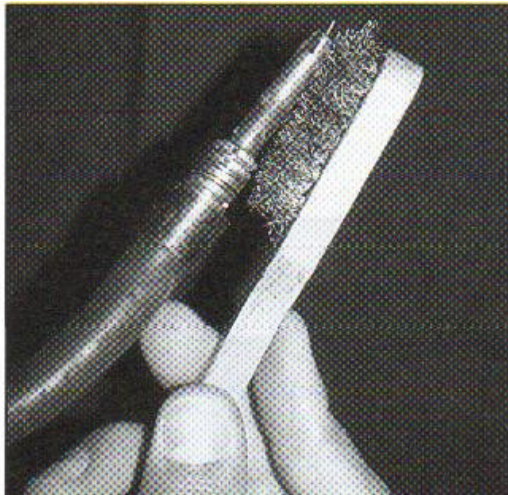
# Analogías y diferencias entre MIG y MAG

<b><u>Criterio</u></b>	<b><u>MIG</u></b>	<b><u>MAG</u></b>
Gas de protección	Inerte. Normalmente Argón	Activo. CO2 o mezclas
Generador	De potencial constante y gran capacidad	De potencial constante
Metales a soldar	Acero inoxidable, cobre y aluminio Sólo aceros ordinarios	Sólo aceros ordinarios
Espesores de soldeo	Medios y gruesos Todos	Todos
Posiciones de soldeo	Sólo fáciles	Todas
Regulación	Poco sensible	Exige precisión
Visibilidad	Buena	Regular
Proyecciones	Raras	Abundantes
Limpieza de bordes	Exige poca limpieza	Admite piezas oxidadas
Humos	Poco molestos	Pueden ser nocivos

# Mantenimiento

## 1

- *Limpiar las proyecciones adheridas en la boquilla de la antorcha para evitar cortocircuitos y turbulencias de gas. (Cepillos de púas de acero)*
- *Evitar las adherencias de proyecciones, mediante un spray específico, exento de siliconas.*

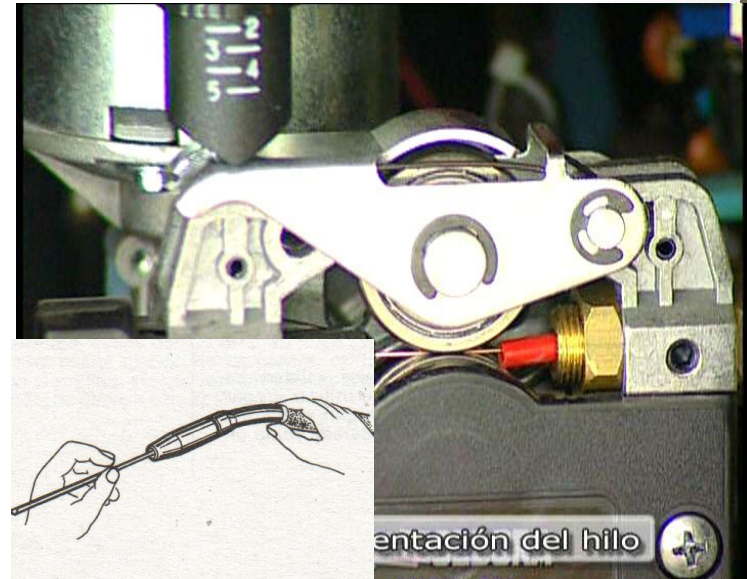




# Mantenimiento

2

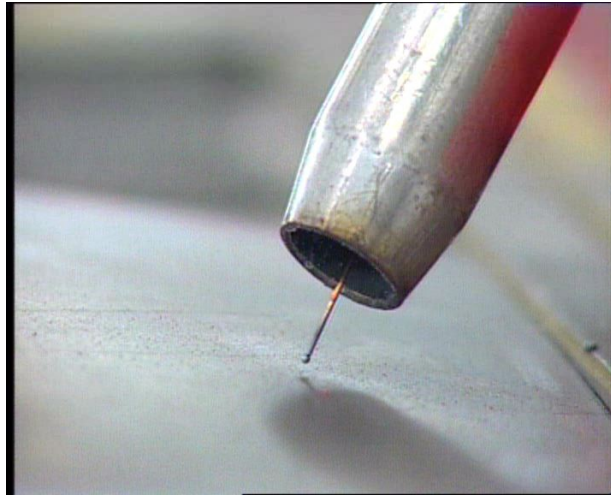
- *Revisar periódicamente el ajuste de los rodillos de arrastre y frenado del carrete.*
  - El reglaje de la presión sobre los rodillos será efectuado de forma que se pueda, apretando el hilo entre los dedos, hacer patinar los rodillos.
- *Verificar de que el hilo pasa adecuadamente por su vaina*



# Mantenimiento

## 3

- *Controlar el desgaste de la boquilla calibrada de contacto y cambiarla cuando sea necesario para evitar pérdidas de contacto del hilo con la boquilla*
- *No utilizar la antorcha como un martillo para eliminar restos de soldadura o alinear chapas*





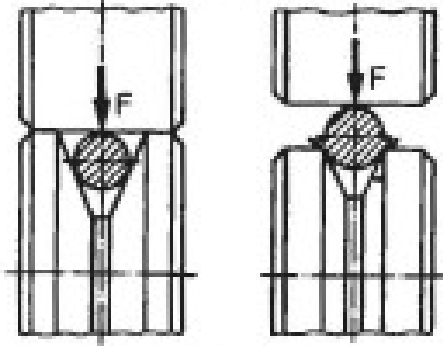
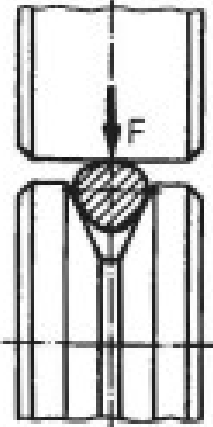
# Mantenimiento

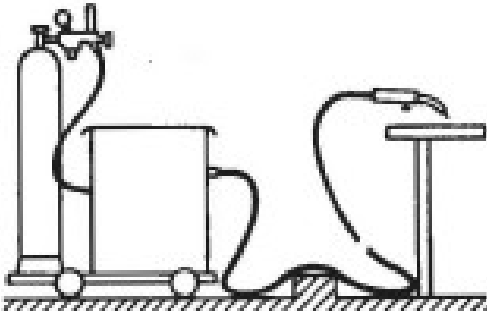
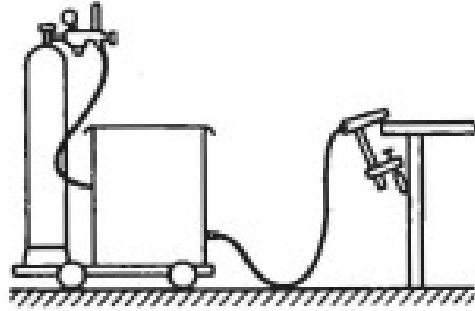
## 4

- *No tirar de la manguera de soldadura o del cable de conexión para mover la máquina.*
- *Limpiar periódicamente el polvo interior de la máquina con un pistola de aire comprimido seco.*



# Fallos en el Equipo MIG/MAG. Causas y Consecuencias

Componente	Causa del fallo
<p>Rodillos de la unidad de alimentación</p> 	<p>Tamaño del perfil del rodillo demasiado grande o que se ha desgastado por el uso.</p> <p>Rodillo muy pequeño.</p>
<p>Presión del rodillo de alimentador de alambre</p> 	<p>Presión de contacto demasiado ligera.</p> <p>Presión de contacto demasiado fuerte que produce excesivo rozamiento o deforma el alambre.</p>

Componente	Causa del fallo
<p data-bbox="440 105 595 134">Mangueras</p> 	<p data-bbox="981 101 1476 162">Retorcimiento o doblado de las mangueras.</p>
<p data-bbox="440 524 556 552">Boquilla</p> 	<p data-bbox="981 519 1387 581">Parcialmente obturada por las proyecciones.</p> <p data-bbox="981 609 1103 638">Holgura.</p>
<p data-bbox="440 962 683 991">Cable de la pieza</p> 	<p data-bbox="981 958 1476 991">Limpieza inadecuada de la conexión.</p> <p data-bbox="981 1019 1302 1048">Holgura en la conexión.</p>

# Posibles anomalías y soluciones

PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS / SOLUCIONES
El alambre de soldadura no sale por la boquilla de la antorcha	Verificar que el equipo esta conectado y que el interruptor está en posición "ON".
	Verificar que el sistema de arrastre funciona al accionar el gatillo de la antorcha o al pulsar el enebrado. En caso contrario identificar si el problema se origina en el motor o en la antorcha.
	Verificar la posición del regulador de la velocidad del hilo.
	Verificar que la sirga (conducto por donde pasa el hilo a lo largo de la antorcha) esta en buen estado.
Sale el hilo por la punta de la antorcha pero el equipo no funde	verificar el indicador del termostato, si está iluminado esperar a que se enfríe el equipo.
	La pinza masa no hace buen contacto. Asegúrese que está conectada correctamente.
	El material a soldar tiene algún recubrimiento o aislante que no permite que se establezca el arco.
El equipo no tiene potencia	La pieza a soldar está oxidada o tiene algun recubrimiento que impide establecer el arco.
	Verificar que está conectado al voltaje adecuado (Ver características del equipo).
Velocidad alta con excesivo aporte y el consecuente chisporroteo	Bajar la velocidad del hilo.
	Subir la potencia de soldadura.

Velocidad baja con aporte y el consecuente chisporroteo	Subir la velocidad del hilo.
	Bajar la potencia de soldadura.
Poros en el cordón de soldadura	Verificar que caudal de gas sea el correcto.
	Verificar que la zona de soldadura no este expuesta a corrientes de aire.
	Verificar que el manoreductor esté en buen estado.
	Verificar que el difusor de la antorcha no este deteriorado.
Poca penetración del cordón	Subir potencia y velocidad.
	Verificar que el material a soldar no este recubierto de ningún tratamiento aislante.
	Gas de protección incorrecto.
Al finalizar la soldadura el alambre se pega a la pieza	Aumentar el tiempo de "burn-back" (modelos con ajuste).
Al finalizar la soldadura el alambre queda muy corto o se pega a la boquilla	Disminuir el tiempo de "burn-back" (modelos con ajuste).
Al iniciar la soldadura se produce mucho chisporroteo	Aumentar el tiempo de la rampa inicial (modelos con ajuste). Reducir la velocidad del alambre o aumentar la potencia.
Indicador de fallo de refrigerador siempre encendido	Comprobar nivel de refrigerante.
	Comprobar que el circuito de refrigeracion esté cerrado.
	Comprobar que el circuito no esté obstruido.
No se pone en marcha el panel frontal de la devanadora	Verificar las connexiones de potencia de la devanadora
	Verificar el estado del fusible
	Comprobar que no estén los indicadores de paro por temperatura encendidos

## DEFECTOS DE LAS UNIONES SOLDADAS

### DEFECTOLOGIA

#### MODIF. CAR. MECÁNICAS

Pérdida de tenacidad, resist.  
E.D.  
CUALIF. PROC. SOLDEO  
"a posteriori": imposible

#### DISC. FÍSICAS

**FISURAS Ó GRIETAS**  
**POROS, INCL. SÓLIDAS**  
**F.FUSIÓN Ó PEGADURA**  
**F. PENETRACIÓN**

#### DEFECTOS DE FORMA

**MORDEDURAS**  
**SOBREEESPESOR**  
**CONVEX. EXCESIVA**  
**DEF. ALINEACIÓN**

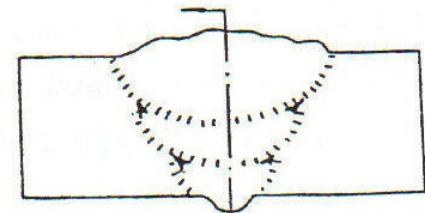
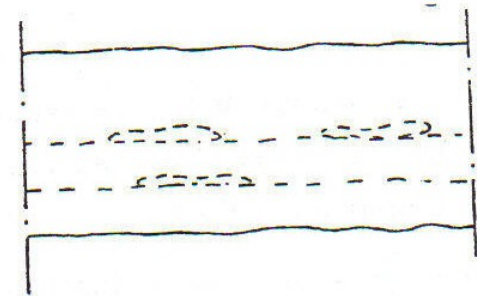
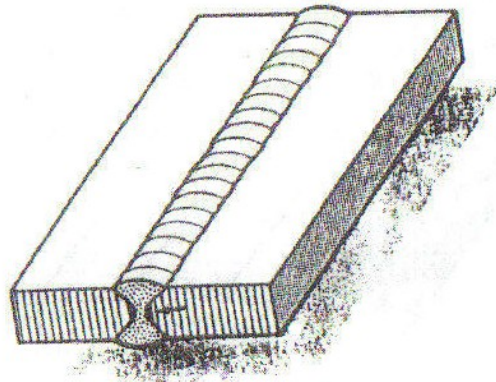
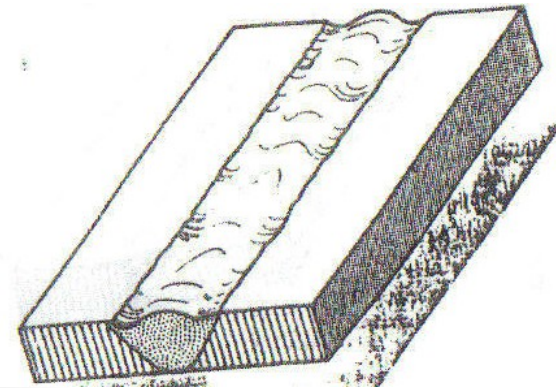
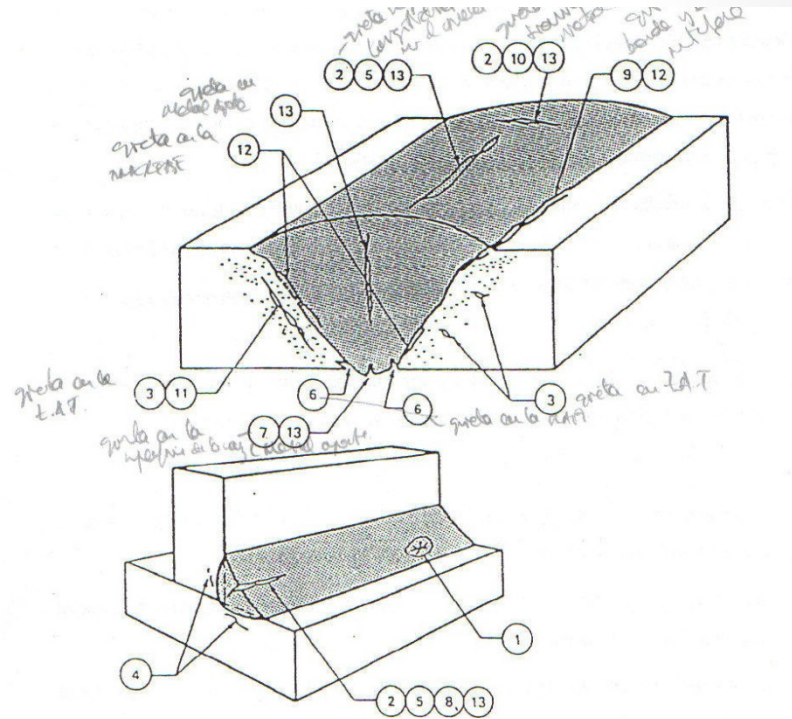
Mala preparación o disposición, ejecución, soldabilidad,  
electrodos, metal de aporte...

**Control de calidad: inspección, observación,  
antes, durante y después, E.D., E.N.D., ...**



# DEFECTOLOGÍA

- MORDEDURAS
- INCLUSIONES W, óxidos
- POROS
- GRIETAS
- Falta fusión.
- Falta penetración.

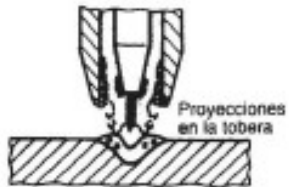


# Fallos y defectos soldadura

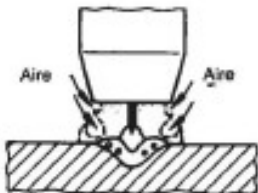
## Defecto: Porosidad

### Causa

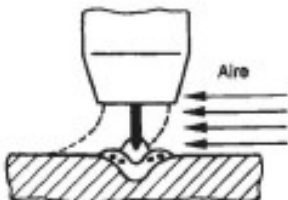
- Caudal de gas bajo que produce una protección defectuosa o proyecciones en la tobera que reduce la sección de ésta.



- Caudal de gas alto. La turbulencia generada por el excesivo caudal permite que el aire se introduzca en el baño de fusión.



- Excesivas corrientes de viento.



- Material base contaminado.

### Remedio

- Aumentar el caudal de gas de protección y retirar las proyecciones de la tobera. En el caso del CO<sub>2</sub> situar calentadores entre la válvula de la botella y el manorreductor. En el caso de haberse atascado el manorreductor por hielo utilizar calentadores.

- Disminuir el caudal para eliminar la turbulencia.

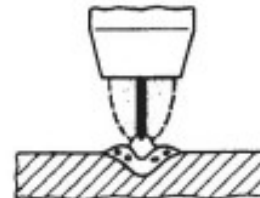
- Proteger la zona de soldeo del viento.

- Extremar la limpieza del material base

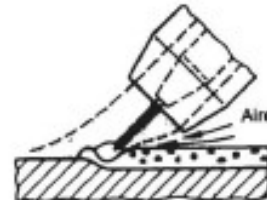
## Defecto: Porosidad

### Causa

- Electrodo contaminado o sucio.
- Tensión muy elevada.
- Longitud visible ("extensión") muy grande.
- Insuficiente protección debida a una velocidad de soldeo elevada.
- Pistola demasiado separada de la pieza.



- Ángulo de desplazamiento demasiado grande.



- Contaminación del gas de protección.

### Remedio

- Utilizar exclusivamente electrodos limpios y secos.
- Disminuir la tensión.
- Acortar la extensión y determinar la tensión adecuada.
- Reducir la velocidad.
- Acercar la pistola a la pieza. Mantener la pistola al final de la soldadura hasta que ésta se solidifique.

- Disminuir el ángulo de desplazamiento (situar la pistola más vertical).

- Utilizar gases de protección de gran calidad. Purgar las botellas (excepto las de hidrógeno y mezclas con hidrógeno) antes de conectarlos a las mangueras para eliminar la acumulación de polvo que pudiera existir.

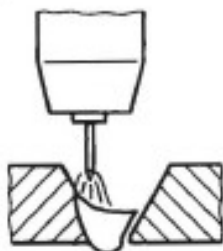
Alberto Neira

## Defecto: Falta de fusión o de penetración

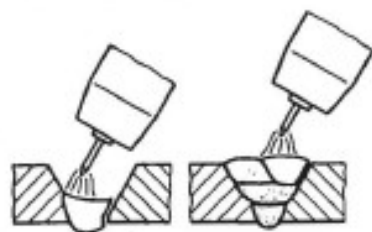
NOTA: El baño de fusión no aporta, por sí solo, la cantidad de calor suficiente para fundir el material base, solamente el calor aportado por el arco es capaz de hacerlo. Si el arco no llega a las caras o a la raíz de la unión se producirá la falta de fusión.

### Causa

- Parámetros de soldeo no adecuados.
- Manipulación de la pistola inadecuada.
- Situación de la pistola asimétrica respecto a los lados del bisel.



- Pistola con inclinación excesiva hacia un lado.



### Remedio

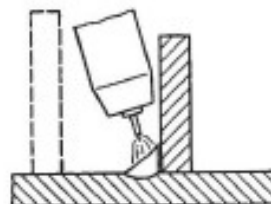
- Aumentar la tensión y la velocidad de alimentación del alambre.
- Reducir la velocidad de desplazamiento.
- Disminuir la "extensión".
- Reducir la dimensión del alambre.
- Reducir el espesor de cada cordón de soldadura.
- Distribuir el calor del arco en forma simétrica respecto a ambas piezas.

- Mantener la inclinación correcta.

## Defecto: Falta de fusión o de penetración

### Causa

- Falta de accesibilidad.



- Diseño inapropiado de la unión.



- Realizar el soldeo sobre cordones con sobreespesor excesivo.



- Empalme entre cordones defectuoso.



### Remedio

- Cambiar el diseño de la unión o elegir una boquilla de menor tamaño.

- Reducir el desalineamiento.
- Aumentar la separación en la raíz.
- Reducir el talón.
- Aumentar el ángulo del chaflán.


- Eliminar el exceso de sobreespesor mediante amolado.

- Amolar el final del cordón anterior y cebar el arco antes del final del cordón.



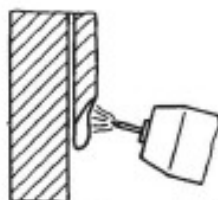
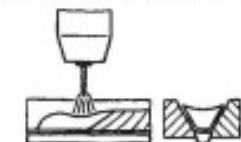


### Defecto: Falta de fusión o de penetración

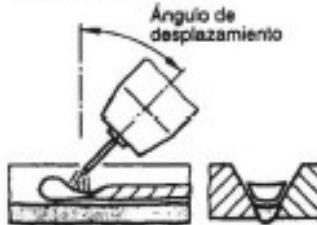
Causa	Remedio
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficies del chaflán sucias u oxidadas.</li> <li>- Técnica de soldeo no adecuada.</li> <li>- Cordones excesivamente anchos sin llegar a fundir el chaflán.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar, y decapar si fuera necesario, las superficies del chaflán.</li> <li>- Cuando se realicen cordones con balanceo pararse momentáneamente en los extremos.</li> <li>- Limitar la anchura del cordón, cuando el chaflán se ensanche se preferirá realizar 2 cordones estrechos a uno ancho.</li> </ul>
	<p>Correcto      Incorrecto      Correcto</p>

- El baño de fusión se adelanta al arco e impide la perfecta fusión de los bordes. Causas:

- \* Velocidad de desplazamiento baja o tasa de deposición (velocidad de alimentación del alambre) demasiado alta. Este defecto puede ocurrir más fácilmente en la posición PG.



### Defecto: Falta de fusión o de penetración

Causa	Remedio
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ángulo de desplazamiento demasiado grande.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Reducir el ángulo de desplazamiento.</li> </ul>

### Defecto: Grietas

Causa	Remedio
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Embridamiento excesivo.</li> <li>- Electrodo inadecuado.</li> <li>- Penetración excesiva respecto a la anchura del cordón.</li> <li>- Aportación de calor demasiado elevada que causa deformaciones grandes.</li> <li>- Tensiones residuales elevadas, enfriamiento rápido y grandes deformaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir el embridamiento.</li> <li>- Precalentar.</li> <li>- Utilizar un metal de aportación más dúctil.</li> <li>- Realizar un martillado.</li> <li>- Revisar la composición del alambre.</li> <li>- Disminuir la velocidad de alimentación del alambre o aumentar la tensión.</li> <li>- Reducir la tensión, la velocidad de alimentación del alambre o aumentar la velocidad de desplazamiento.</li> <li>- Precalentar para reducir el nivel de las tensiones residuales, utilizar una secuencia de soldeo adecuada.</li> </ul>

**Defecto: Mordeduras**

<i>Causa</i>	<i>Remedio</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión excesiva.</li> <li>- Intensidad excesiva.</li> <li>- Movimiento lateral muy rápido.</li> <li>- Velocidad de desplazamiento excesiva.</li> <li>- Pistola con inclinación excesiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir la tensión.</li> <li>- Reducir la velocidad de alimentación del alambre.</li> <li>- Dar un movimiento lateral más lento y retener un poco a los lados del cordón.</li> <li>- Disminuir la velocidad de desplazamiento.</li> <li>- Mantener la inclinación adecuada de la pistola.</li> </ul>

**Defecto: Proyecciones**

<i>Causa</i>	<i>Remedio</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Humedad en el gas.</li> <li>- Arco demasiado largo.</li> <li>- Intensidad demasiado elevada.</li> <li>- Tensión muy elevada.</li> <li>- Pistola al polo negativo.</li> <li>- Extremo libre del alambre excesivo.</li> <li>- Velocidad de soldadura alta.</li> <li>- Inclinación excesiva de la pistola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear gas de protección bien seco.</li> <li>- El arco debe tener una longitud de unos 3 mm.</li> <li>- Disminuir la velocidad de alimentación del alambre.</li> <li>- Disminuir la tensión, con tensión alta las proyecciones son muy grandes.</li> <li>- Conectar la pistola en el polo positivo.</li> <li>- Disminuyendo la longitud libre de varilla disminuyen las proyecciones.</li> <li>- Seleccionar la velocidad adecuada.</li> <li>- Llevar la inclinación correcta.</li> </ul>

**Defecto: Agujeros**

<i>Causa</i>	<i>Remedio</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensidad muy elevada.</li> <li>- Tensión de arco muy baja.</li> <li>- Movimiento de desplazamiento muy lento.</li> <li>- Bordos de las chapas muy separados.</li> <li>- Metal base muy caliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir la intensidad para evitar la perforación de la chapa.</li> <li>- Aumentar la tensión y disminuir la penetración.</li> <li>- Aumentar la velocidad de desplazamiento.</li> <li>- Disminuir la separación entre los bordes.</li> <li>- Dejar enfriar antes de depositar un nuevo cordón.</li> </ul>

**Defecto: Falta de espesor. Falta de material o relleno insuficiente del chaflán.**

<i>Causa</i>	<i>Remedio</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad excesiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir la velocidad de desplazamiento.</li> </ul>

**Defecto: Exceso de metal aportado**

<i>Causa</i>	<i>Remedio</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diámetro de alambre demasiado grueso.</li> <li>- Velocidad de desplazamiento muy lenta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar alambre de menor diámetro.</li> <li>- Aumentar la velocidad de desplazamiento.</li> </ul>

**Defecto: Cordón irregular**

<i>Causa</i>	<i>Remedio</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensidad excesiva.</li> <li>- Tensión muy baja.</li> <li>- Movimiento de avance irregular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuir la intensidad.</li> <li>- Aumentar la tensión.</li> <li>- Dar a la pistola un movimiento de avance uniforme.</li> </ul>

**Defecto: Cordón irregular**

<i>Causa</i>	<i>Remedio</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avance irregular del alambre.</li> <li>- Arco muy largo.</li> <li>- Excesiva inclinación de la pistola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar más presión a las rueltas de arrastre del alambre. Cambiar las guías si están desgastadas. Cambiar el tubo de contacto si está desgastado o si tiene irregularidades en su interior.</li> <li>- Disminuir la longitud del arco.</li> <li>- Colocar la pistola con la inclinación debida.</li> </ul>

# Medidas de seguridad e higiene

Zonas expuestas al riesgo	RIESGOS	Medidas de prevención y protección
Manos y piel	Quemaduras, radiaciones y proyecciones	Ropa de protección integral contra quemaduras, radiaciones y proyecciones
Ojos y cara	Radiaciones y proyecciones de material fundido	Careta para soldadura
Cuerpo	Eléctricos	Mantenimiento del equipo No soldar en ambientes húmedos
Vías respiratorias	Inhalación de humos y gases tóxicos	Mascarilla para humos y gases