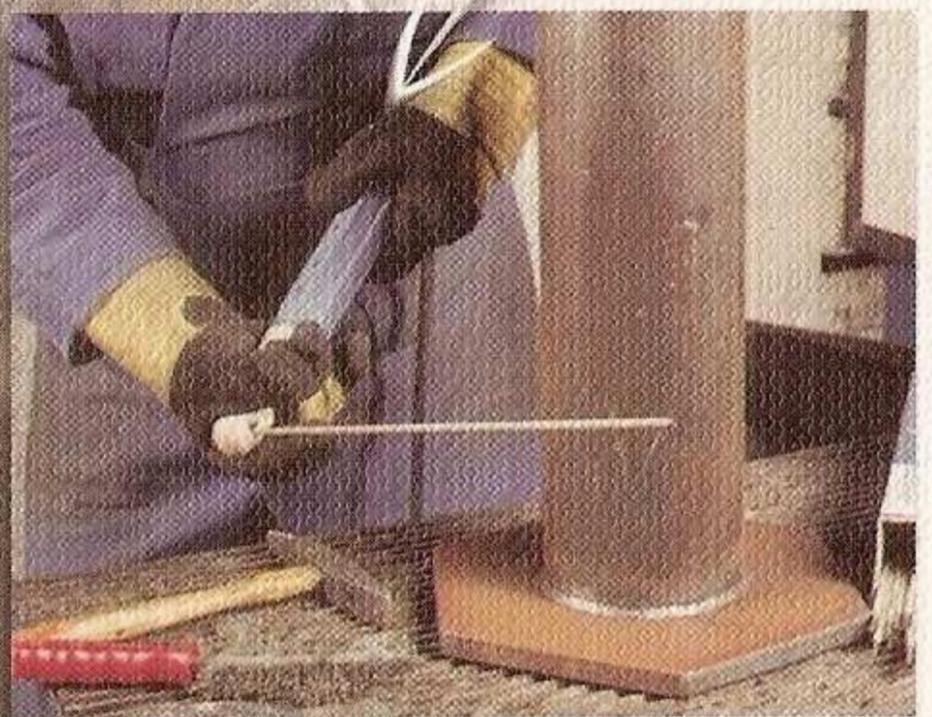


BRICOLAJE
PASO a PASO

Soldadura

por arco



susaeta

INTRODUCCIÓN

Soldar es un método moderno para ensamblar. Con la aparición en el mercado del bricolaje de productos de gran rendimiento, inspirados directamente en el material de los profesionales pierde su exclusividad y queda al alcance de cualquiera que esté bien aconsejado y guiado.

Es cierto que para soldar se precisa un mínimo de habilidad manual y de entrenamiento, pero es incluso más importante conocer bien el método, aplicar unas técnicas sencillas con rigor y seguridad, y preparar cuidadosamente las piezas que se han de ensamblar.

Este pequeño manual le permitirá descubrir o repasar las técnicas básicas que se aplican en la soldadura eléctrica por arco, y le guiará durante la preparación, la elección y la realización de sus trabajos, evitándole errores costosos y fracasos desalentadores. Ése es su único objetivo.

LA SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO

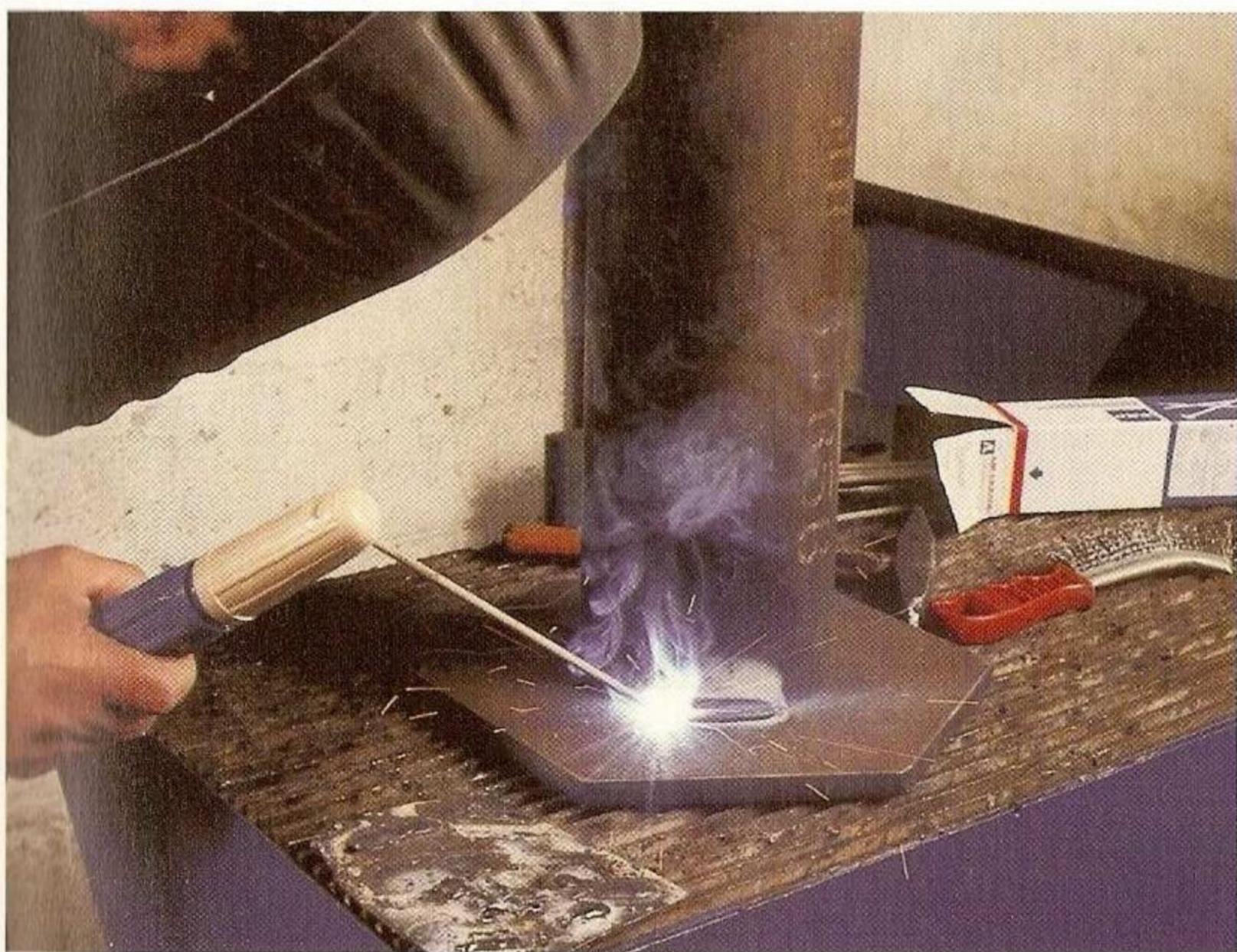
LA SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO es una técnica de unión moderna, rápida y económica que permite resolver la mayoría de los problemas de ensamblaje.

Una fusión rápida y bien localizada de los componentes reduce al mínimo las deformaciones en el trabajo que se ha de realizar.

Gracias a la evolución de la tecnología, los equipos de soldadura para aficionados presentan, hoy día, un elevado rendimiento. Por otro lado, la llegada al mercado de equipos por onduladores permite incluso soldar disponiendo de una simple toma de corriente de 220 voltios y 16 amperios. Además, la calidad de los electrodos es cada día mejor y su precio es más que razonable.

Si bien requieren cierta destreza y algo de método, las técnicas para soldar son sencillas y con un poco de práctica los resultados serán óptimos.

Por último, siempre que se esté informado de los riesgos de la soldadura eléctrica por arco y se prevengan, soldar no resulta peligroso y llega a constituir una tarea placentera.





NOCIONES DE SOLDABILIDAD

Se dice que un metal o una aleación se pueden soldar cuando es posible ensamblarlos por fusión, de manera que se garantice una buena unión entre los bordes soldados. En esta obra se tratará, sobre todo, la soldadura de los aceros de construcción.

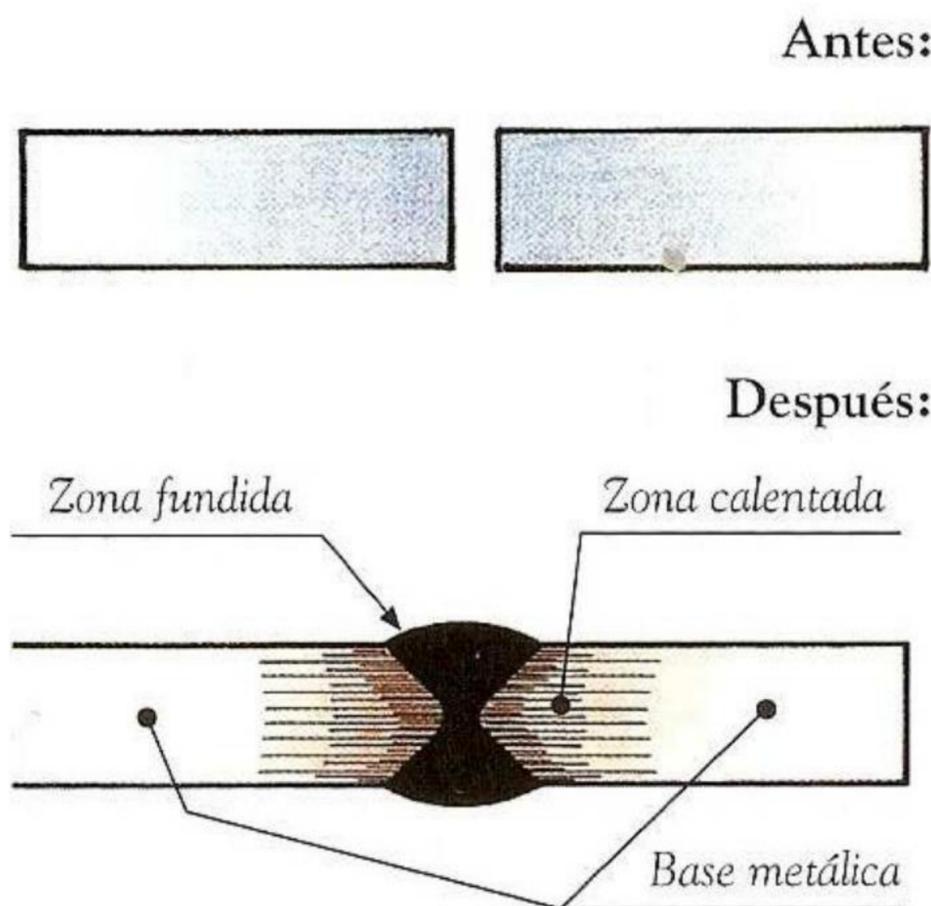
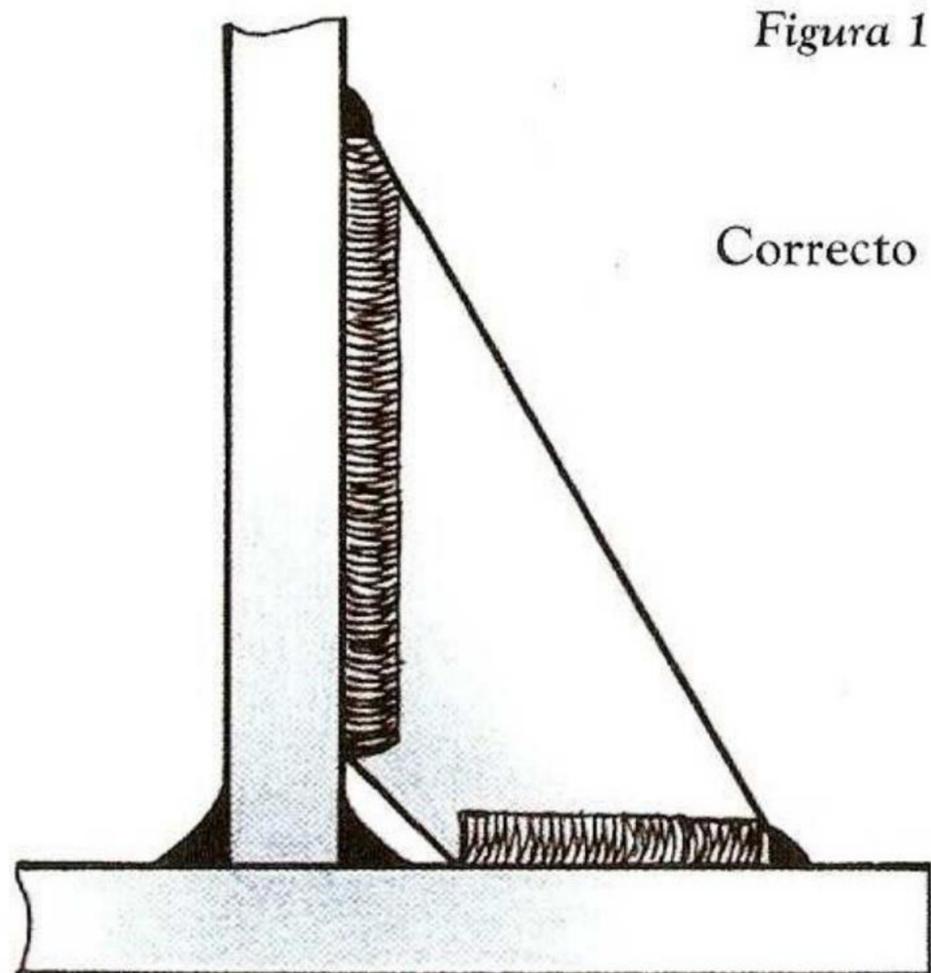


Figura 1



Ejemplo:

Unión por fusión localizada de dos piezas de idéntico material mediante aporte de un metal de composición similar o mejorada: lo ideal es conseguir una unión que presente similitud con todas las propiedades del metal de base sin que el metal aportado (electrodo) sea idéntico.

Ejemplo:

La temperatura de fusión del acero es de 1480 °C. Los 4000 °C del arco garantizan ampliamente la fusión del acero.

ELECCIÓN DE UN ACERO PARA SOLDAR

Si en teoría todos los aceros se pueden soldar, incluso aquéllos con un contenido de carbono superior al 0,35%, parece razonable que, teniendo en cuenta el trabajo que se vaya a realizar, se elija el acero en función de los medios disponibles.

El catálogo de su proveedor puede resultarle de gran ayuda (véase un extracto en las páginas 82 a 93). En él podrá encontrar la forma y la dimensión de las secciones del material en stock, el peso de las piezas por metro lineal e incluso nociones de resistencia de los perfiles.



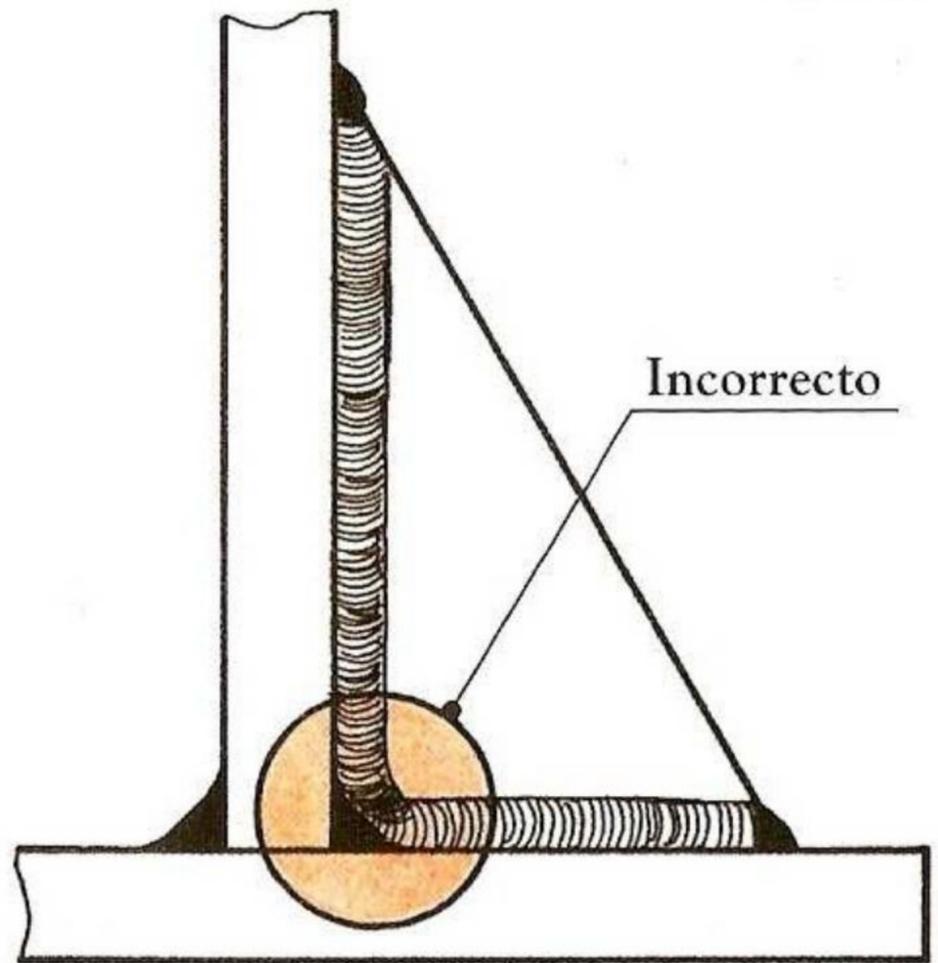
Figura 2

Finalmente, y ya que la soldadura no es sino un método de unión, es preciso que una vez acabado el trabajo, éste responda a las características de resistencia, forma, estanqueidad y estética previamente determinadas.

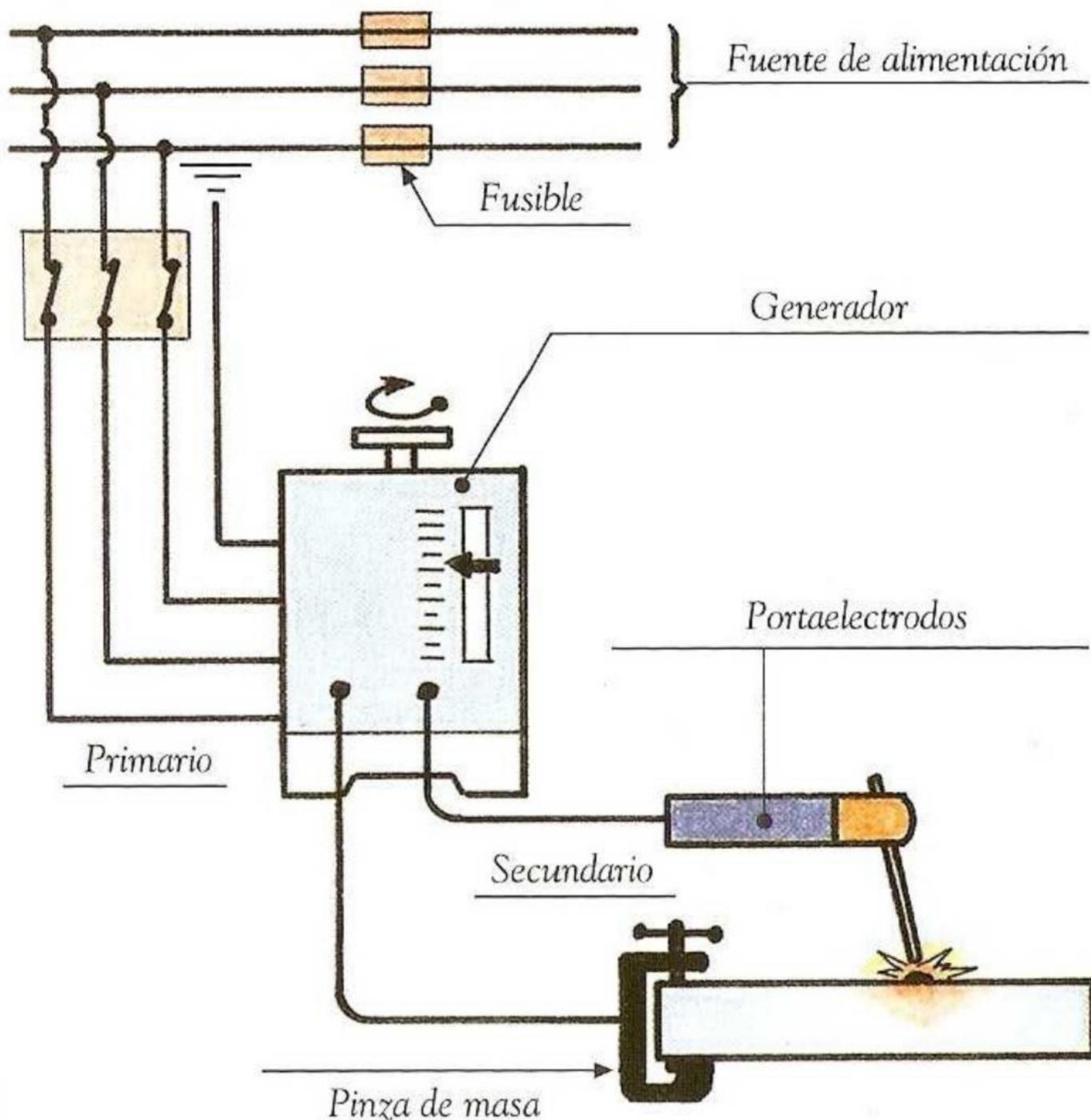
Por lo tanto, se deben estudiar con cuidado las formas, por muy sencillas que sean, y situar juiciosamente las soldaduras.

Ejemplo:

Figura 1, página 4.
Figura 2, página 5.



ESQUEMA DE UN DISPOSITIVO DE SOLDADURA





EL ARCO ELÉCTRICO

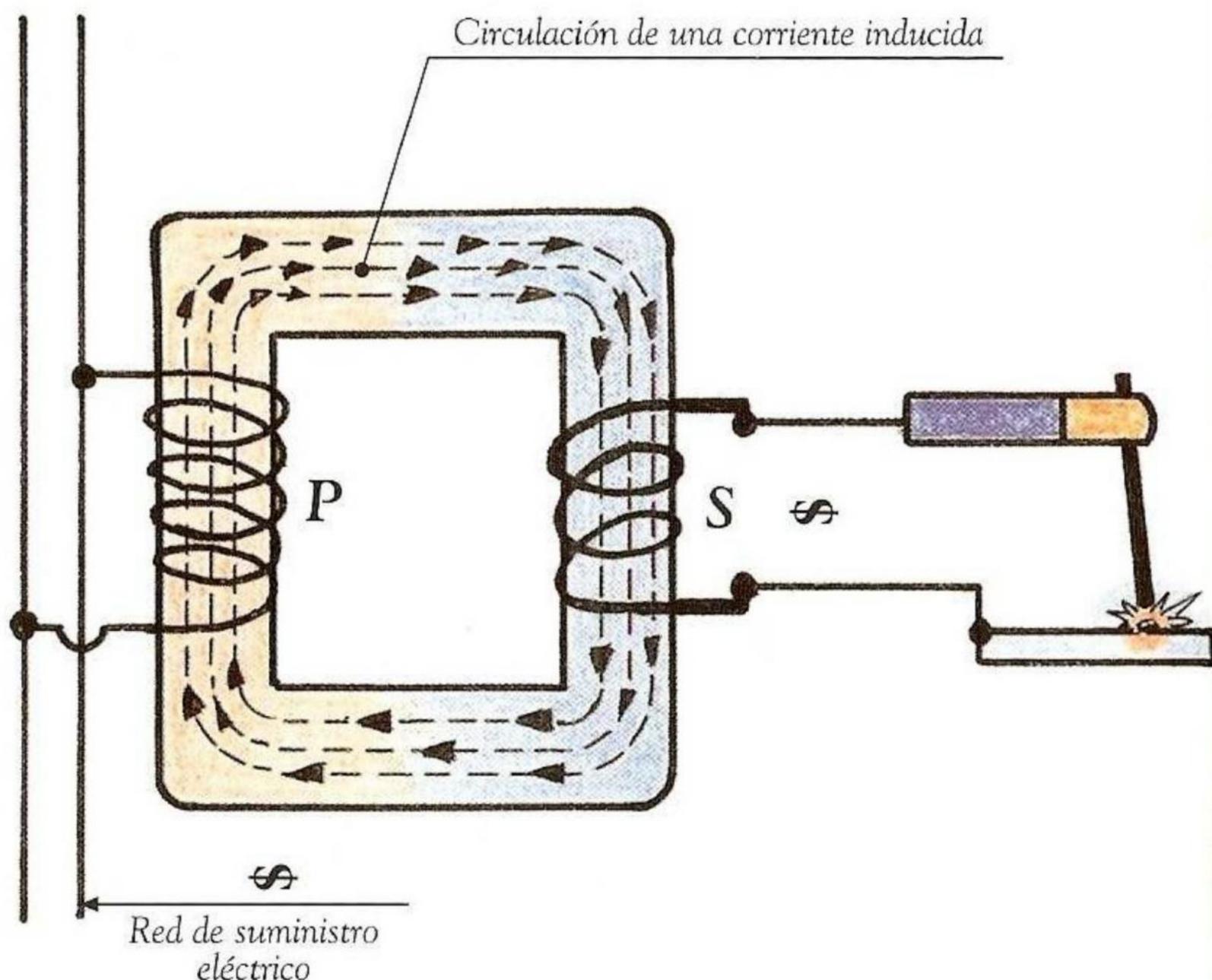
Si dos conductores bajo tensión entran en contacto, se produce un cortocircuito. Si separamos estos conductores, salta una chispa. Esto es básicamente el **arco eléctrico**.

Todo aquello que pueda resultar peligroso en una instalación eléctrica, se puede controlar y mantener gracias a un transformador. Éste es el **equipo para soldar**.

El arco se utiliza como fuente de calor necesario para la fusión de los metales.

La maquinaria para soldar es muy variada y responde a multitud de necesidades de la industria y de los profesionales.

ESQUEMA DE UN EQUIPO MONOFÁSICO



En este libro se tratarán los transformadores estáticos de corriente alterna que proporcionan una corriente de soldadura alterna y son, con mucho, los más utilizados. También veremos los **equipos de onduladores**, últimos en llegar al mercado, pero de gran rendimiento.



ELECCIÓN DE UN EQUIPO

La compra de un equipo de soldadura es una decisión importante. De una buena elección dependerá el éxito de nuestros proyectos. El equipo deberá tener un precio razonable. Nos fijaremos también en que sea fiable, fácil de mantener y compatible con nuestra instalación eléctrica.

Elegiremos un equipo de soldadura por transformador estático de corriente alterna. La calidad del equipo depende de tres factores: las intensidades secundarias, la tensión en vacío y el índice de uso.

INTENSIDADES SECUNDARIAS (IS)

Son las corrientes para soldar. Se expresan en amperios (A). Estas intensidades se han de regular en función del electrodo utilizado.

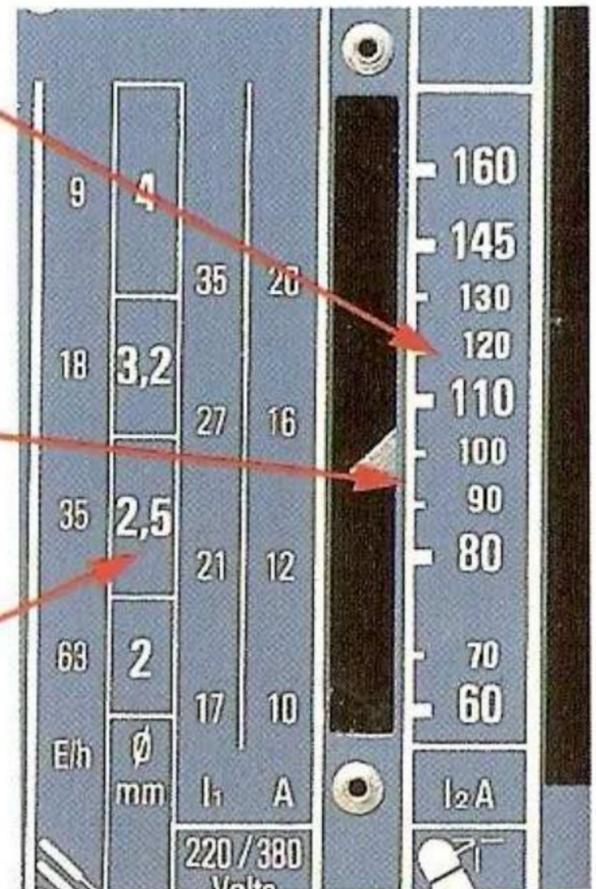
Ejemplo:

- Electrodo de $\varnothing 2,5 \text{ mm} = 75 \text{ A}$
- Electrodo de $\varnothing 3,15 \text{ mm} = 110 \text{ A}$

Intensidades de soldadura (IS)

Indicador del ajuste de la intensidad

\varnothing de los electrodos



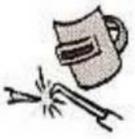
TENSIÓN EN VACÍO (U₀)

Llamada también **tensión de cebado**, es la tensión de la corriente de soldadura expresada en voltios (V). El mínimo ha de ser 45 voltios. Esta cantidad siempre debe ser igual o mayor que la tensión de cebado del electrodo.



Cuanto mayor sea la tensión de cebado, más fácil será iniciar la soldadura y mayor será la gama de electrodos que puedan utilizarse.

D x L =	3,15 x 350 (mm)
---	(-)
~	45 V Min
I (A) MED:	120
I (A) MAX:	130



ÍNDICE DE USO

Es un dato importante, pues determina el régimen de uso máximo del equipo. Expresado en tanto por ciento, permite calcular el tiempo real de soldadura en relación con el tiempo que el equipo está en tensión.

Ejemplo:

- Índice de uso 60%.
- Intensidad de soldadura máxima 160 A.

Con este índice se puede soldar durante tres minutos de cada cinco (3 min = 60% de 5 min) durante 24 horas con un electrodo de \varnothing 4 mm sin que se corra peligro de dañar el bobinado.

Advertencia

60% es el índice de uso máximo que encontraremos. Esto se debe a los tiempos de manipulación necesarios, cambios de electrodo, de piezas, retoques, etc.

Superado este tiempo máximo de uso, el bobinado se calienta; para estos casos, es conveniente utilizar un protector térmico.

TENSIÓN DEL ARCO (US)

El soldador no domina este parámetro y, por lo tanto, no puede ajustarlo; esta tensión varía en función del electrodo y por ello también lo hace la intensidad utilizada; una vez más, la calidad del equipo es primordial y adquirir uno que cumpla la normativa en vigor es un criterio de garantía adicional.

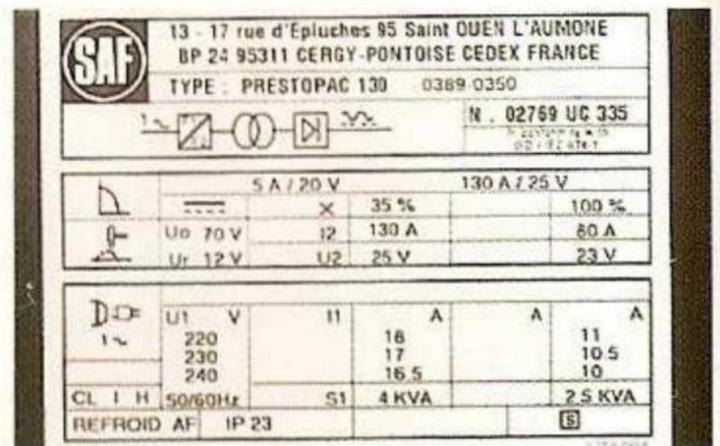
Regla

La compra de un equipo homologado garantiza al usuario que ha adquirido un material de calidad y también que podrá usarlo con toda seguridad.

Conclusión

*Al adquirir un equipo, se debe comparar la **tensión en vacío**, la gama de **intensidades de soldadura** y el **índice de uso**; también se deberá tener en cuenta su alimentación.*

Todas esta información debe aparecer en la placa de identificación que cada fabricante fija al equipo.





PLACAS DE IDENTIFICACIÓN

Aunque en formatos diferentes, las placas de identificación de los equipos de soldadura han de incluir toda la información expuesta anteriormente.

En ellas, el fabricante indica claramente todos los parámetros eléctricos del equipo; también señala si el equipo incluye protección térmica.

ALIMENTACIÓN DEL EQUIPO Y CONEXIÓN A LA RED

Antes de comprar el equipo, infórmese con detalle de sus posibilidades; es decir, del tipo de corriente disponible o de la que se puede disponer con un cambio de tarifa.

Ejemplo:

Tensión de red:

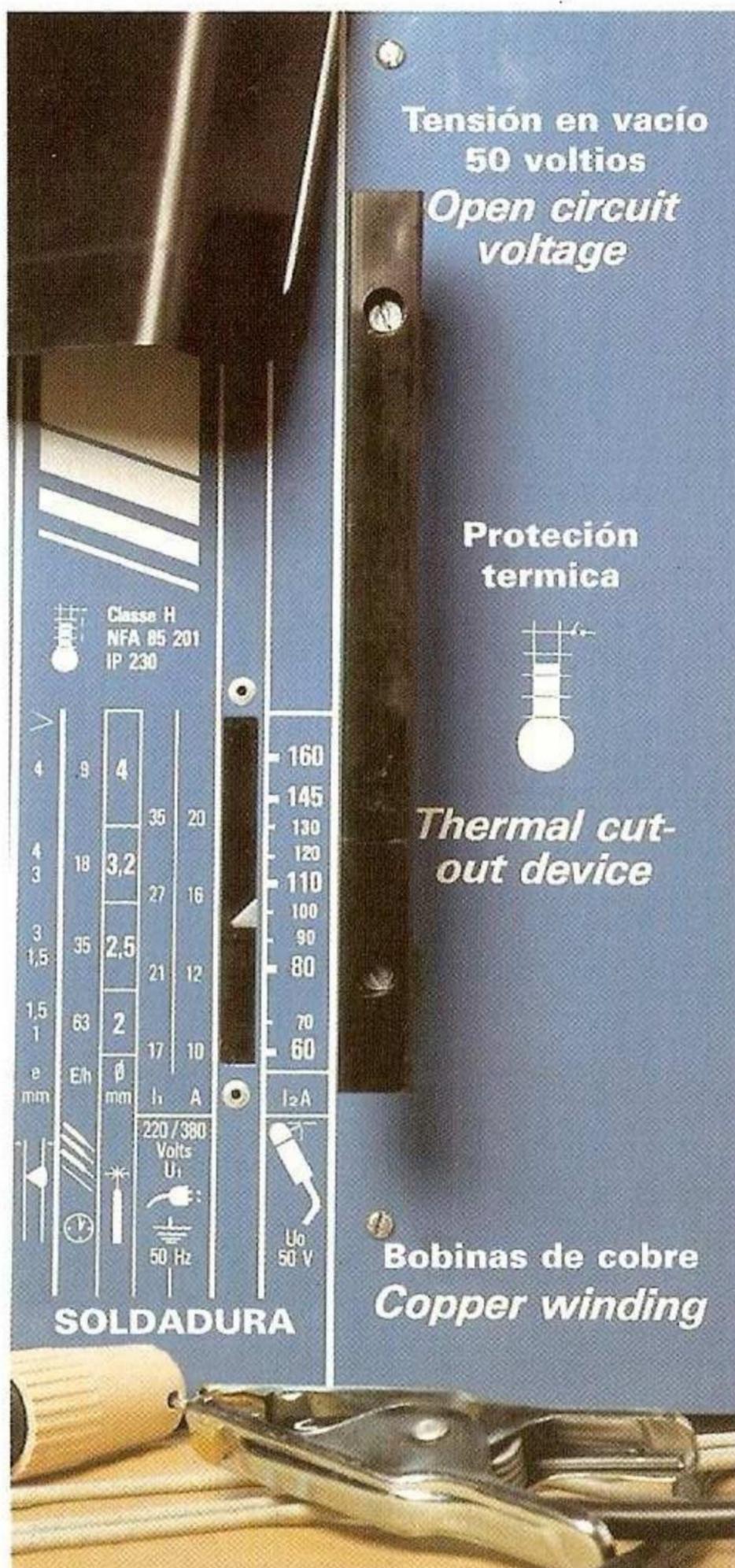
220 voltios o 380 voltios.

Intensidad:

16 o 20 amperios.

Potencia: 12 kWh.

Se comparará esta información con la facilitada por el fabricante en la placa de identificación y, en especial, con los valores de los aparatos en los que se refleja la potencia absorbida al iniciar la soldadura.



El fabricante señala claramente la tensión en vacío: 50 voltios. También indica que el equipo está provisto de protección térmica para evitar cualquier sobrecalentamiento.

Advertencia

Estas informaciones aparecen detalladas en el contador, en el ICP o en la factura del suministro; el inspector de zona de la compañía distribuidora de energía eléctrica se los podrá facilitar.

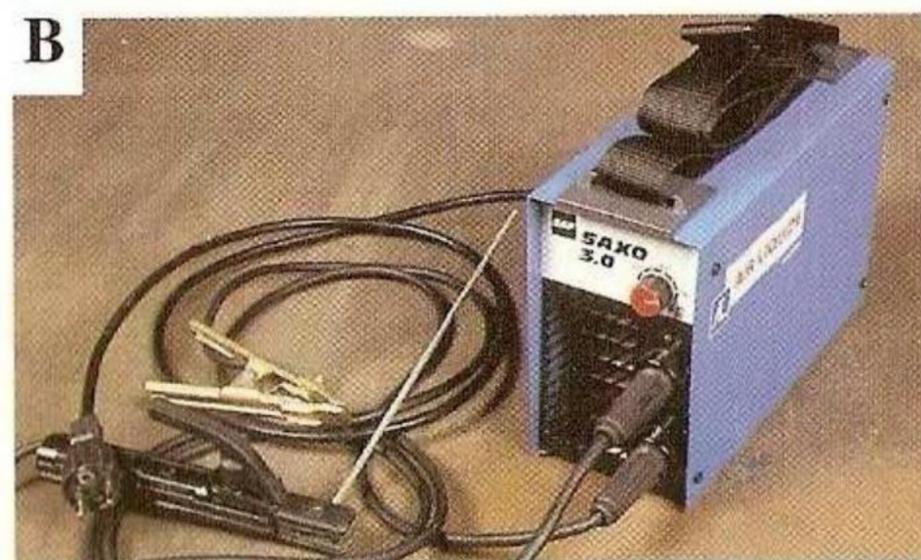
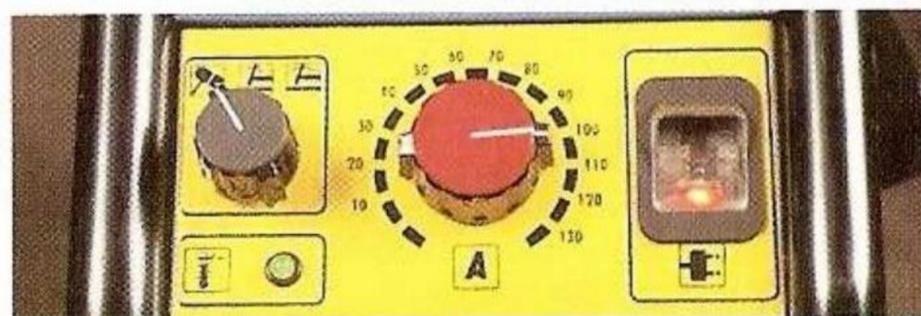
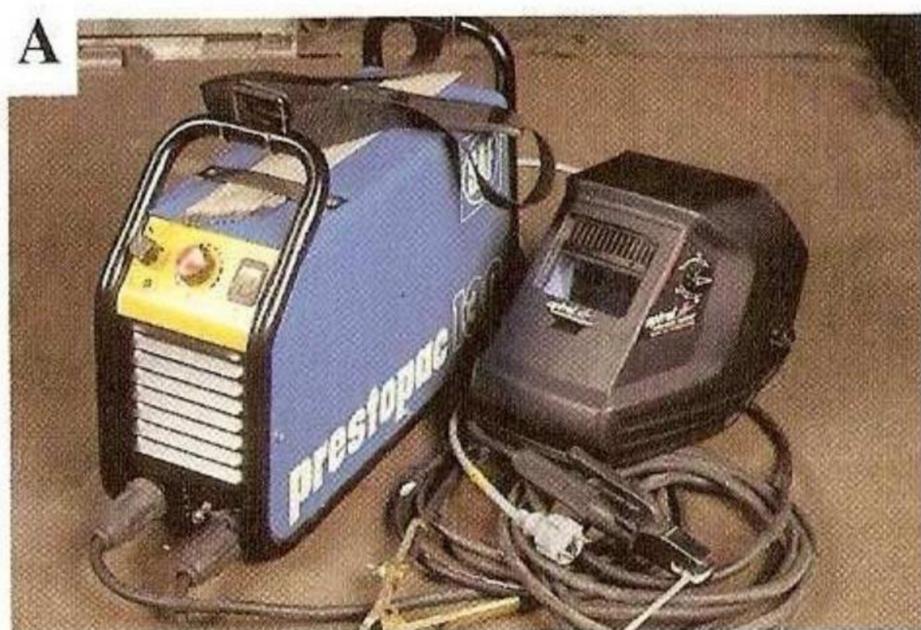


EQUIPOS DE SOLDADURA POR ONDULADORES

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	Primario (alimentación)	
	Equipo A	Equipo B
Tensión de alimentación monofásica (en voltios)	230	230
Intensidad de corriente máxima absorbida en el primario (en amperios)	17	16

	Secundario (corriente de soldadura)	
	Equipo A	Equipo B
Tensión de cebado	U ₀ 70 V	U ₀ 75 V
Intensidad de corriente de soldadura	de 5 A a 130 A	de 5 A a 90 A
Ø máximo del electrodo	3,2 mm	2,5 mm



De reciente concepción, estos equipos constituyen el futuro de la soldadura eléctrica y se pueden encontrar a precios muy asequibles.

VENTAJAS DE LOS EQUIPOS POR ONDULADORES

Al contrario que otros equipos, y gracias a la tecnología de los onduladores, presentan la gran ventaja de absorber muy poca energía cuando se ceba el electrodo.

Ejemplo:

Para un electrodo de Ø 3,2 mm y una intensidad de soldadura normal de 105 A.

Alimentación:

230 voltios.

Conexión:

En cualquier toma doméstica de 16 A.

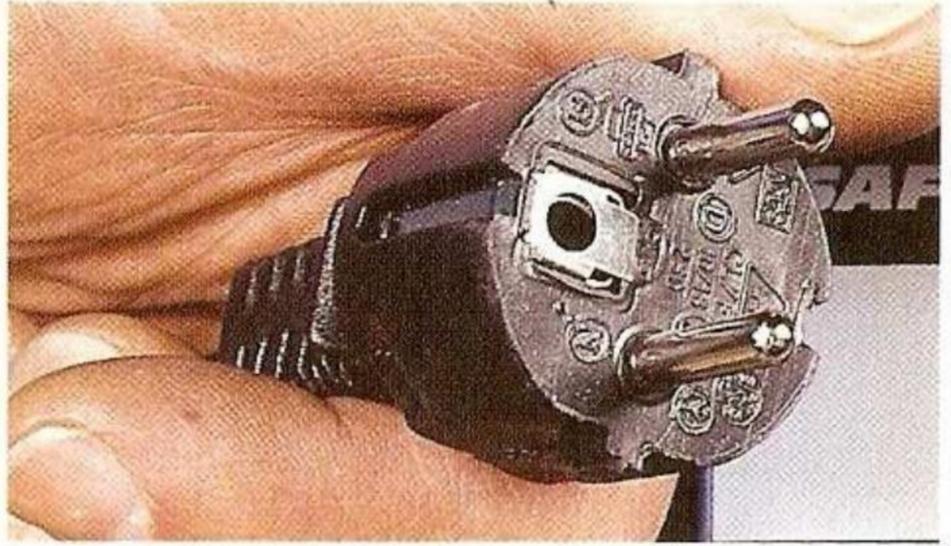


Intensidad de corriente primaria absorbida:

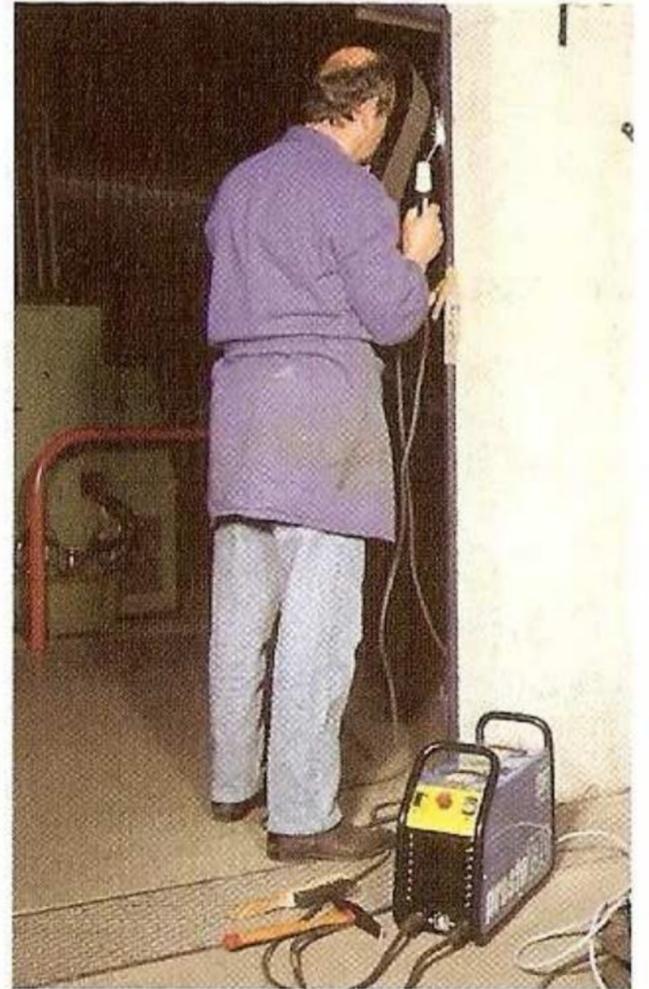
18 A como máximo al cebarse.

Intensidad de corriente primaria en funcionamiento:

11 A.



Así, y siempre que la instalación eléctrica se ajuste a las normas, es posible soldar en condiciones impensables hasta hace muy poco tiempo.



Concebidos para trabajos de mantenimiento *in situ*, estos equipos son ligeros, manejables y poco engorrosos.

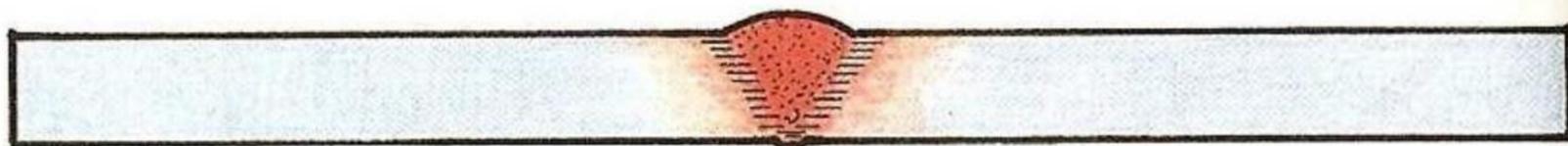
Su elevada tensión en vacío (tensión de cebado, 70 voltios) permite usar una amplia gama de electrodos.



LA SOLDADURA POR ARCO CON ELECTRODO REVESTIDO

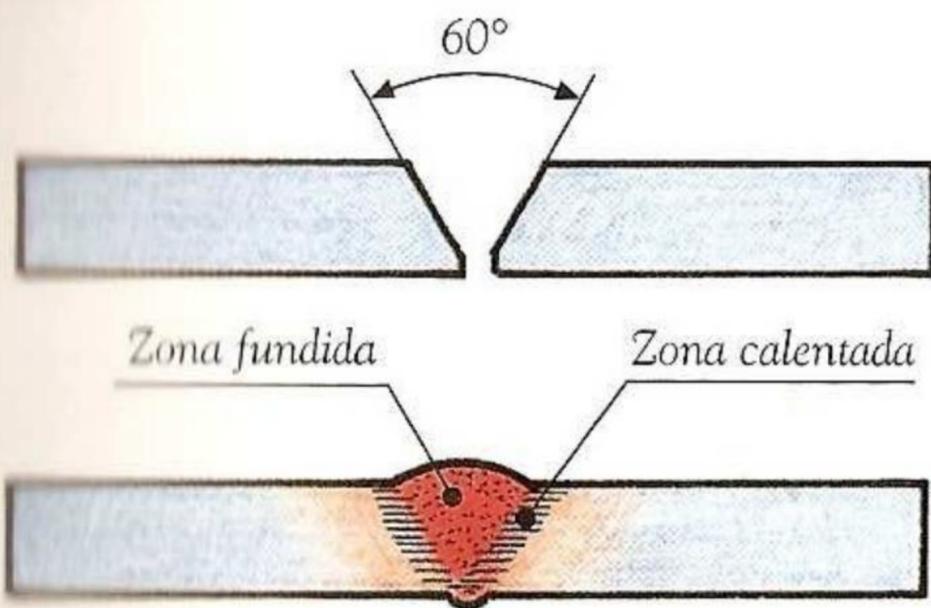
DEFINICIÓN

Operación de fusión localizada de dos materiales de la misma naturaleza con el fin de asegurar su unión gracias a la fusión de un metal de aporte (electrodo) de composición similar o mejorada.





PREPARACIÓN DE LOS BORDES

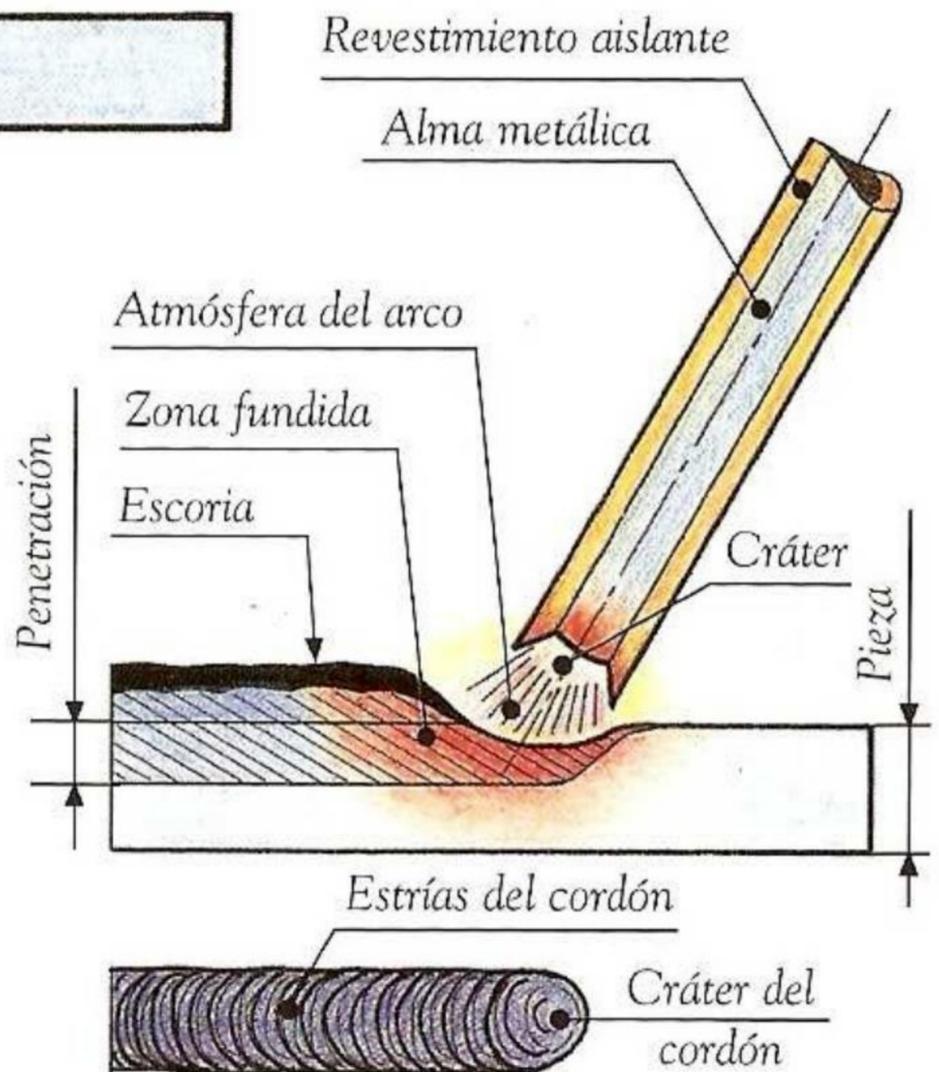


Véanse las páginas 38 a 41.

PIEZAS SOLDADAS

Por acción del calor del arco, se produce la fusión localizada de las piezas y del electrodo, que se mezclan y constituyen una junta soldada.

Lo ideal es conseguir una unión que presente continuidad y uniformidad con respecto a las propiedades de la base metálica.



PREPARACIÓN DEL ELECTRODO

Atención

Los electrodos se han de guardar en lugar seco y protegidos contra los golpes.





CEBADO DE LA SOLDADURA

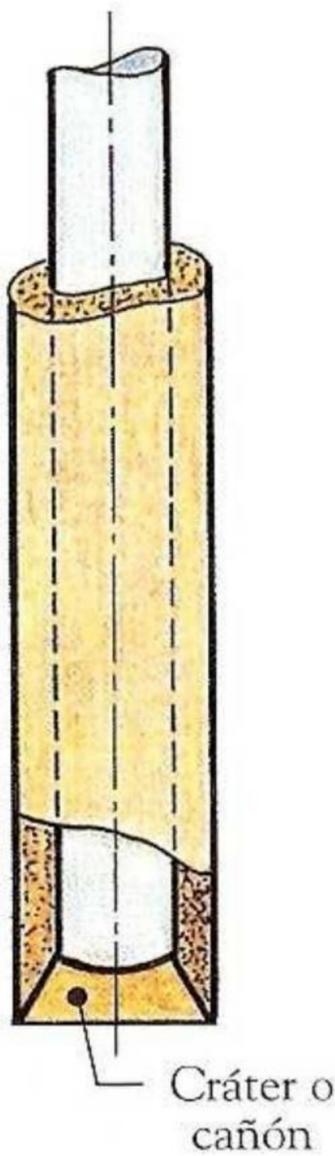
Estudio del extremo activo del electrodo.

En él se pueden apreciar dos partes: el elemento central, «el alma metálica», conductor de la electricidad; y el elemento superficial, «el revestimiento aislante».

ELECTRODO CEBADO

En el electrodo que está soldando aparece el cráter.

Es el metal el que queda por detrás del revestimiento.

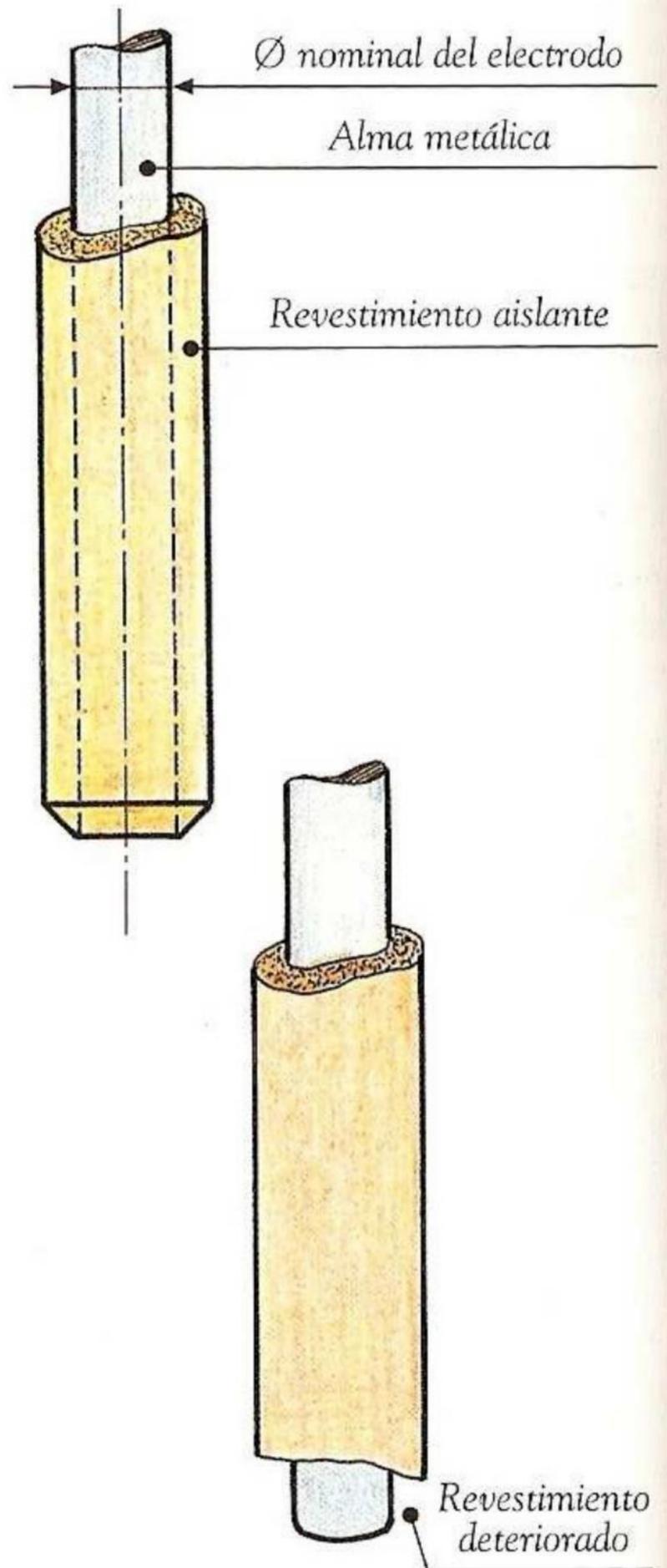


Regla

Para poder soldar es imprescindible que se forme este cráter, por lo tanto, se ha de cebar el electrodo.

ELECTRODO NUEVO

El revestimiento queda por detrás del metal.

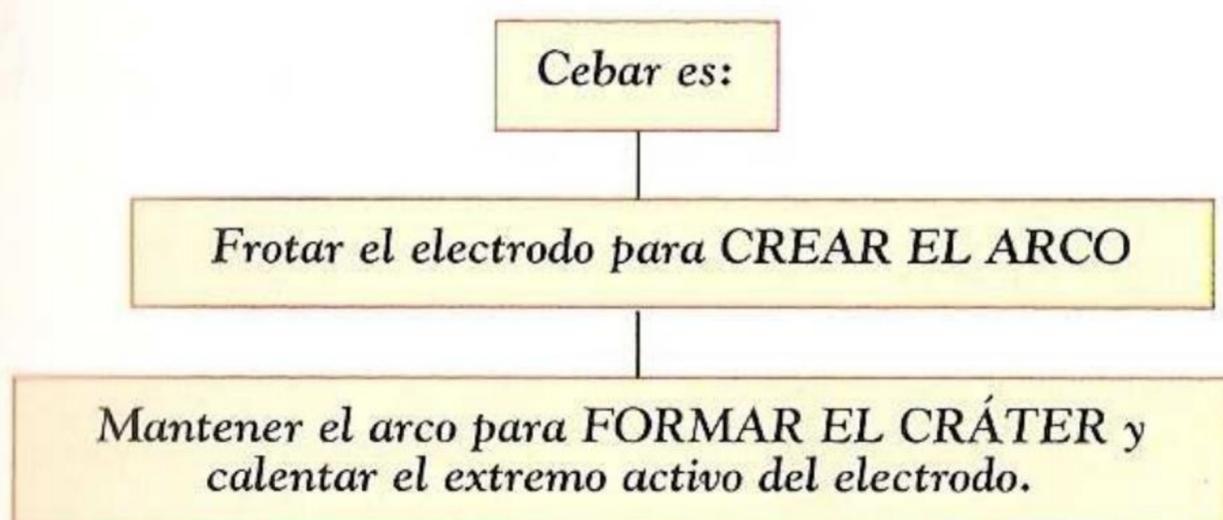


ELECTRODO USADO

Electrodo parcialmente utilizado y cuyo extremo ha recibido un golpe, por eso el revestimiento se ha estropeado. En este caso también el revestimiento queda por detrás del metal.



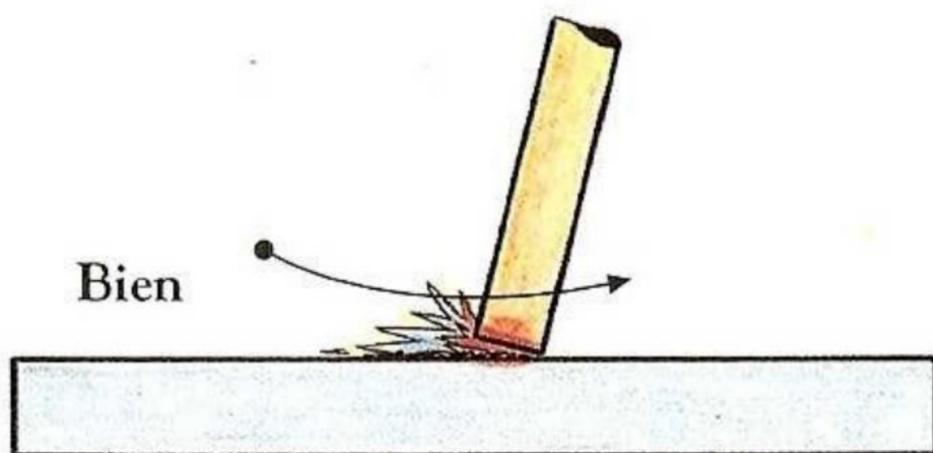
MÉTODO



El electrodo está listo para ser usado.

No se ceba dando golpes.

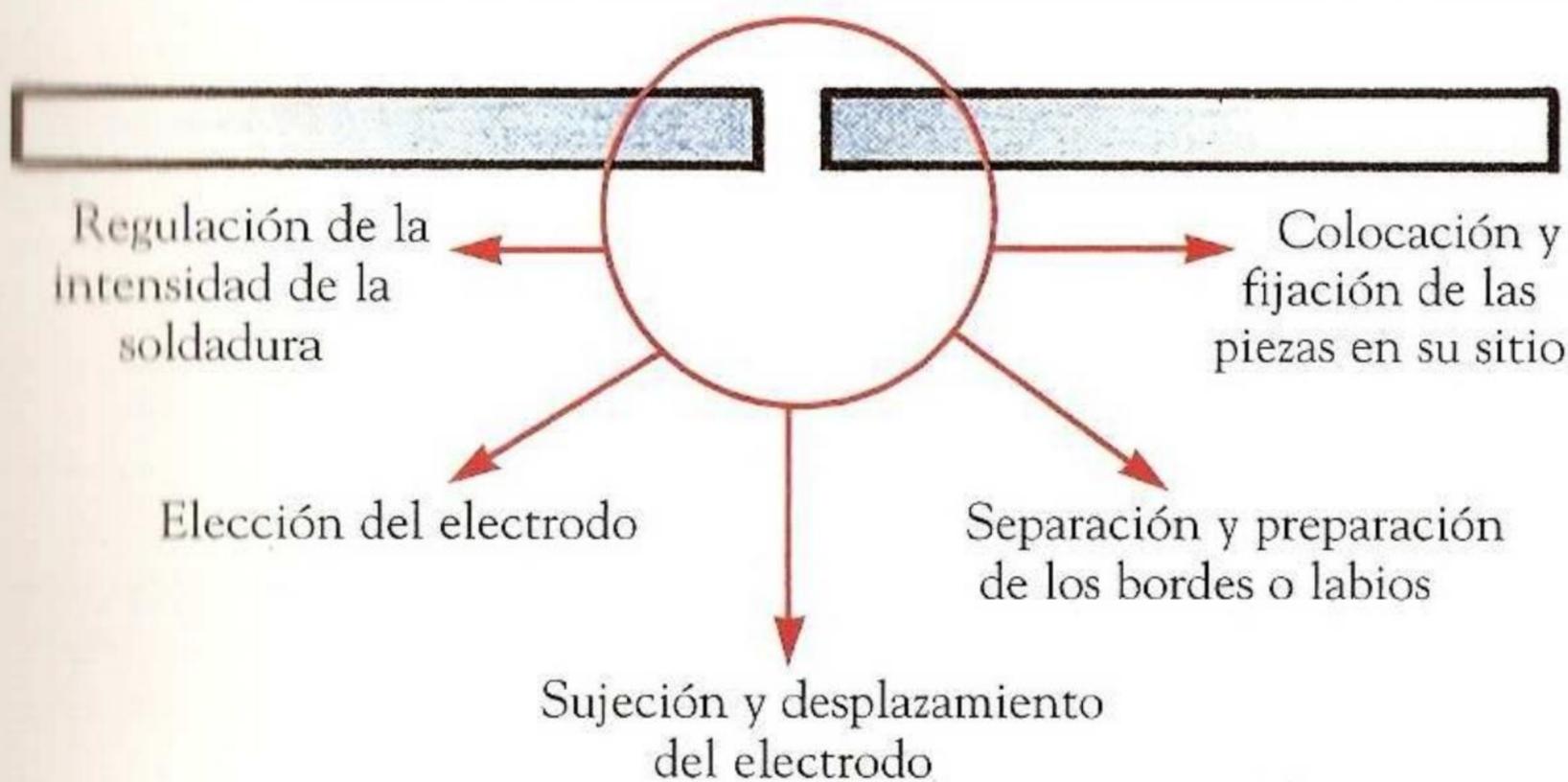
Debe hacerse frotando ligeramente.



Atención

La operación de cebado se hace con una pieza mártir y no en las piezas que se van a soldar, y menos aún en la pinza de masa.

REGLAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA SOLDADURA





AJUSTE DE LA INTENSIDAD

$D \times L =$	3,15 x 350 (mm)
	(-)
	45 V Min
I (A) MED: 120	I (A) MAX: 130
NF A 81-040 B 4	
SS (82) 062801 R=1	

En este caso, para un electrodo de $\varnothing 3,15$ mm el fabricante aconseja un ajuste medio de 120 A y una intensidad máxima de 130 A que nunca se ha de sobrepasar.

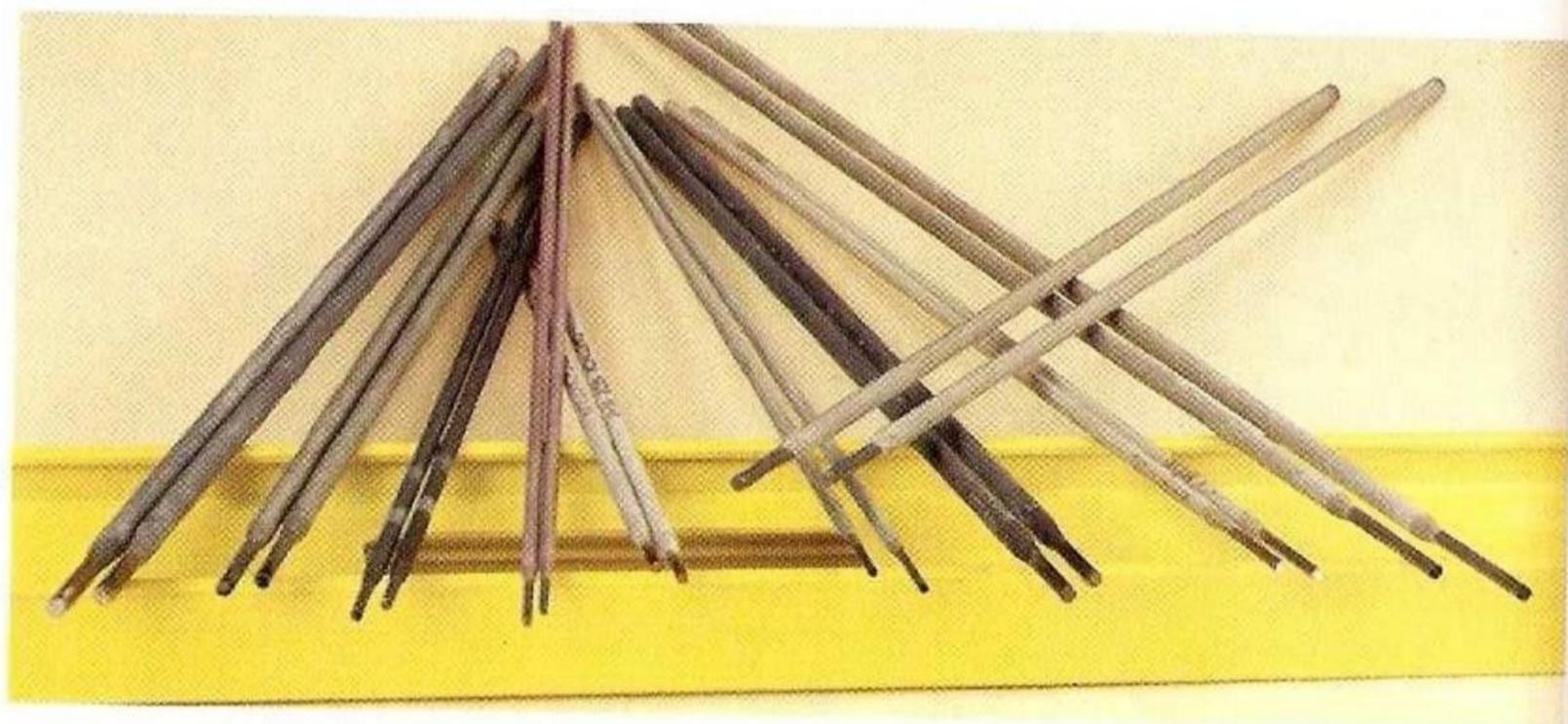
El ajuste de la intensidad se hace, sobre todo, en función del electrodo utilizado, pero también depende del espesor de las piezas a soldar, de la separación de los bordes y de la posición de las piezas. Todos los paquetes de electrodos incluyen unas instrucciones de uso donde cada fabricante indica el ajuste de las **intensidades media y máxima**, que no se deben sobrepasar.

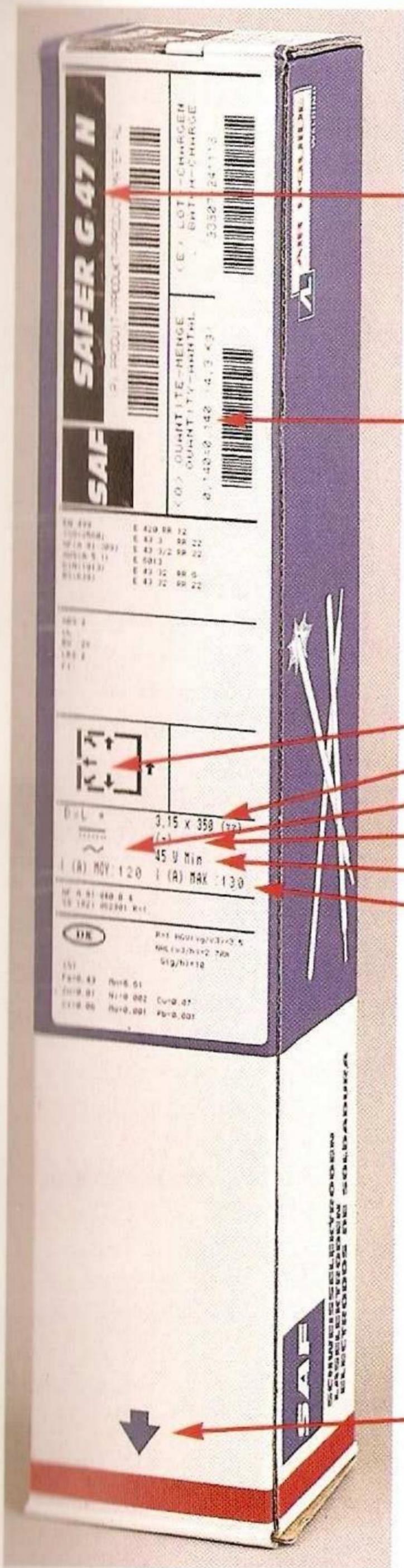
A cada tipo de electrodo le corresponde una **intensidad mínima** por debajo de la cual el arco se vuelve inestable, y una **intensidad máxima** por encima de la cual el electrodo se recalienta, se pone rojo y se deteriora, provocando numerosas proyecciones. Un buen ajuste ha de situarse necesariamente entre estos dos valores.

CÓMO LEER LA ETIQUETA DE UN PAQUETE DE ELECTRODOS

La gama de electrodos para soldar es muy amplia. En cada paquete se incluyen las instrucciones de uso del producto que se deben estudiar para obtener el mayor rendimiento posible y evitar un gasto inútil.

También puede pedir consejo a su proveedor. Si se trata de un especialista, poseerá conocimientos y una documentación más completa en cuanto al ámbito de aplicación del electrodo, y le podrá guiar en su elección teniendo en cuenta sus necesidades.





Marca comercial

Información comercial

Contenido

Normativas y certificaciones

Posiciones posibles de soldadura

Ø y longitud en mm

Naturaleza de las corrientes de soldadura utilizables

Polaridad del electrodo en corriente continua

Tensión de cebado mínima (U_0)

Intensidades de uso mínima y máxima

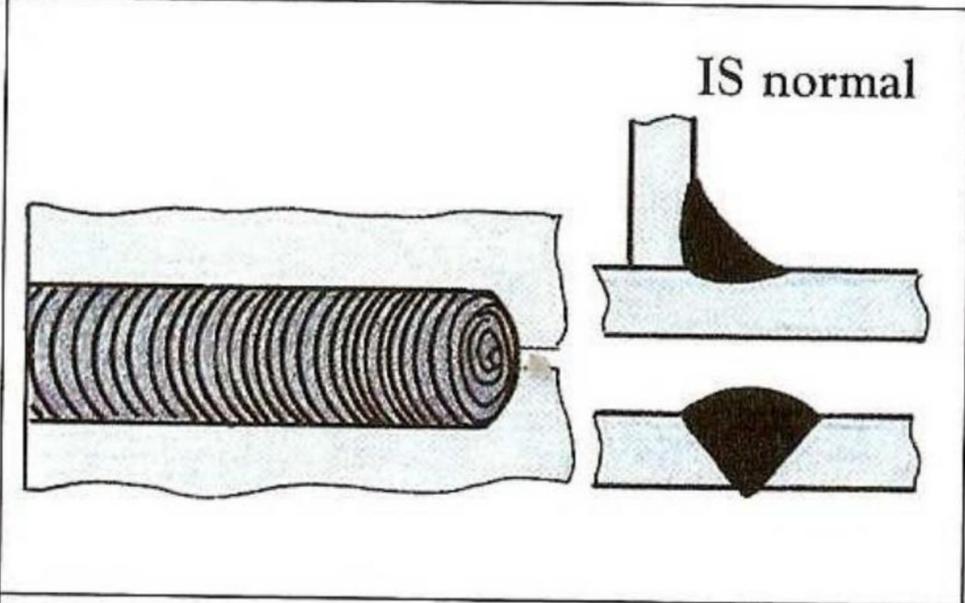
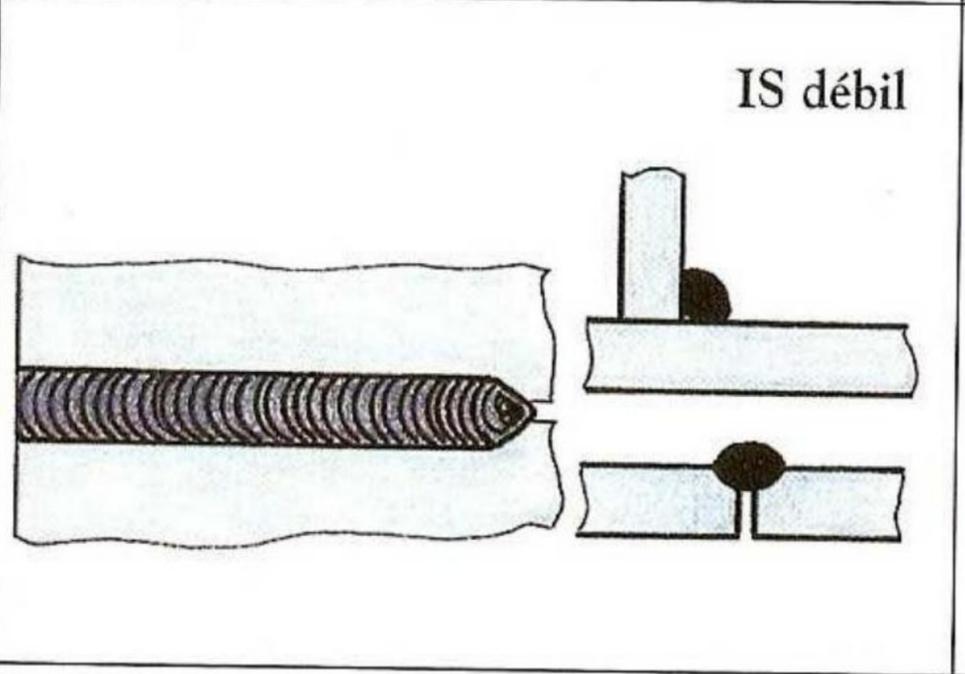
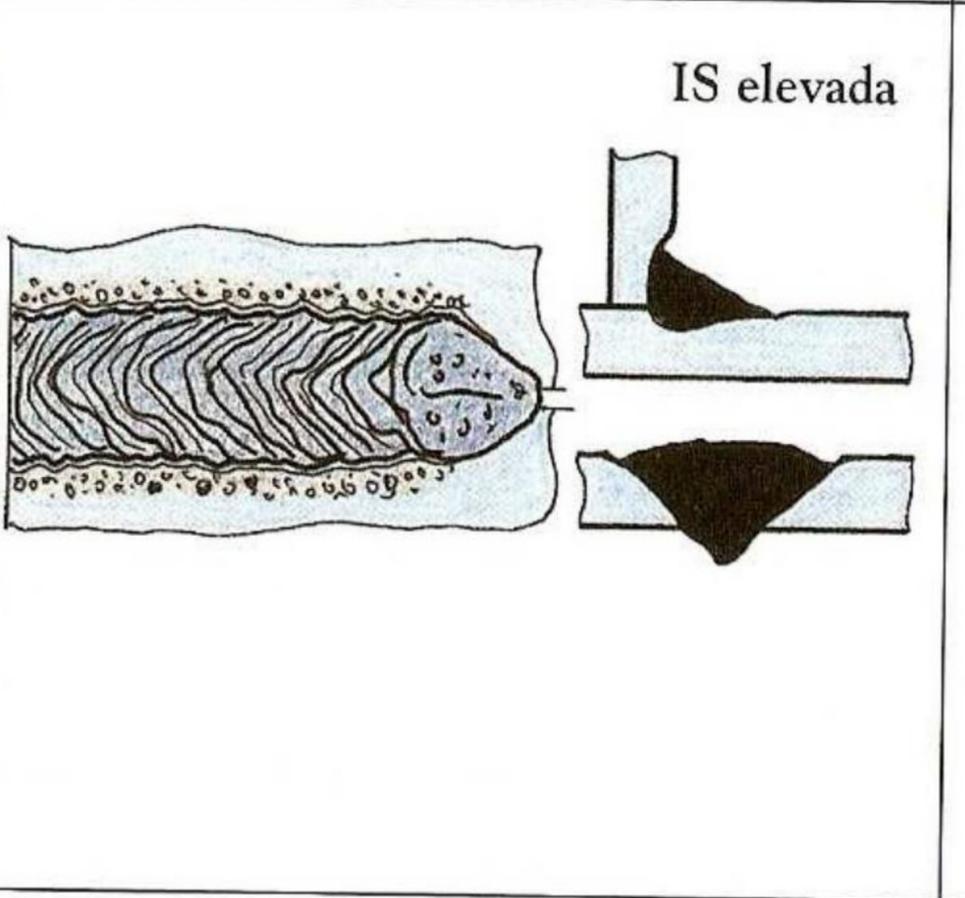
Clasificación y normas de seguridad

Flecha que muestra el lado de apertura del paquete



CÓMO IDENTIFICAR SI EL AJUSTE DE LA INTENSIDAD ES CORRECTO O INCORRECTO

Con una velocidad de avance normal, la variación de la intensidad de soldadura (IS) produce los siguientes efectos:

<p style="text-align: center;">IS normal</p> 	<ul style="list-style-type: none">- El cordón de soldadura es armonioso.- El aspecto es limpio y el humo, azulado.- La fusión es normal.- La penetración, buena.- El cráter, sano.
<p style="text-align: center;">IS débil</p> 	<ul style="list-style-type: none">- El cebado es delicado.- El cordón de soldadura es estrecho y abombado.- El aspecto es limpio y regular.- La fusión, blanda.- La penetración, débil.- El cráter, sano pero alargado.
<p style="text-align: center;">IS elevada</p> 	<ul style="list-style-type: none">- El cordón de soldadura es ancho, plano y deforme.- El aspecto, sucio e irregular con proyecciones y humo marrón.- La fusión es demasiado fuerte.- La penetración, excesiva.- El cráter es profundo, puede presentar coqueas y poros.- Riesgo de que se produzcan canales. *

* Véase glosario.



Con un poco de experiencia es relativamente fácil detectar cuándo el ajuste de la intensidad de soldadura no es el adecuado.

Una observación metódica del cordón durante la realización de la soldadura y después de terminarla, permite corregirla y afinar el ajuste.

El cuadro de la página 18 le permitirá, por comparación, efectuar estas correcciones, pues tanto la calidad del equipo como la alimentación son factores que influyen a la hora de realizar el trabajo.

VALORES DE LA INTENSIDAD DE SOLDADURA (válidos para soldar acero ordinario en plano)

El arte de soldar consiste, básicamente, en buscar un buen ajuste de la intensidad de soldadura.

Los valores que se facilitan son meramente indicativos. Antes que nada, siempre se han de buscar los valores señalados por el fabricante en la etiqueta del paquete de electrodos.

Ø del electrodo en mm	IS media	IS máxima
Ø 1,6	30 A	35 A
Ø 2	50 A	55 A
Ø 2,5	70 A	75 A
Ø 3,15	105 A	115 A
Ø 4	150 A	160 A

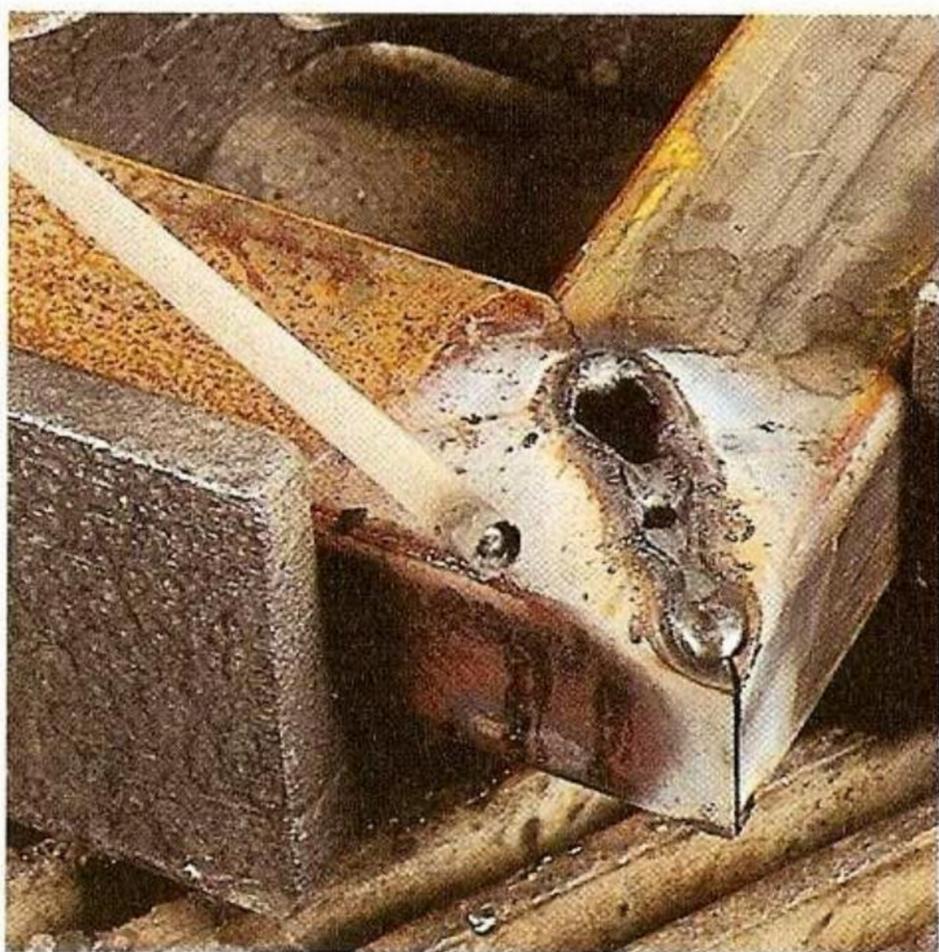
ELECCIÓN DEL DIÁMETRO DEL ELECTRODO

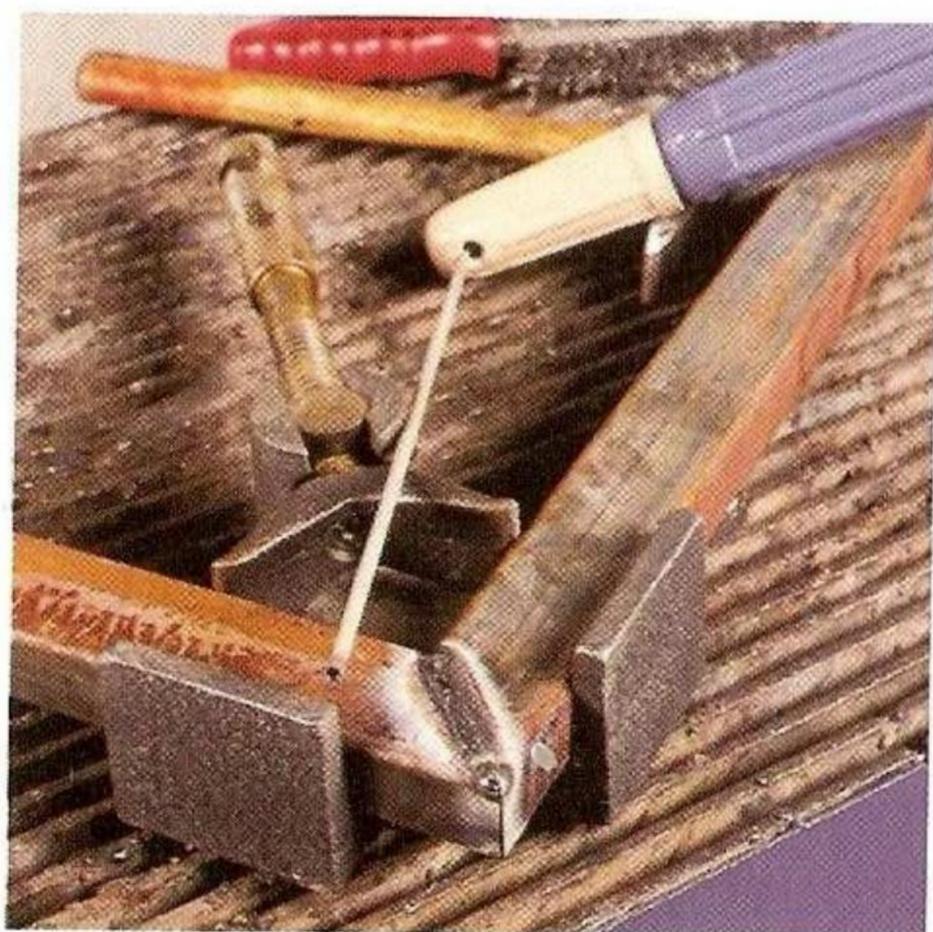
Algunos ensayos y el estudio de las instrucciones de uso incluidas en el paquete permiten comprender la importancia de elegir correctamente el electrodo.

PRIMER ENSAYO

Si se intenta soldar con un electrodo de 3,15 mm de diámetro y una intensidad de soldadura normal de 110 A en una chapa de 2 mm de espesor, la soldadura se hunde y el arco perfora la chapa.

La pieza se funde más rápidamente que el electrodo. Tanto el diámetro del electrodo como la intensidad no son adecuados.





Notable mejora de la soldadura; tanto el electrodo como la intensidad son los adecuados.

SEGUNDO ENSAYO

Si se repite la experiencia con un electrodo de 2 mm de diámetro y una intensidad de soldadura normal de 55 A, se puede comprobar que la soldadura se puede hacer y la penetración es de unos 2 mm.

– Como conclusión podemos enunciar la siguiente regla:

Regla

El diámetro del electrodo ha de ser inferior, o como máximo igual, al espesor de las piezas que se van a soldar.

Los electrodos también se distinguen por la naturaleza del revestimiento.

Ejemplo:

- Electrodo de rutilo
- Electrodo rutilobásico
- Electrodo básico
- Electrodo celulósico.

Así como por el grosor de este revestimiento.

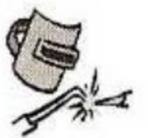
Ejemplo:

- Revestimiento fino
- Revestimiento semifino
- Revestimiento grueso.

Advertencia

El extremo desnudo de los electrodos lleva una marca de color. Se trata de una marca correspondiente al matiz del acero que compone el alma del electrodo.

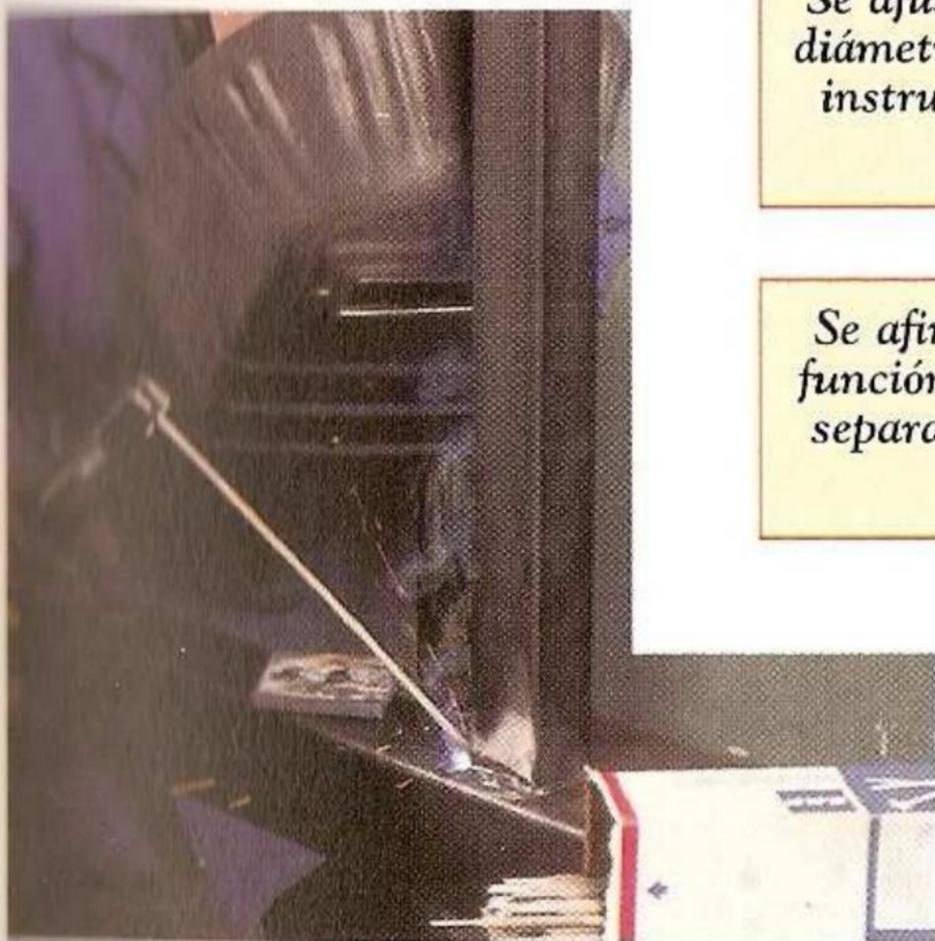
Elija un electrodo **rutilobásico**, ya que presenta mayor flexibilidad de uso en cualquier posición y sólo requiere una tensión de cebado en vacío muy baja (45 V); además, con un revestimiento semifino se puede realizar la soldadura «automático-manual», de la que hablaremos en el próximo capítulo (página 30).



Espesor e en mm	Ø 1,6 mm	Ø 2 mm	Ø 2,5 mm	Ø 3,15 mm	Ø 4 mm
1	25 A	zona no utilizable			
2	30 A				
3	—	55 A	70 A	95 A	
4	—	—	75 A	105 A	140 A
5	—	—	—	115 A	150 A
6	—	—	—	—	150 A
8	—	—	—	—	160 A
10	—	—	—	—	160 A

Nota

Los electrodos se han de preservar de la humedad y los golpes, guardándolos, por ejemplo, cerca de la calefacción. Si los electrodos están húmedos, se pueden introducir en el horno a 100 °C durante una o dos horas.



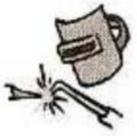
Resumen

Se mide el espesor de las piezas que se van a soldar.

Se elige un electrodo de diámetro inferior o igual a este espesor.

Se ajusta la intensidad en función del diámetro del electrodo, consultando las instrucciones de uso que se incluyen en el paquete.

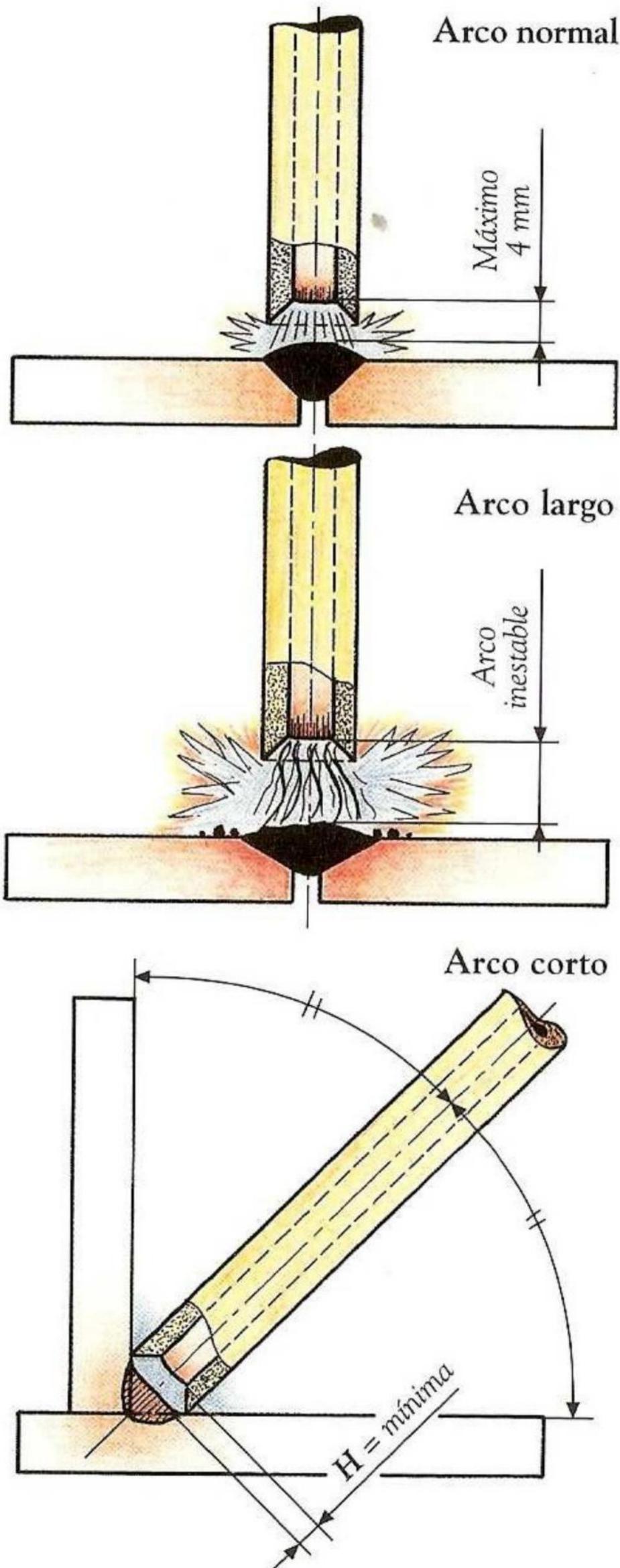
Se afina el ajuste de la intensidad en función de la masa de las piezas, de la separación de los bordes y del método de soldadura empleado.



CONTROL DEL ELECTRODO

ALTURA DEL ARCO

La altura del arco es un factor determinante para que la soldadura sea correcta. Se debe controlar en todo momento.



Equivale aproximadamente al diámetro nominal.

– El arco es estable, crepita al avanzar. Se ve un resplandor que impide que se vea realmente el arco.

– El arco es inestable, el ruido es sordo. Se distingue el arco como si fuera una llama. Es turbulento.

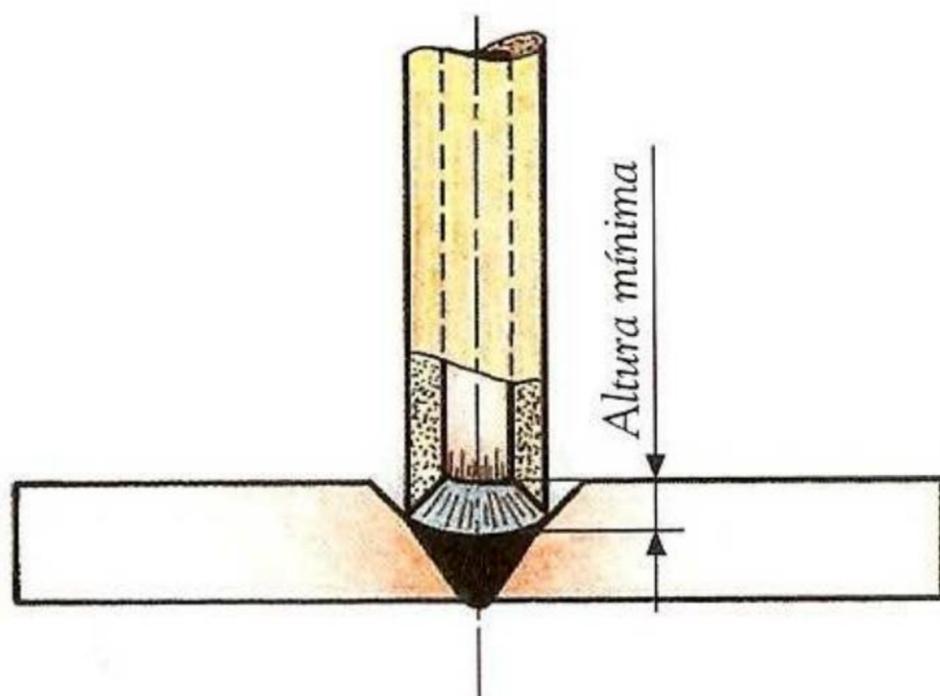
Atención

Un arco demasiado largo es malo para la soldadura.

– El electrodo se mantiene en contacto con la pieza. El arco es mínimo; es la profundidad del cráter la que determina la altura del arco.



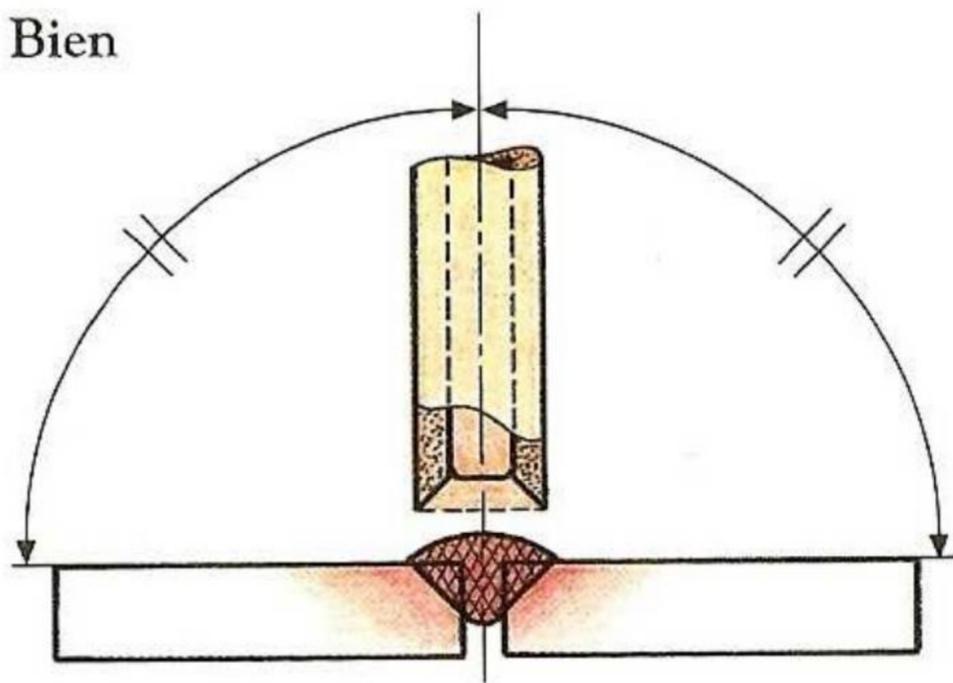
= La técnica del arco corto se utiliza, sobre todo, para la soldadura de ángulos internos o como pasada de fondo en chaflanes.



REGLA N.º 1: ORIENTACIÓN DEL ELECTRODO

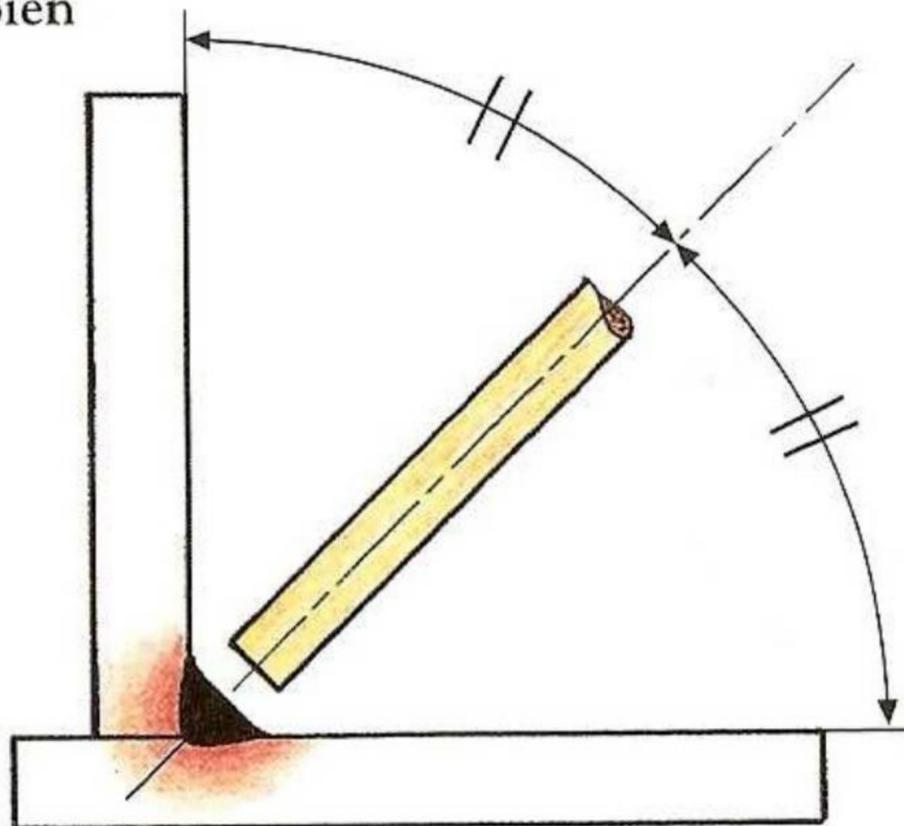
= La primera regla consiste en repartir bien el calor del arco en las piezas que se van a soldar; para ello, el electrodo se ha de situar en la bisectriz del ángulo que forman dichas piezas.

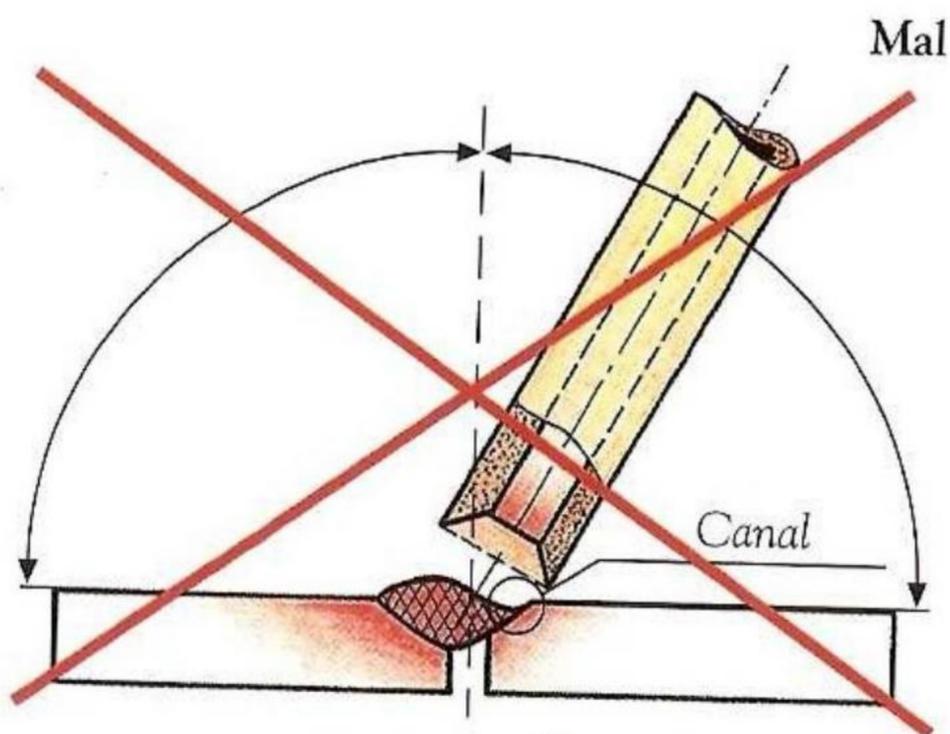
Bien



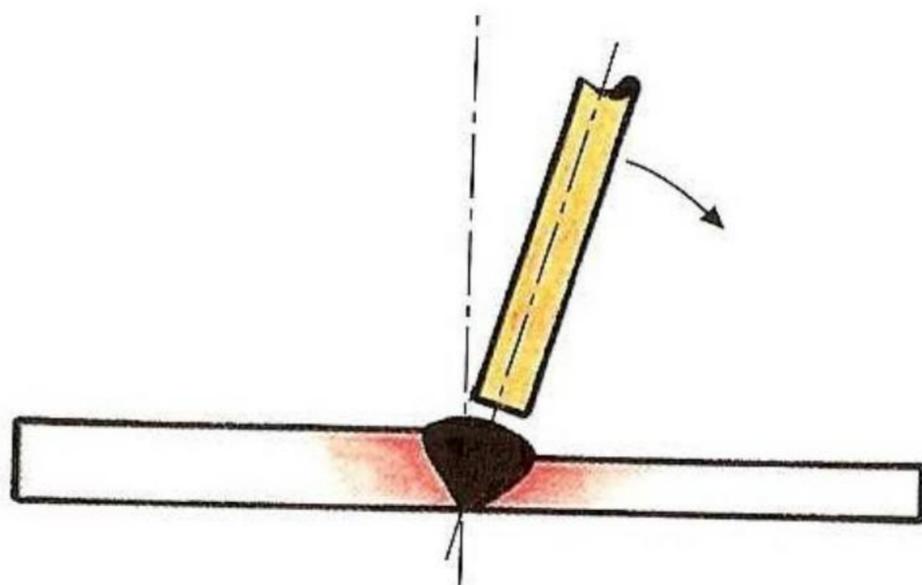
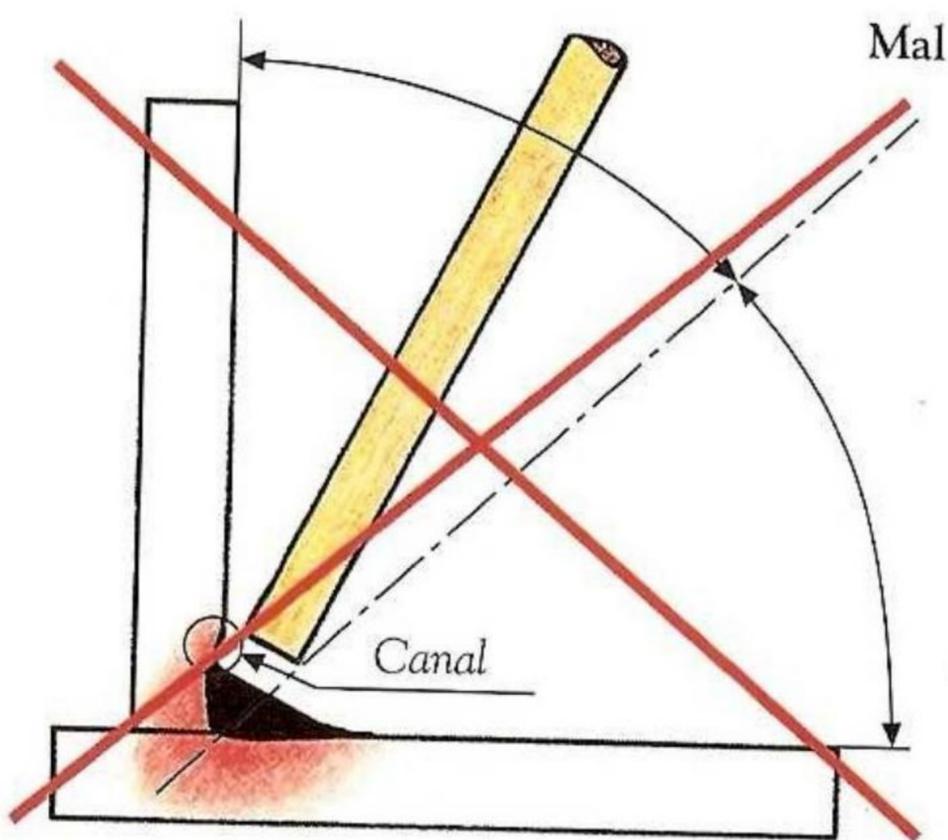
= El calor se reparte bien, la fusión es equilibrada, el cordón también.

Bien

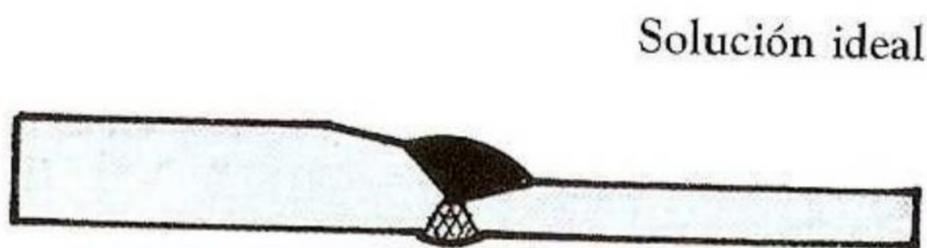




– El calor se reparte mal, la fusión y el cordón no están equilibrados, hay peligro de que se formen canales. *



Excepción
– Cuando las piezas que se vayan a unir tengan espesores diferentes, el electrodo se deberá orientar de forma que se facilite la fusión de la pieza mayor.



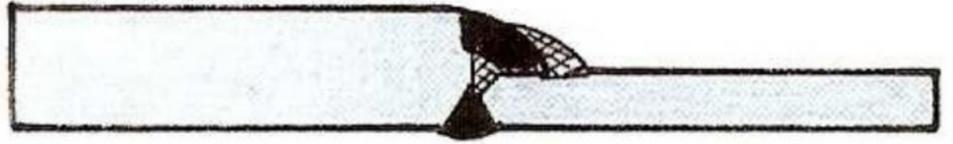
– Solución ideal, aunque conlleva una gran pérdida de tiempo, pues se tiene que rebajar la pieza de mayor espesor.

* Véase glosario.



= Solución aceptable que implica menos trabajo de preparación, pero más soldadura.

Solución aceptable

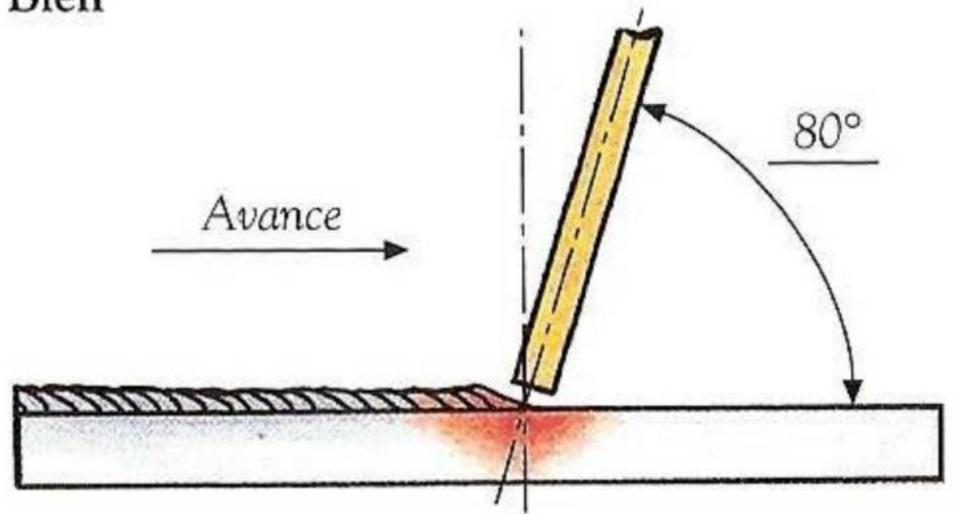


REGLA N.º 2: INCLINACIÓN DEL ELECTRODO

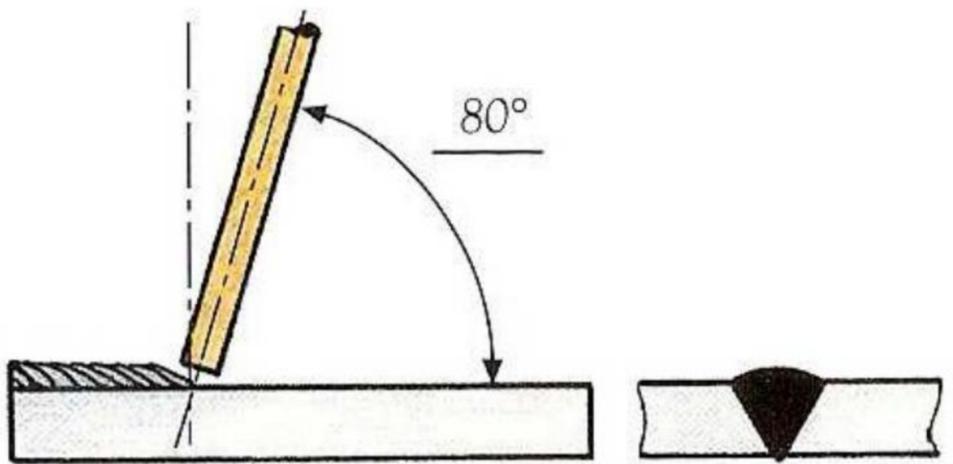
= La inclinación del electrodo facilita su avance y permite mantener la escoria* (revestimiento fundido) por detrás, cubriendo el metal que se deposita.

= El electrodo se ha de inclinar entre 60° y 80° en relación al sentido de avance.

Bien

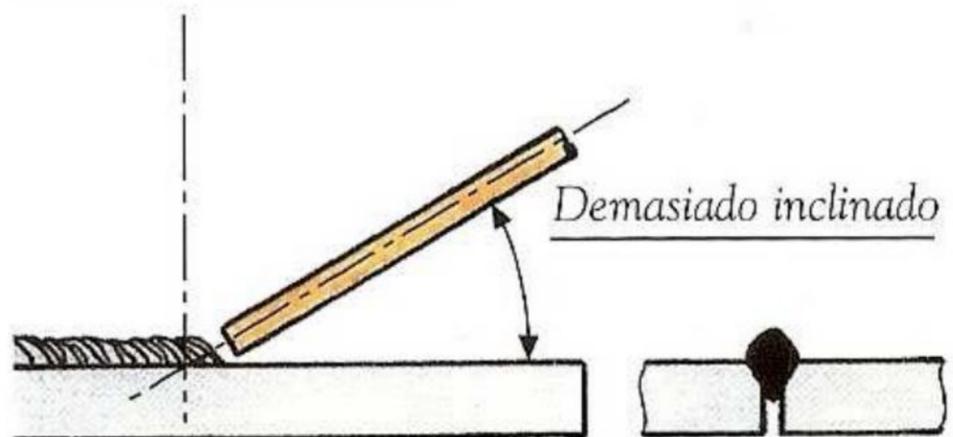


Bien



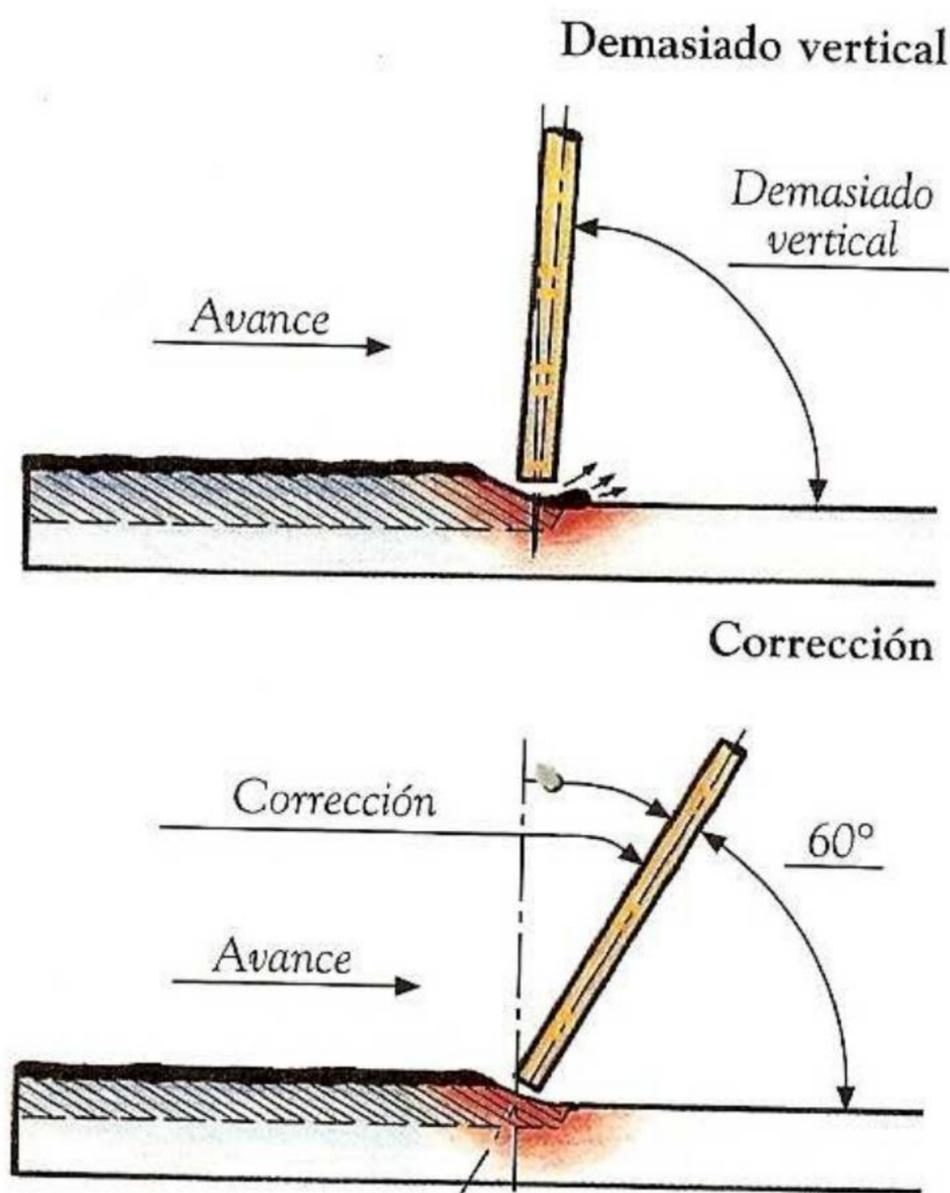
= Por otra parte, la inclinación del electrodo influye en la forma y penetración del cordón.

Demasiado inclinado



= Si el electrodo se mantiene demasiado inclinado, el cordón es estrecho, puntiagudo y penetra poco.

* Véase glosario.



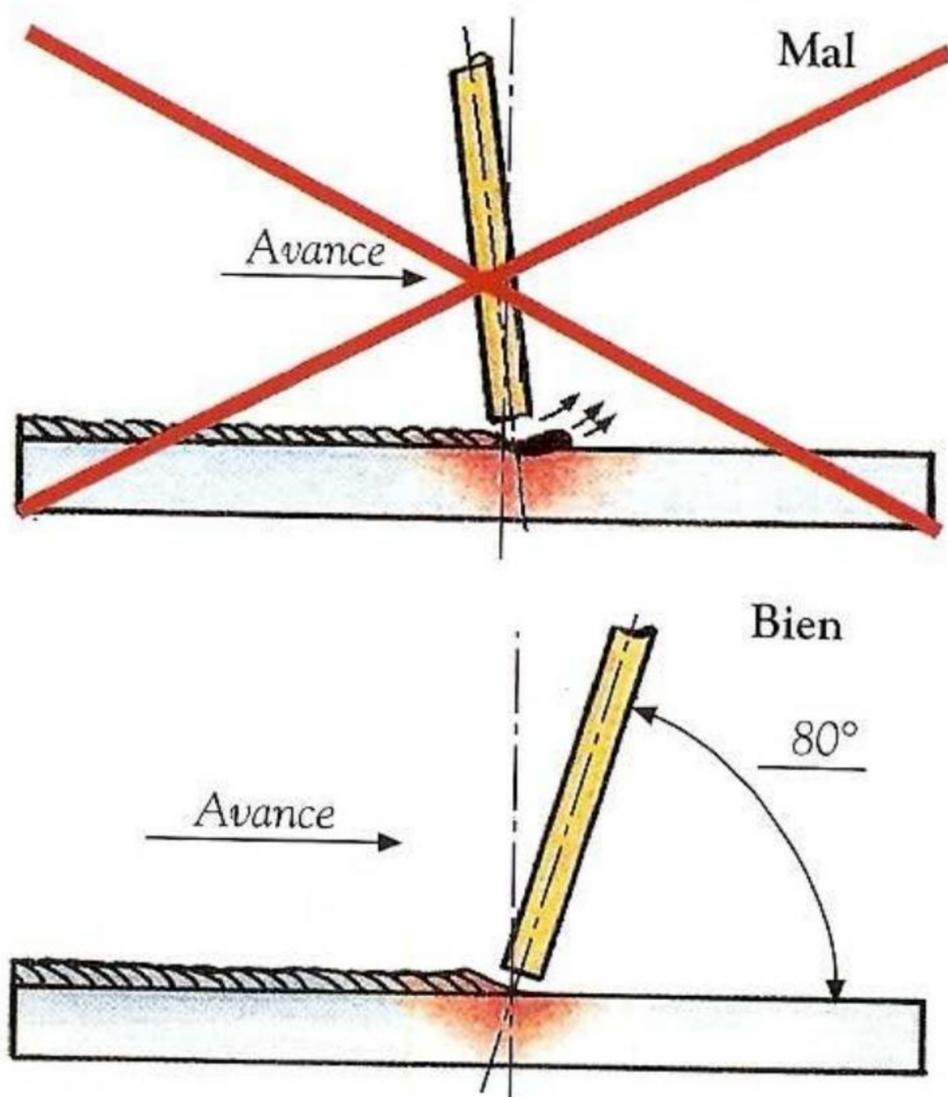
Advertencia

En ningún momento la escoria * deberá adelantarse al cordón de soldadura. Si esto ocurriera, se puede poner remedio modificando la inclinación del electrodo.

La noción de inclinación es intuitiva. Deberá ser el soldador quien, gracias a su experiencia, sepa qué inclinación es la más correcta, teniendo en cuenta que cuanto mayor sea, menor será la penetración.

Más adelante, al estudiar la soldadura de un ángulo interno, veremos que puede llegar a ser de 45° o 50°, pero nunca menos.

SENTIDO Y DESPLAZAMIENTO DEL ELECTRODO

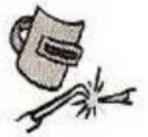


En los párrafos anteriores, hemos visto que el electrodo se mantiene inclinado en relación al sentido de avance. Estos dos conceptos, inclinación y sentido de avance, están íntimamente ligados.

– Si se empuja el electrodo, la escoria * adelanta al cordón de soldadura introduciéndose en la junta y obstruyéndola.

– El cordón de soldadura tiene que ir alargándose.

* Véase glosario.



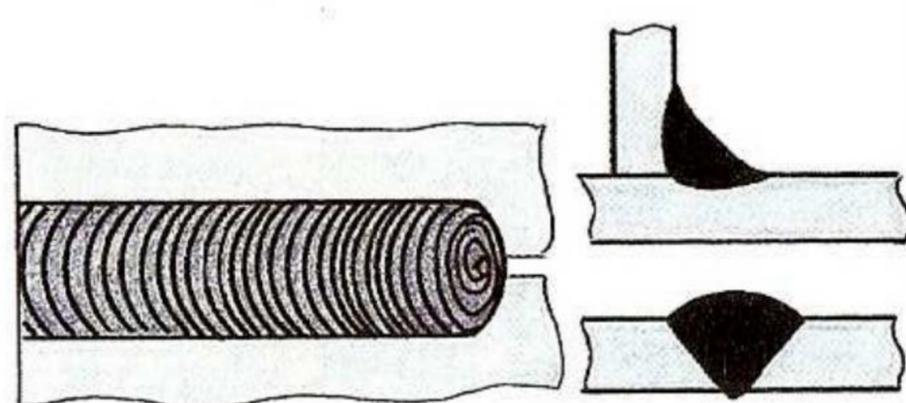
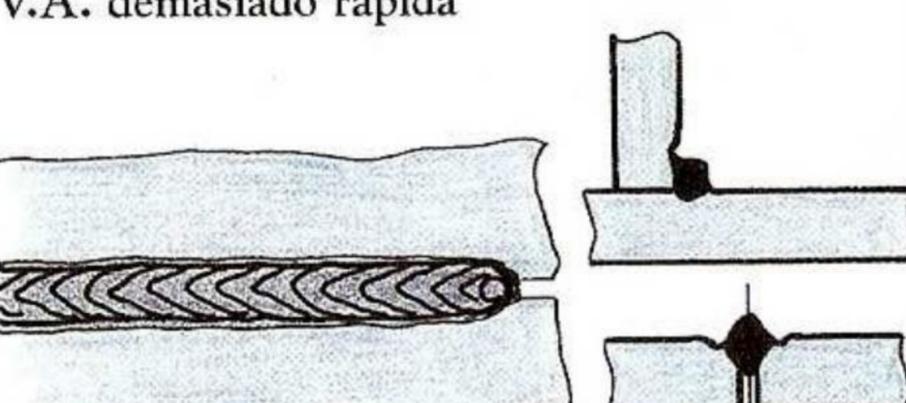
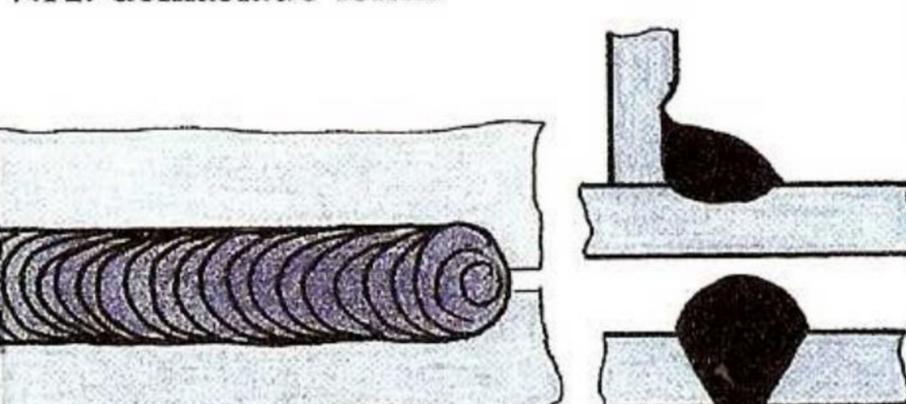
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL ELECTRODO: AVANCE

La noción de velocidad es muy importante y condiciona en gran medida la calidad y el acabado del cordón de soldadura.

Regla

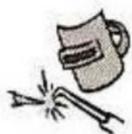
El soldador aplicará un avance regular y controlará su velocidad observando la forma y anchura del cordón.

Para una intensidad normal, la variación de la velocidad de avance (V.A.) provoca los siguientes efectos:

<ul style="list-style-type: none"> = El cordón es armonioso y su anchura equivale a la de dos electrodos. = La penetración es buena. = El cráter es sano. 	<p>V.A. normal</p> 
<ul style="list-style-type: none"> = El cordón es estrecho y puntiagudo. = El aspecto es irregular y acanalado. = El cráter es alargado. 	<p>V.A. demasiado rápida</p> 
<ul style="list-style-type: none"> = El cordón es muy abombado. = Corre el riesgo de quedarse pegado. = La penetración es demasiado profunda, con riesgo de goteo. = El cráter es profundo. 	<p>V.A. demasiado lenta</p> 

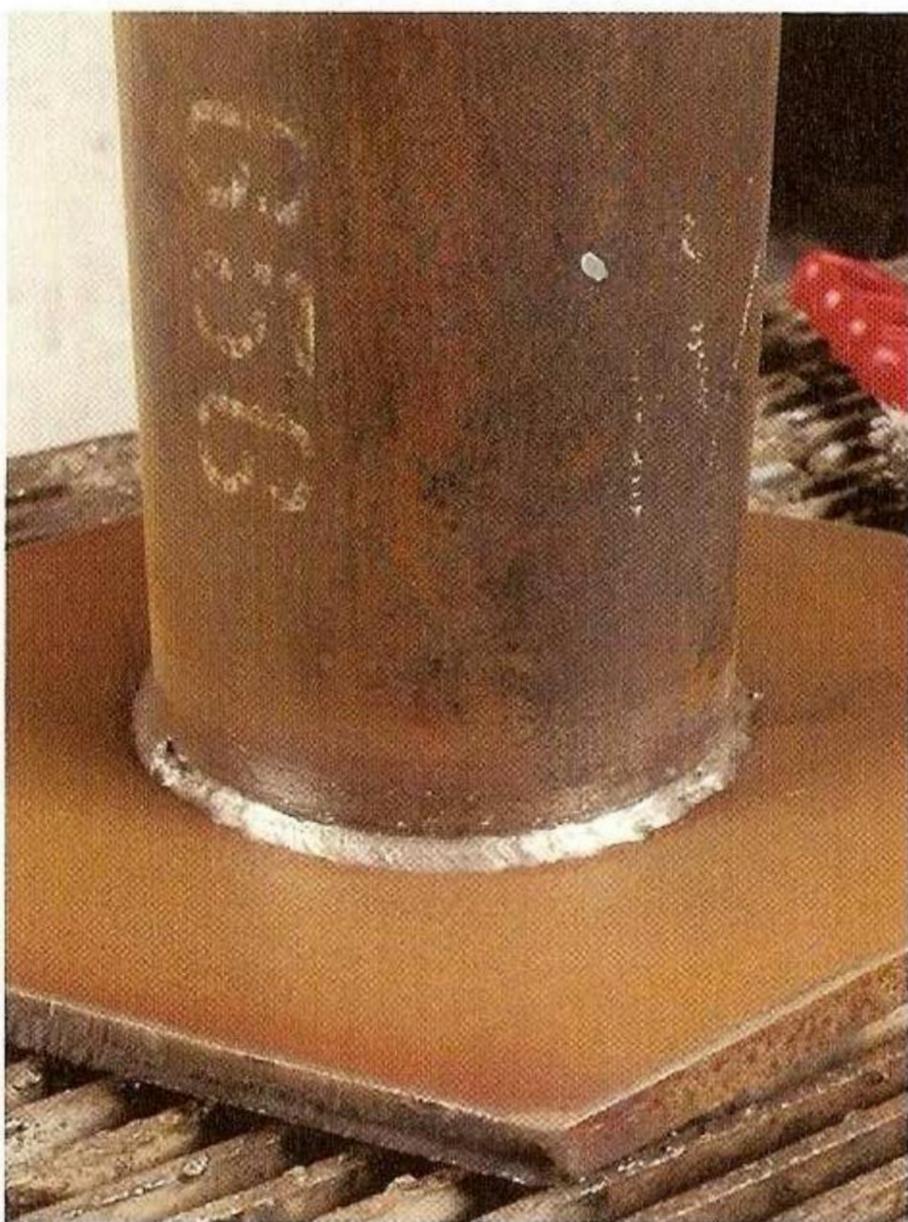
Conclusión

Soldar requiere ciertos conocimientos básicos. Cuando acabe una soldadura, analízela detenidamente tomando como referencia las reglas del cuadro anterior. De esta forma progresará con rapidez.

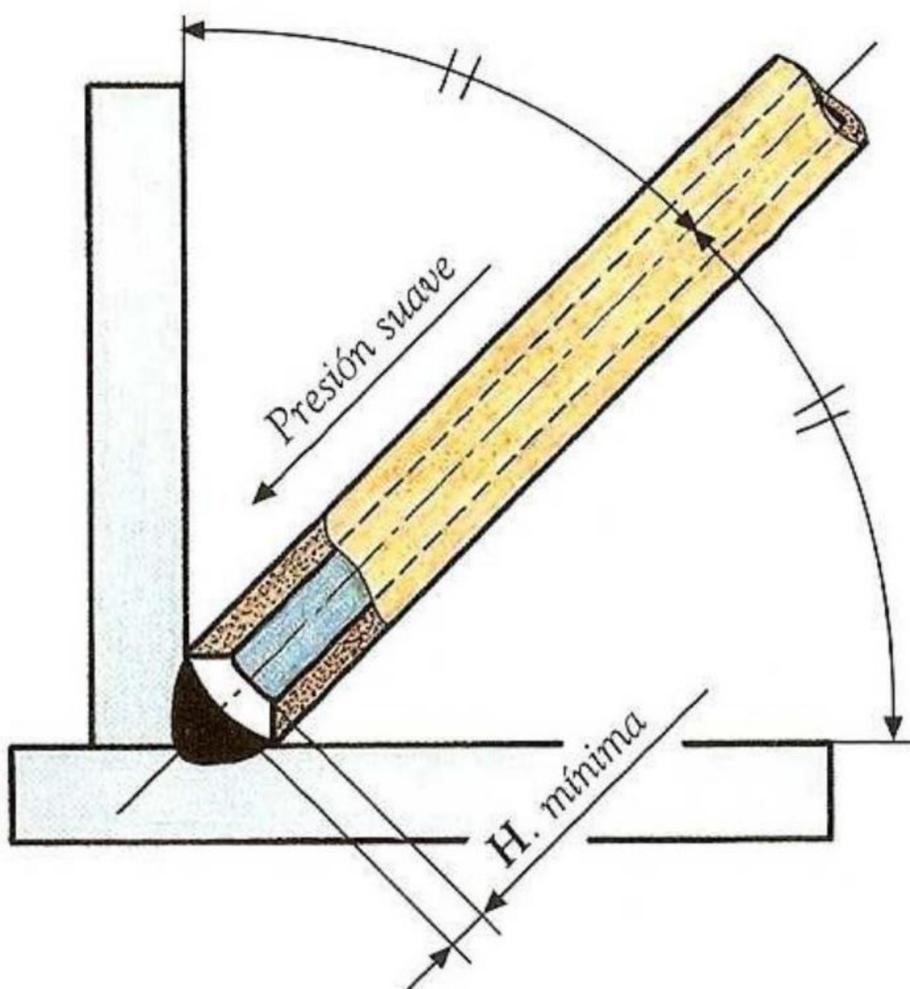


SOLDADURA EN ÁNGULO INTERNO DENOMINADA «AUTOMÁTICO-MANUAL»

Este tipo de cordón es un poco más delicado de hacer, pero los resultados son buenos, siempre y cuando se respeten escrupulosamente las reglas de realización.



– Esta soldadura se denomina así, porque los dos parámetros que normalmente se han de controlar se obtienen de forma automática.



Orientación invariable

– El electrodo se ha de situar en la bisectriz del ángulo que forman las piezas a unir.

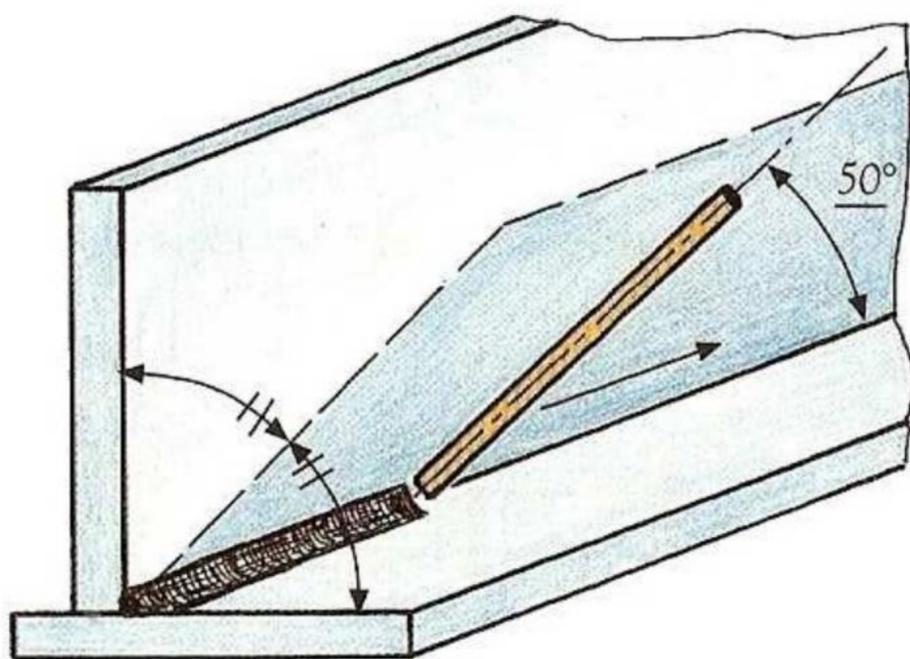
Altura del arco: se obtiene de forma automática

– El electrodo está en contacto con las piezas. Es la profundidad del cráter la que proporciona automáticamente la altura del arco.

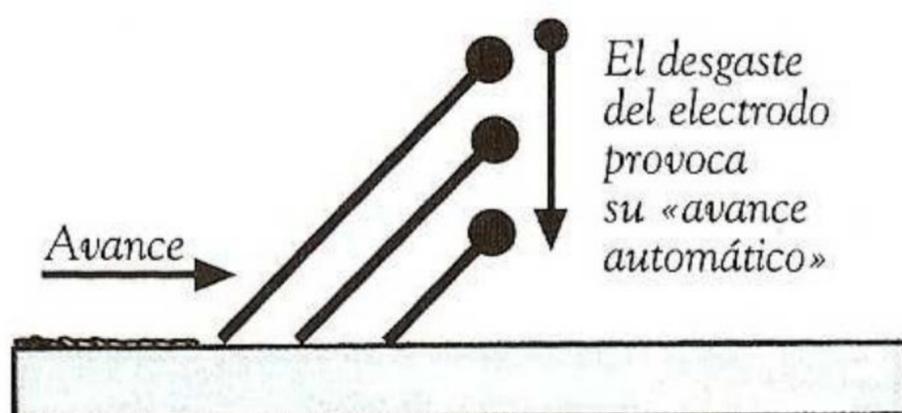


Inclinación de 50° a 60°

– Más pronunciada que en plano, su misión sigue siendo mantener la escoria * por detrás de la soldadura. El soldador adaptará la inclinación a las circunstancias. Una variación de 10° puede parecer escasa, pero a veces es muy importante.



– Además, una inclinación de 50° a 60° combinada con el desgaste del electrodo conlleva un **avance automático** (segundo parámetro) correspondiente a una anchura de cordón de soldadura igual al diámetro del electrodo.



Ajuste de la intensidad

Este método de trabajo necesita más intensidad. La intensidad de soldadura normalmente utilizada en plano se incrementará un 10%.

Resumen

El electrodo se **situará** exactamente en la bisectriz del ángulo formado por las piezas que se han de soldar.

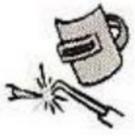
Inclinar el electrodo entre 50° y 60° con relación a la línea de soldadura.

Se elegirá un **arco corto**, el electrodo se mantiene en contacto con las piezas.

Se ejercerá una **pequeña presión** sobre el electrodo tirando ligeramente de él.

La **intensidad** se incrementa un **10%** con relación a la utilizada normalmente.

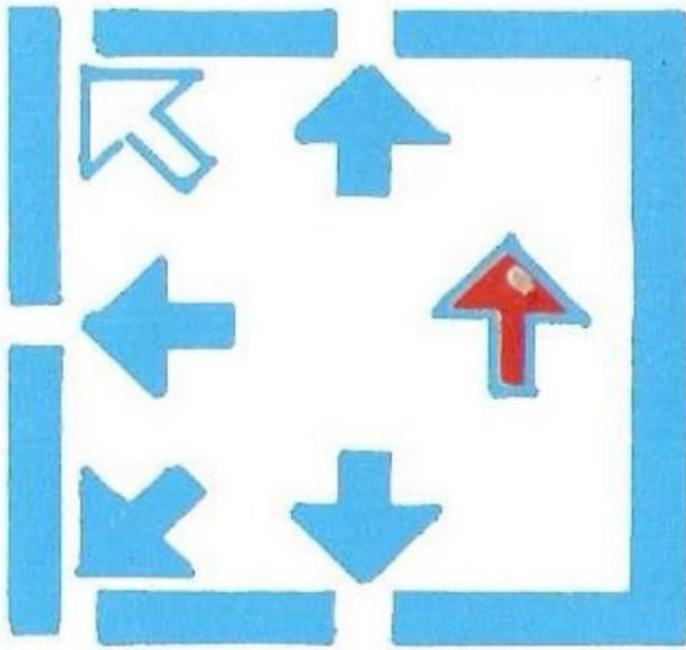
* Véase glosario.



SOLDADURA VERTICAL ASCENDENTE

Durante la soldadura, y dada su posición, el metal líquido y la escoria * tienden a deslizarse hacia abajo.

Para evitar que esto ocurra, se han de modificar determinados parámetros básicos:



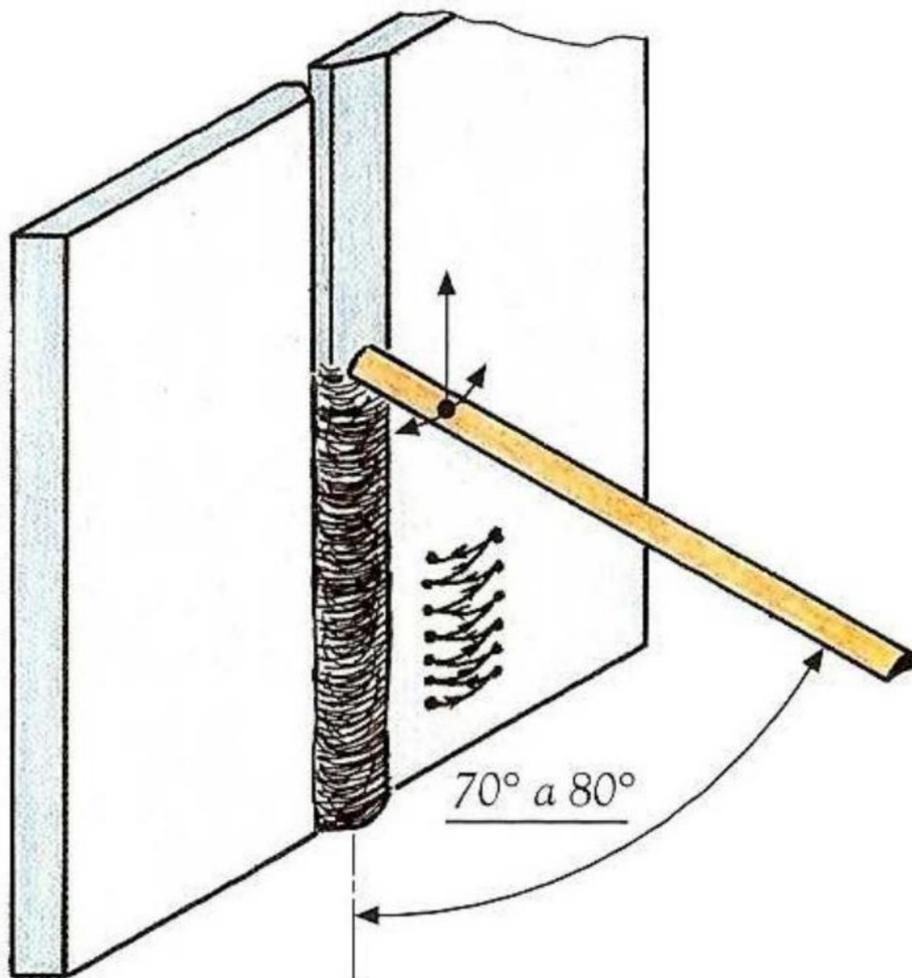
– Se elige un tipo de electrodo que permita realizar la soldadura vertical ascendente.

– Se disminuye la intensidad de soldadura entre un 10 y un 20% con relación a la soldadura en plano.

– El electrodo se inclina entre 70° y 80° . Es el único caso en el que se puede empujar el electrodo.

– Se adopta un movimiento de balanceo. Cada pasada sirve de apoyo a la siguiente permitiendo el «apilado» del metal líquido.

– Es preferible dar varias pasadas en lugar de una sola, limpiando perfectamente entre una y otra.



* Véase glosario.



SOLDADURA VERTICAL DESCENDENTE

En este caso, la masa de metal también es arrastrada hacia abajo y la escoria tiende a adelantarse al caldo de fusión.

Se han de adoptar las siguientes medidas:

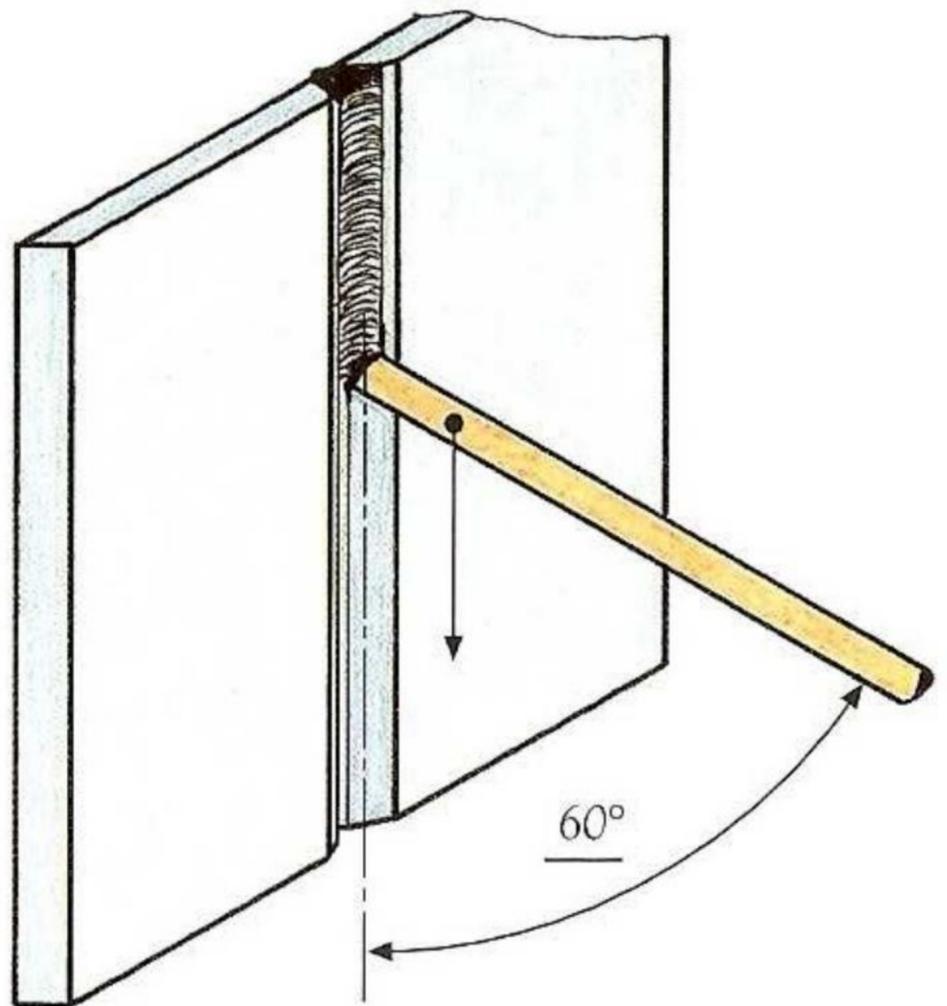
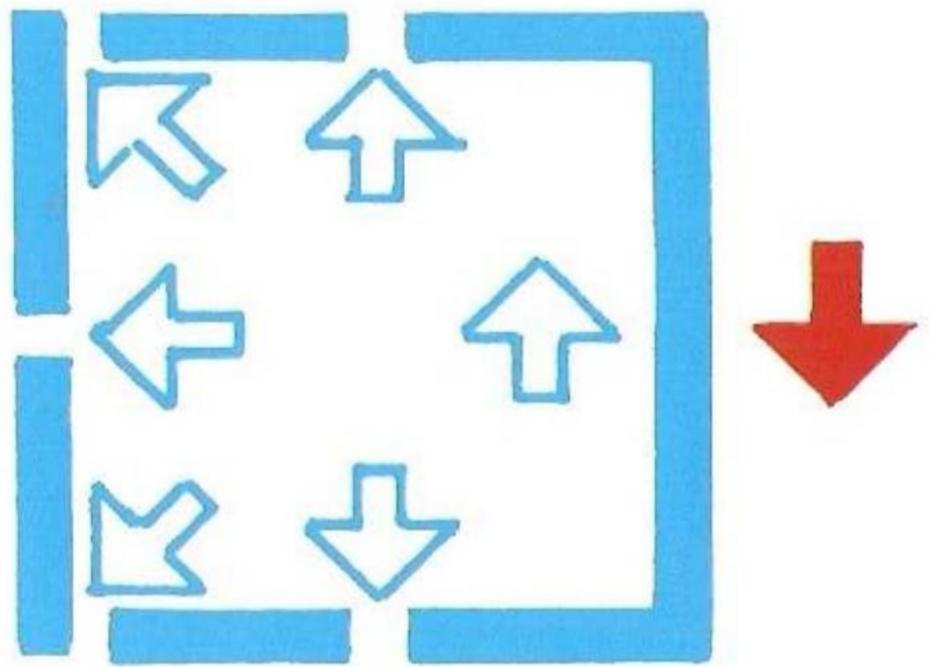
- Es imprescindible elegir un electrodo que permita efectuar una soldadura vertical descendente (revestimiento fino y especial).

- El electrodo se mantiene en la misma posición que cuando se suelda en plano.

- Se adopta una velocidad de avance rápida para que no se adelante la escoria.

- Se incrementa la intensidad de soldadura un 10% en relación a la soldadura en plano para facilitar la fusión de las piezas y la penetración.

Viendo los últimos ejemplos, nos damos cuenta de que una vez asimiladas las reglas y las técnicas de la soldadura en plano, la aplicación y modificación de los parámetros que la rigen para ajustarse a los otros tipos de juntas soldadas es simplemente una cuestión de sentido común.

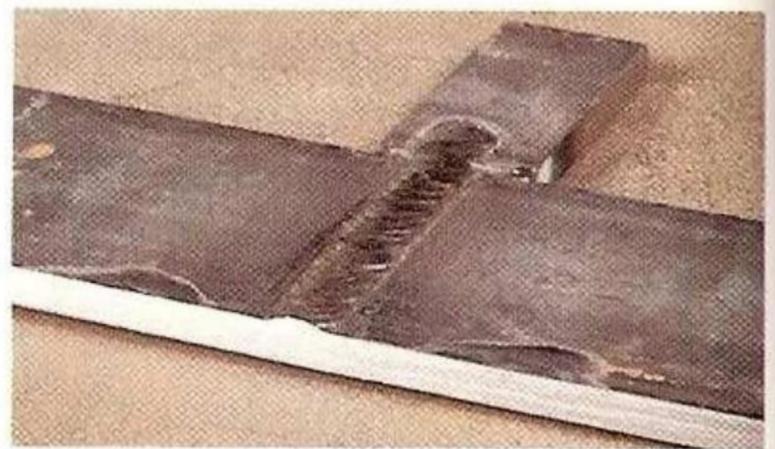
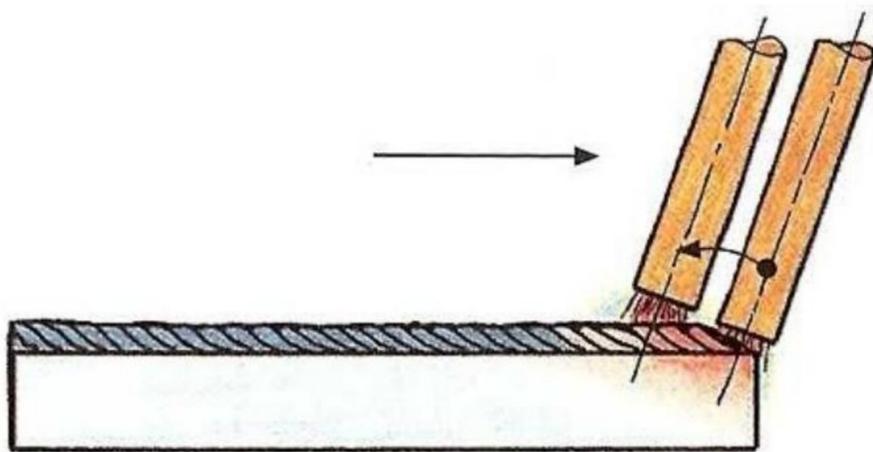
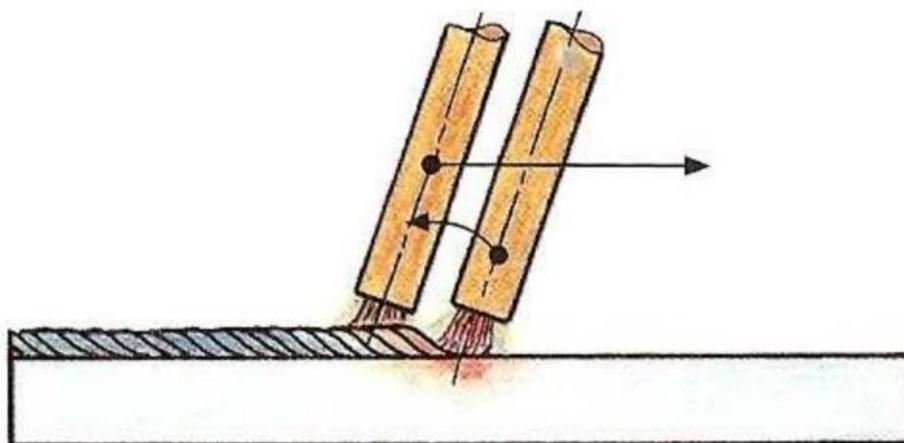
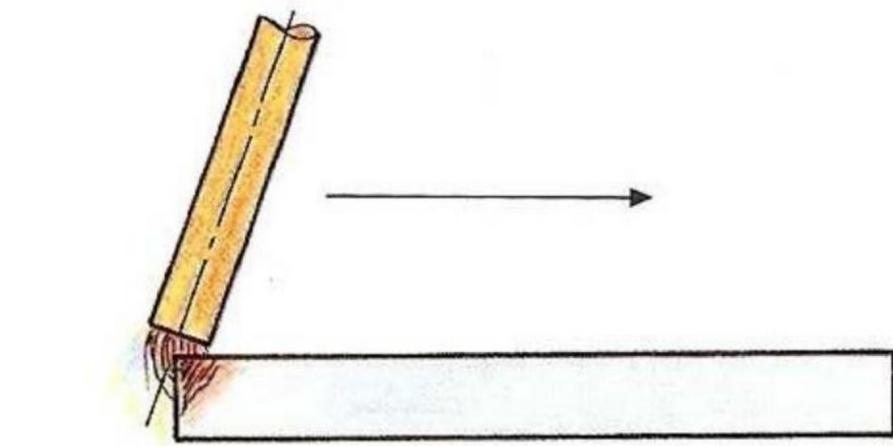


Advertencia

A pesar de su buen aspecto, la resistencia mecánica de estas soldaduras es inferior a la resistencia de las que se realizan en sentido ascendente.



TRUCOS



Inicio del cordón

– Se arranca el cordón fuera de la pieza marcando un tiempo de parada con un arco más bien largo.

Retomar un cordón

– Al retomar el cordón para cambiar el electrodo, se deberá limpiar minuciosamente, picando o cepillando, el final de la soldadura anterior.

– Se ceba por debajo y se va hacia arriba utilizando un arco más bien largo; a continuación, se vuelve a avanzar en el sentido de la soldadura con un arco normal.

Final del cordón

– La soldadura no debe pararse de golpe. Hay que alimentar el final del cordón volviendo unos milímetros hacia atrás y levantando suavemente el electrodo. Esta operación permite que el cráter del cordón se cierre.

Advertencia

También se puede empezar y terminar el cordón en un retal metálico que actúa como mártir y que después se elimina.



SEGURIDAD E HIGIENE EN LA SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO

Soldar con arco no resulta peligroso, siempre que se tengan en cuenta algunos riesgos particulares de esta actividad y se adopten unas medidas de seguridad e higiene elementales.

PREVENCIÓN CONTRA EL PELIGRO DE RADIACIÓN

La prevención del riesgo atiende en primer lugar a la protección del rostro y los ojos.

El arco eléctrico emite principalmente rayos ultravioleta e infrarrojos que son nocivos para los ojos, pero también pueden producir quemaduras en la piel; por lo tanto, es fundamental protegerse el rostro con una pantalla equipada con un vidrio especial que actúa como filtro.

El resto del cuerpo también debe protegerse eficazmente.



1. Pantalla clásica.
2. Pantalla con visor de cristal líquido (deja las manos libres).
3. Pantalla de protección contra fragmentos proyectados.

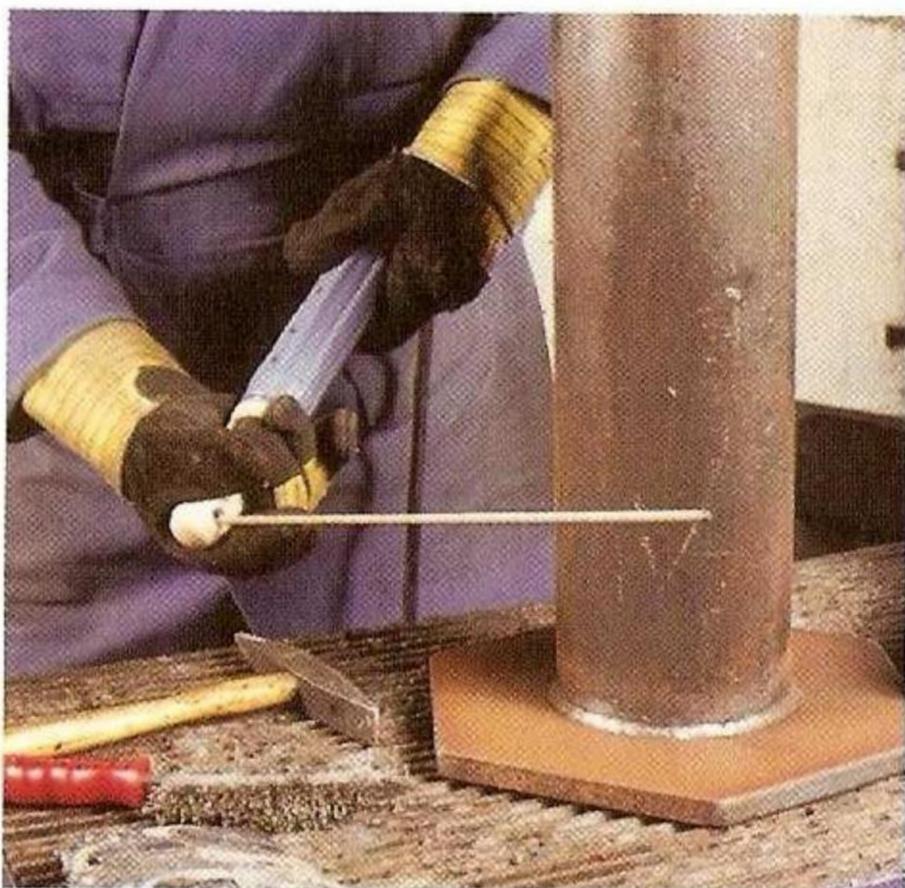


PREVENCIÓN CONTRA LOS RIESGOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA



Como cualquier aparato eléctrico, un equipo de soldadura requiere cuidados específicos en lo relativo a su aislamiento; deberá estar equipado con toma de tierra.

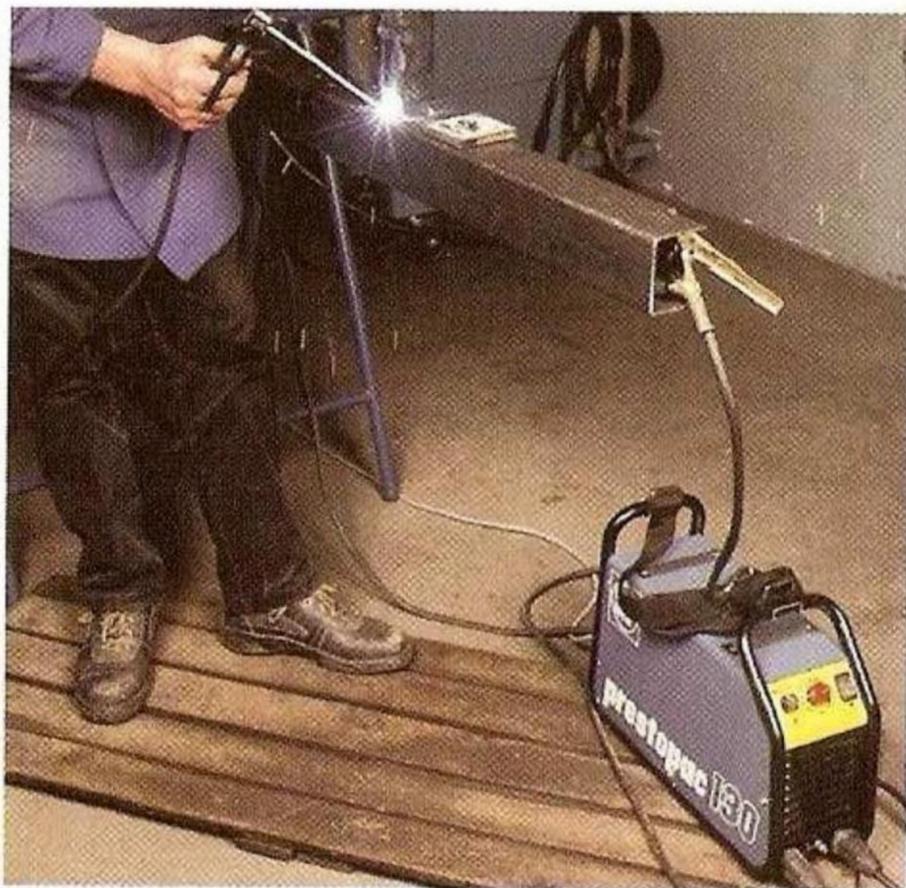
En cuanto al circuito de soldadura (corriente a la salida del equipo), la tensión de soldadura y la tensión de cebado son del orden de 20 a 70 voltios, por ello pueden presentar cierto riesgo para aquellas personas que tengan una resistencia débil al paso de una corriente eléctrica.



REMEDIOS

– Usar pinzas portaelectrodos y cables en perfecto estado de aislamiento.

– Si tiene las manos húmedas por el sudor, utilice guantes.



– No soldar en ambientes húmedos.

– Aislarse siempre de la estructura sobre la que se esté soldando.

– El uso de unos tablones de madera puede ser una buena solución.



PREVENCIÓN CONTRA LAS QUEMADURAS

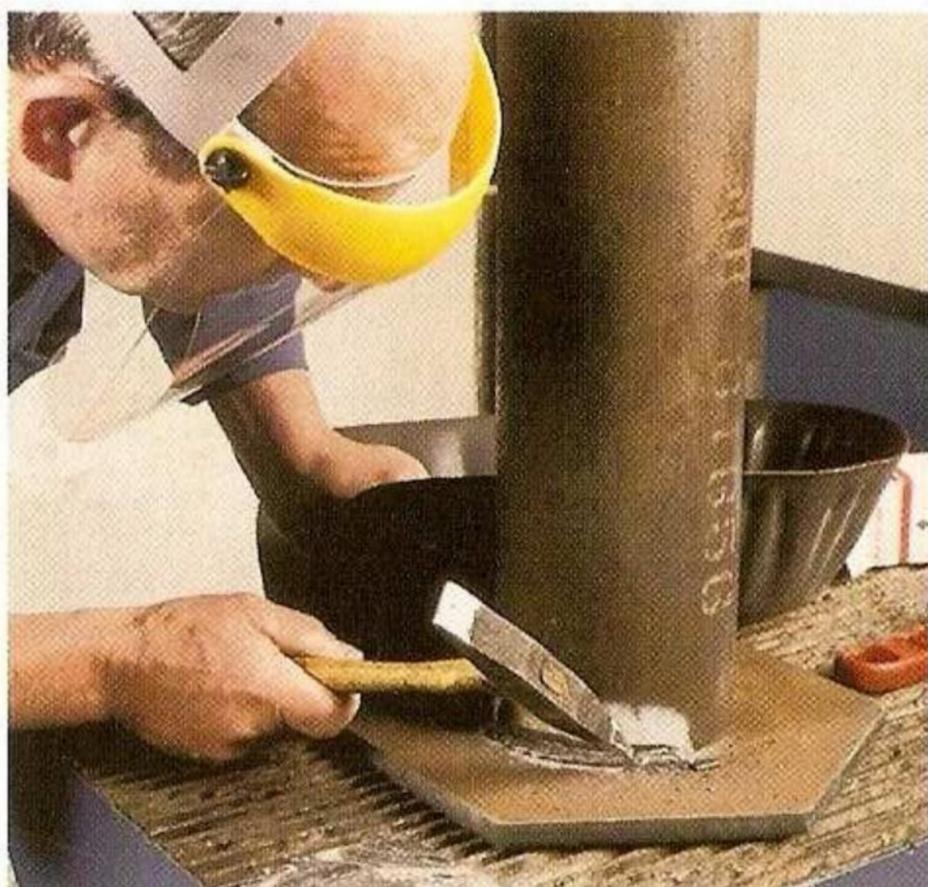
Además de las clásicas quemaduras en las manos, se deben prevenir las salpicaduras de la escoria, que pueden producir lesiones graves, sobre todo en los ojos.

REMEDIO

– Llevar gafas, o mejor aún, una pantalla de protección contra fragmentos proyectados.

Seguridad

La escoria nunca debe picarse mientras esté caliente; es malo para la soldadura y peligroso para el soldador y su entorno próximo.

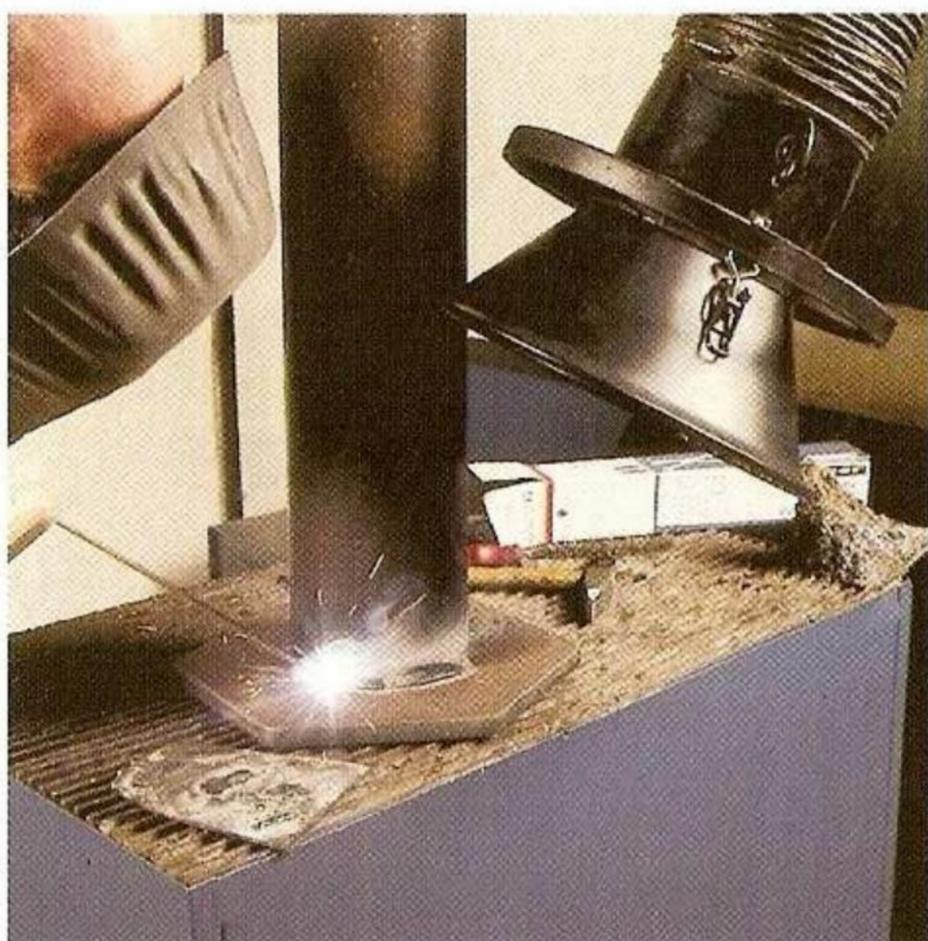


PREVENCIÓN CONTRA EL RIESGO DE INTOXICACIÓN LEVE

En condiciones normales de trabajo, es decir, en lugares ventilados, el riesgo provocado por el humo de los electrodos es bajo. No obstante, deberá evitar respirarlo. El riesgo aumenta si el local es pequeño y la atmósfera está viciada.

– Soldar piezas plastificadas, recubiertas de zinc (galvanizado) o pintura también puede ser peligroso.

– Las zonas a soldar se han de limpiar perfectamente; así se facilita la realización de la soldadura, la calidad de la unión mejora y el trabajo se llevará a cabo en unas condiciones de seguridad e higiene correctas.



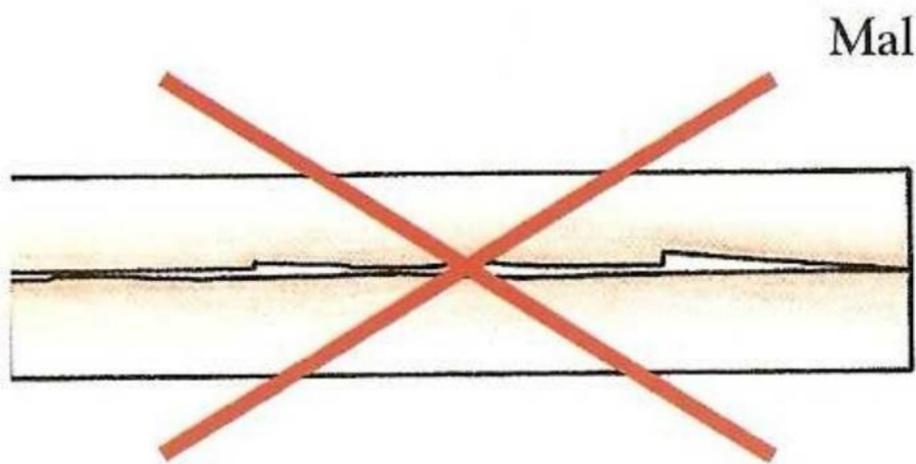
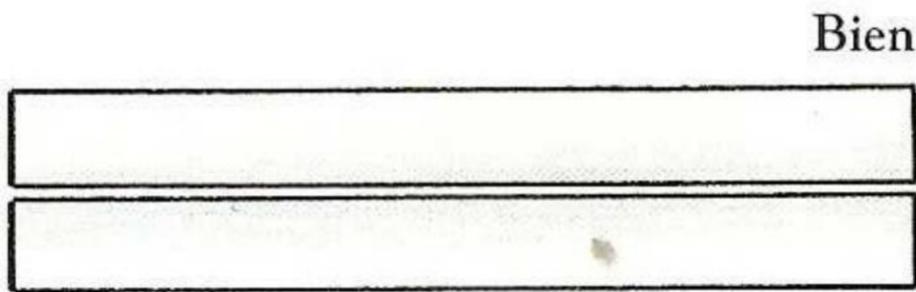
Seguridad

Nunca se deberán soldar piezas que hayan sido limpiadas con tricloroetileno; sus vapores son muy nocivos.



PREPARACIÓN DE LOS BORDES

La preparación de los bordes o labios es una operación importante. Las partes que se van a soldar deben estar limpias de placas de óxido, de pintura, de exceso de grasa o aceite y, en general, de cualquier material extraño al metal que se vaya a soldar.



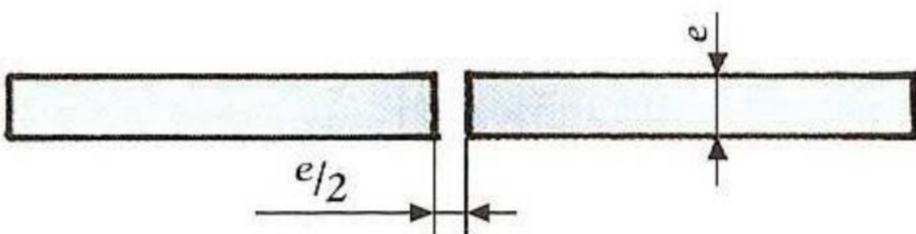
– Los bordes han de ser rectos y paralelos.

– La penetración y, por lo tanto, la resistencia de la soldadura, depende en gran medida de que se adopten estas precauciones.

Recuerde

La penetración es la parte de la pieza fundida por el arco. En piezas bien preparadas equivale aproximadamente al diámetro nominal del electrodo empleado.

PREPARACIÓN DE LOS BORDES EN FUNCIÓN DEL ESPESOR PARA OBTENER UNA PENETRACIÓN ÓPTIMA



Bordes a testa sin separación

Espesor
1,5 mm o 2 mm.

Electrodos
Ø 1,6 mm o 2 mm.

Bordes a testa con separación igual a la mitad del espesor y sin cordón de soldadura al dorso

Espesor
de 2 a 4 mm.

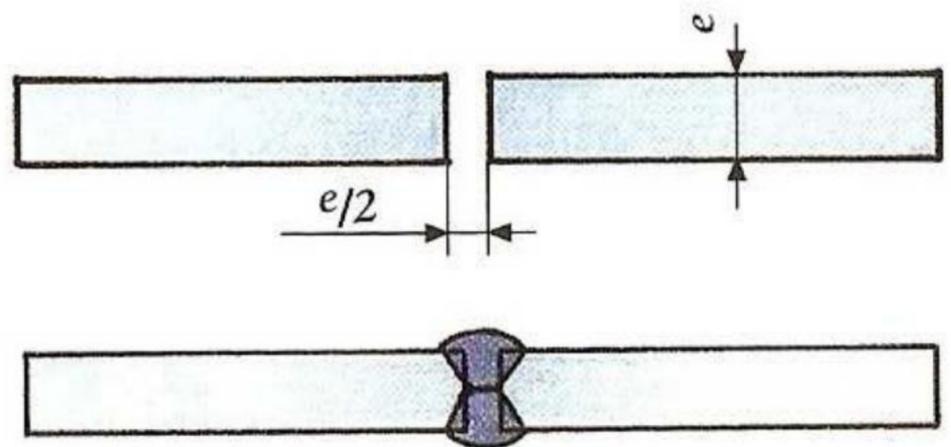
Electrodos
Ø 2,5 mm o 3,15 mm.



Bordes a testa con separación igual a la mitad del espesor y cordón al dorso

Espesor de 4 a 6 mm.

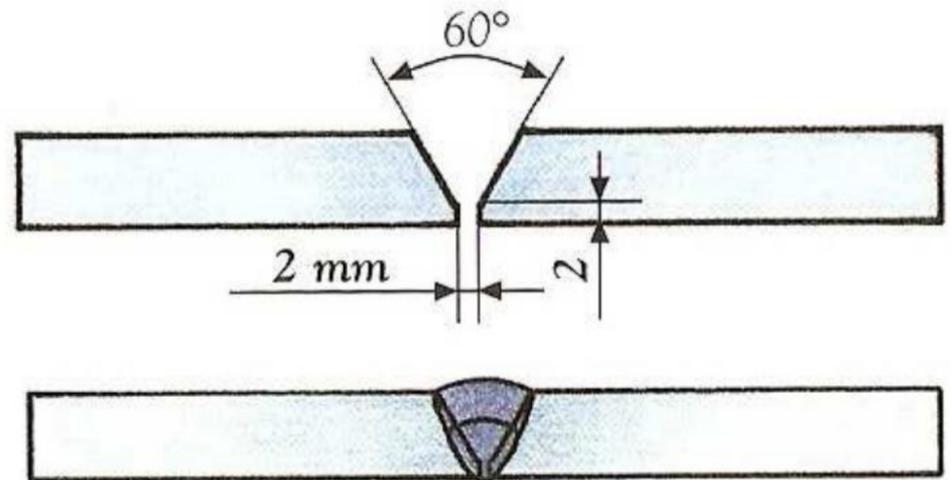
Electrodos \varnothing 3,15 mm.



Bordes a testa con bisel en V

Espesor de 6 a 8 mm o más si la soldadura sólo es accesible por una de las caras.

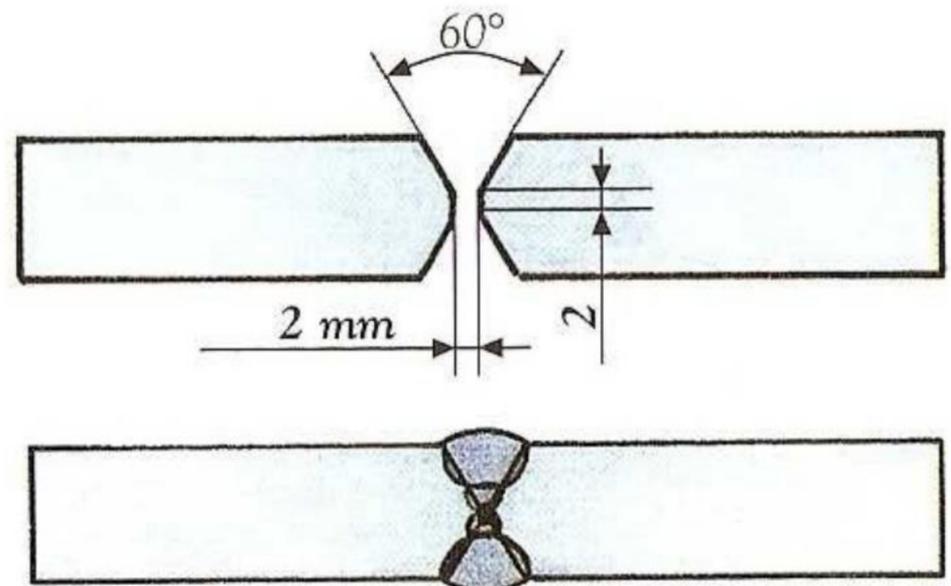
Electrodos \varnothing 3,15 mm o 4 mm.



Bordes a testa con bisel en X

Espesor 8 mm o más.

Electrodos \varnothing 3,15 mm o 4 mm.

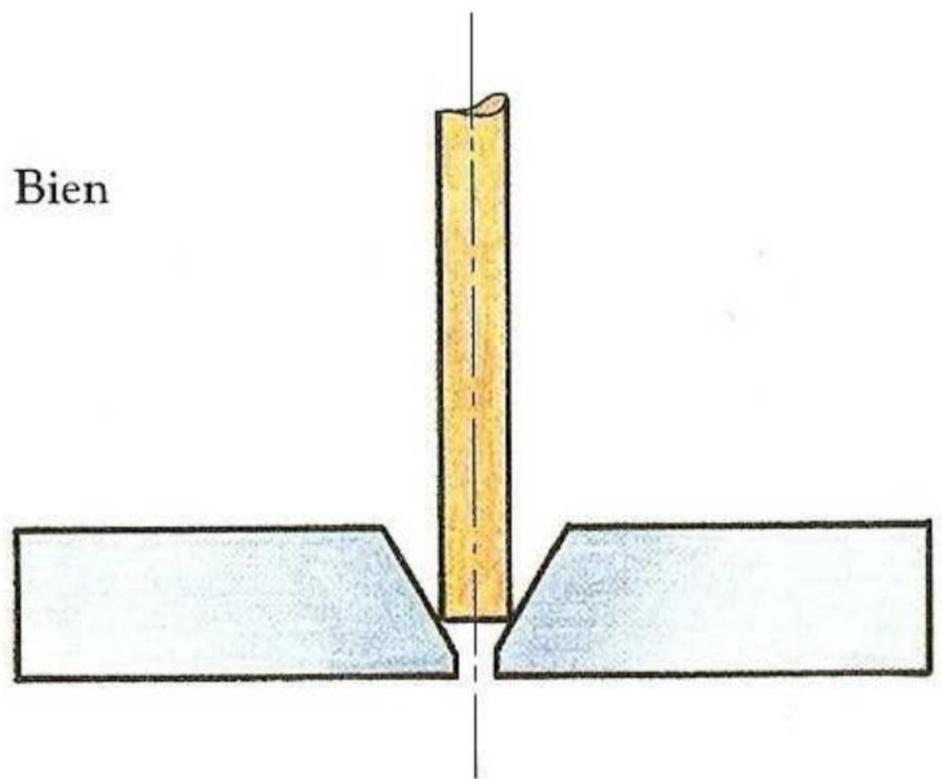


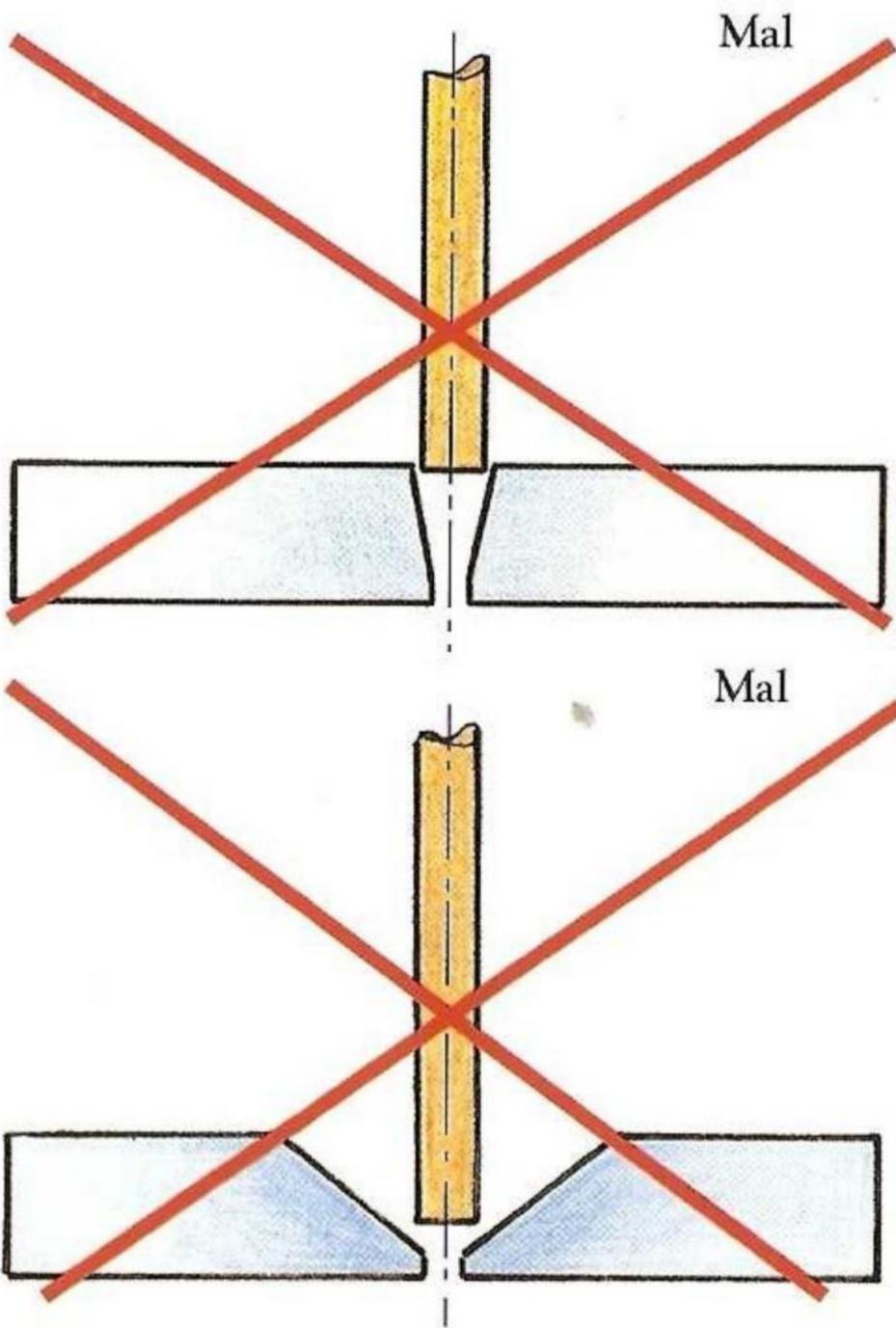
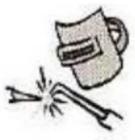
– En una soldadura con los bordes a testa sin bisel y sin cordón de soldadura por la cara opuesta, se favorece la penetración si se rompe la arista inferior de las piezas.



Bien

– El ángulo del bisel ha de ser suficiente para permitir que el electrodo llegue hasta el corazón de la pieza.

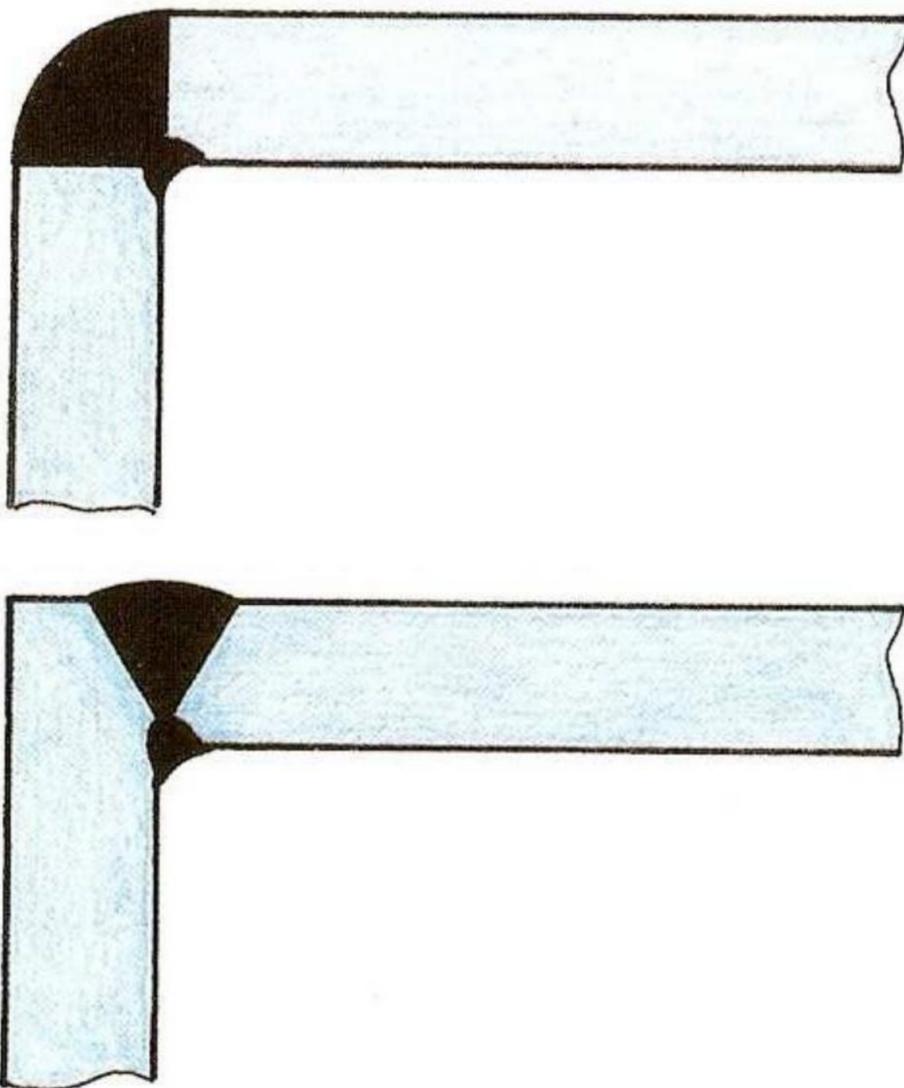




– Ángulo demasiado estrecho, no cumple su función.

– Ángulo demasiado ancho. Necesita ser recargado en exceso, lo cual es inútil y costoso, y además podría deformarse.

PREPARACIÓN DE UNA SOLDADURA EN UN ÁNGULO EXTERNO



– Es recomendable hacer un cordón por la cara opuesta, pues así evitamos que haya aristas por el exterior.

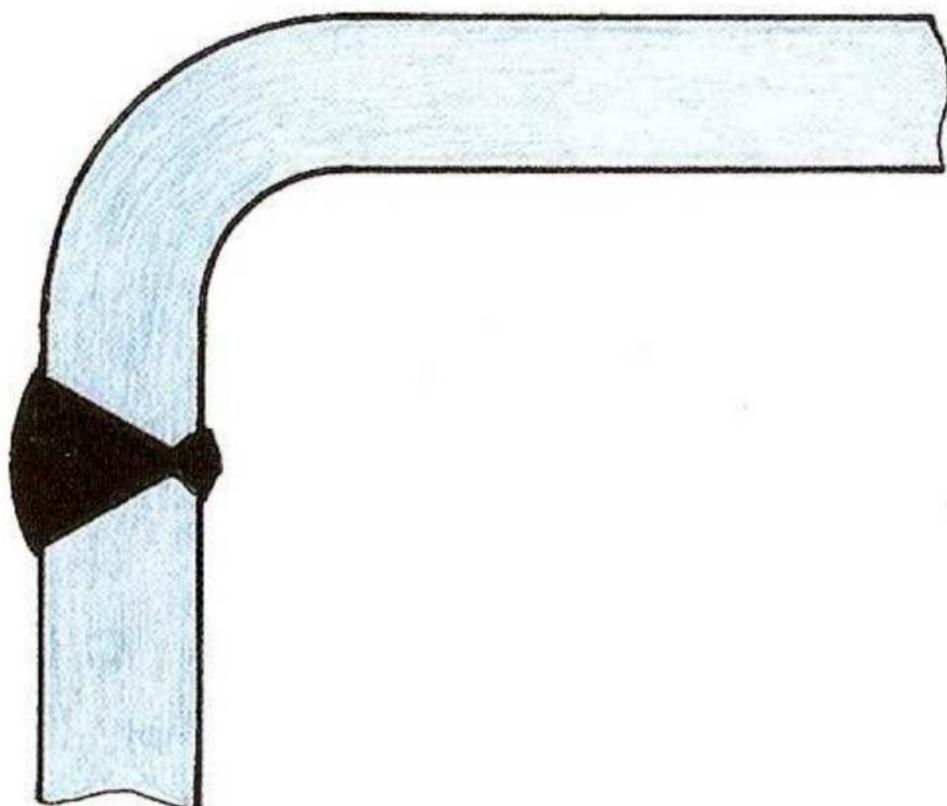
Nota

Si no es posible hacer un cordón por la cara interna, la primera pasada se dará con una intensidad superior en un 10% para garantizar una buena penetración.

– Siempre que se pueda es mejor realizar un segundo cordón de soldadura por la cara opuesta.



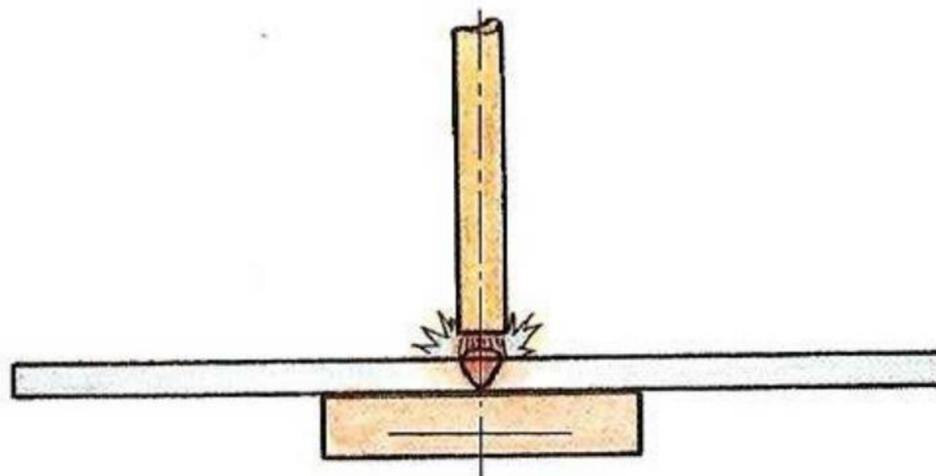
- Forma ideal, pero su realización es mucho más delicada.



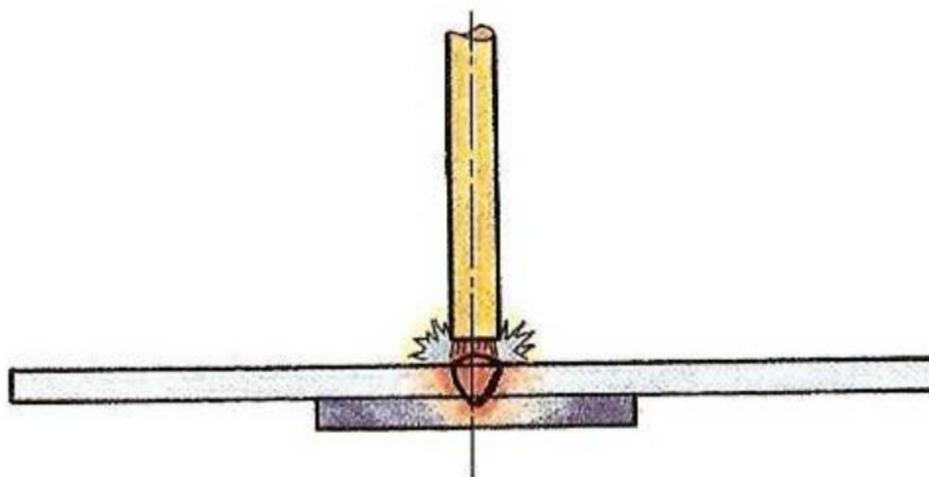
SOLDADURA DE ELEMENTOS CUYO ESPESOR ES INFERIOR A 2 MM

Cuando el espesor de las piezas es muy delgado, es delicado soldar; sin embargo, se puede evitar el desmoronamiento de las piezas recurriendo a algunos trucos de soldador.

- Por ejemplo, se puede colocar debajo un soporte de cobre.



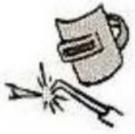
- O bien, si la cara opuesta de la soldadura no queda vista, puede colocarse una tira de chapa mártir.



¿Cómo evitar el desmoronamiento de un ángulo o de un extremo?

- Colocando una pieza mártir que se sierra cuando finaliza la soldadura.





PRESENTACIÓN Y FIJACIÓN DE LAS PIEZAS

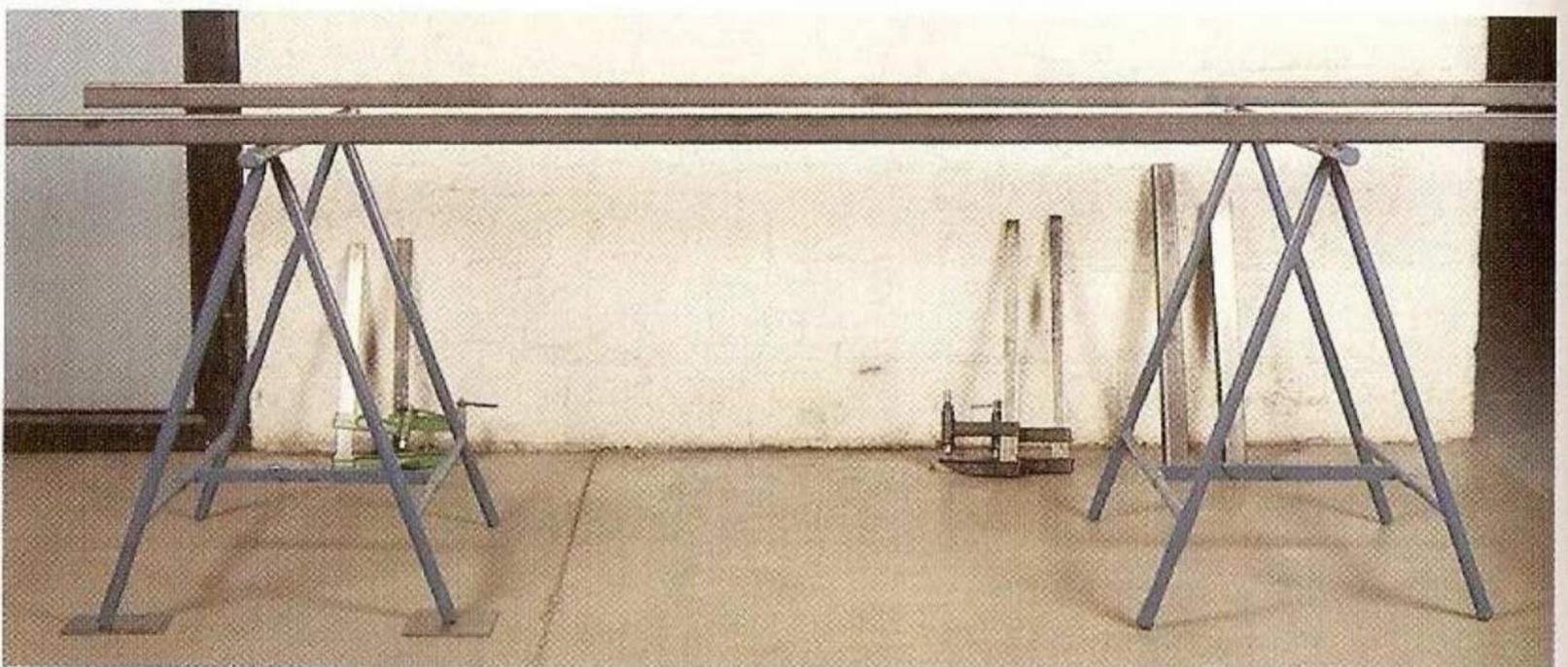
En este apartado abordaremos la realización de una unión soldada. Las nociones de **presentación** y **fijación** de las piezas son fundamentales, porque condicionan enormemente el éxito de la unión soldada y, en general, el del trabajo en su conjunto.

Así pues, se impone una primera regla.

Regla

Nunca se han de soldar elementos que no estén perfectamente montados.

La presentación de todos los componentes debe efectuarse en una superficie plana, con ayuda de una regla y una escuadra, e incluso con un trazado preciso realizado a escala 1:1.

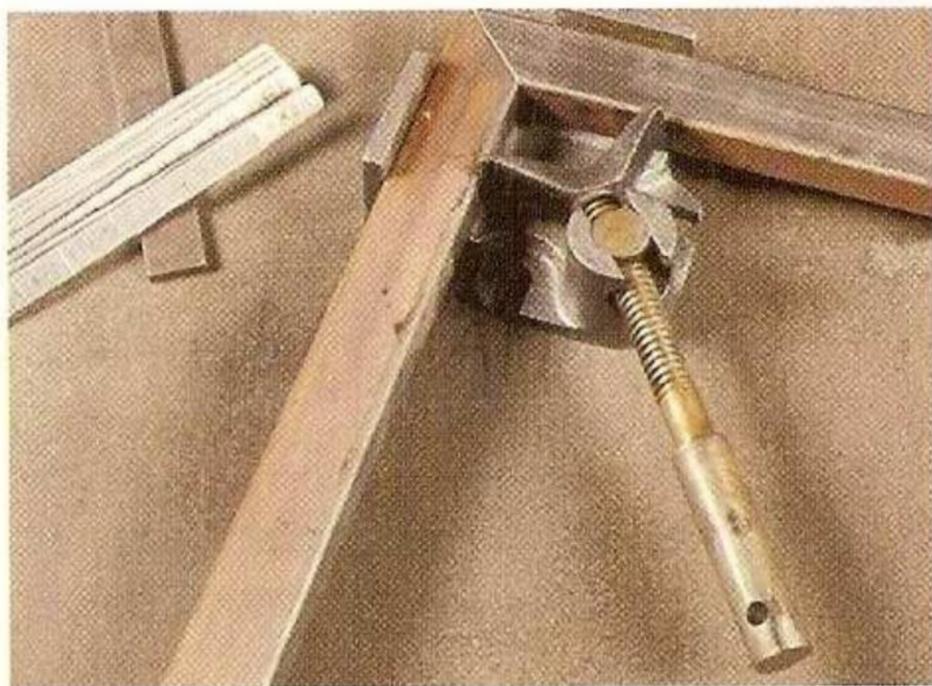


Dos barras niveladas colocadas sobre un par de caballetes pueden utilizarse como soporte plano para piezas de grandes dimensiones.

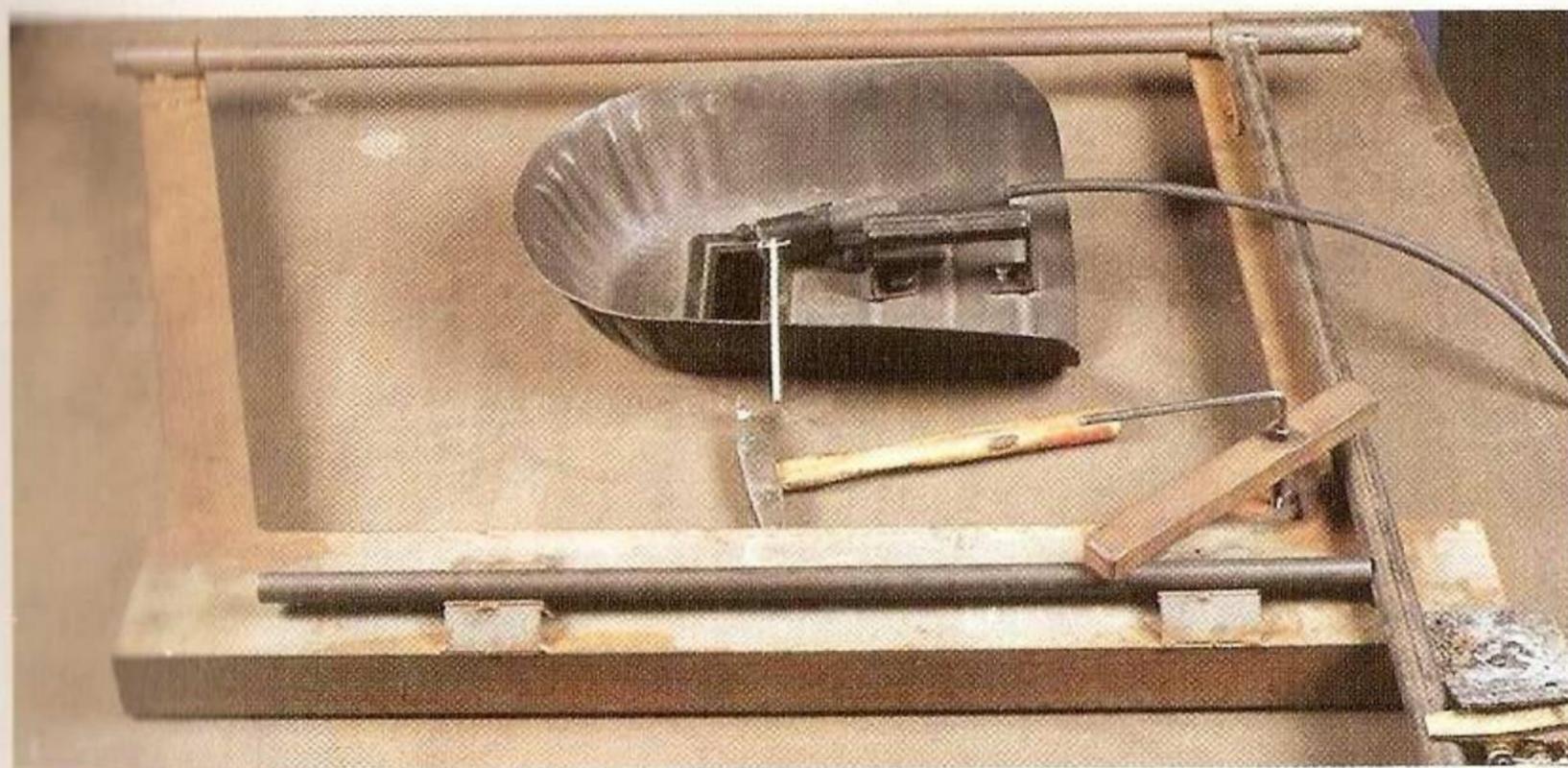


Una vez presentadas las piezas, las fijaremos para mantenerlas firmes en su sitio antes, durante e incluso después de efectuada la soldadura, mientras ésta se enfría. Así se evitarán las deformaciones provocadas por la dilatación y la contracción originadas por el calentamiento.

→ El tornillo de soldador permite presentar y fijar dos piezas en ángulo antes, durante y después de soldar.



↓ Soldar encima de una plantilla evita las deformaciones.



– Mientras se presentan y fijan las piezas que se van a soldar, se ha de pensar en el acceso a las soldaduras para trabajar sin molestias y poder retirar la pieza fácilmente una vez finalizada la unión.

Regla

Cuanto más se haya preparado la soldadura, más fácil será su realización y mejor será el resultado.



DEFORMACIONES

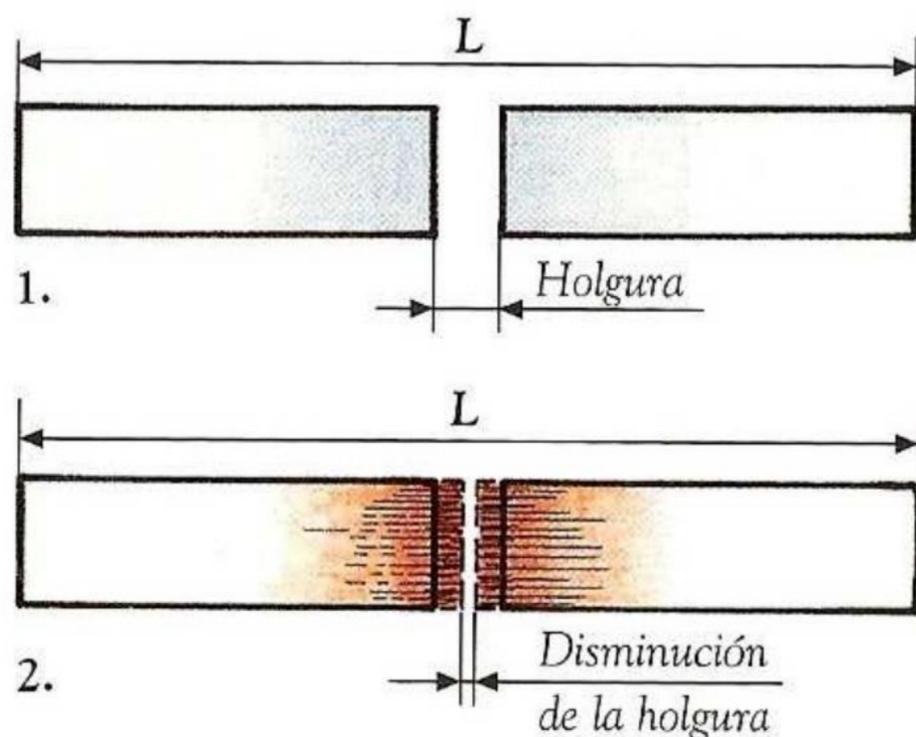
La soldadura provoca deformaciones en los objetos que se realizan. Éstas se producen, básicamente, por el calentamiento y enfriamiento a que son sometidas las piezas. Por lo tanto, es en los fenómenos de dilatación y contracción del metal donde hay que buscar la causa, el efecto y el remedio a estas deformaciones.

CAUSAS Y EFECTOS

DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN DE PIEZAS SOLDADAS, CAUSA N.º 1

Entre el momento en que se colocan las piezas y el momento en que se ensamblan por la soldadura, se produce una dilatación de los extremos, lo cual significa que se están soldando piezas que no se mantienen inmóviles.

EJEMPLO: SOLDADURA PLANA CON JUNTA A TOPE



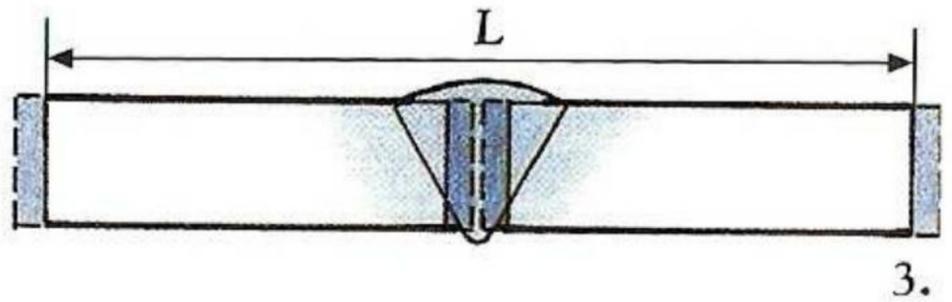
1. Se presentan y fijan las piezas en su sitio a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

2. La temperatura de las piezas se incrementa hasta alcanzar el punto de fusión ($1450\text{ }^{\circ}\text{C}$).

– Disminuye la holgura debido a la dilatación de los extremos.



3. Se suelda en la holgura. Tras el enfriamiento y liberación de la pieza, la cota «L» se habrá reducido.



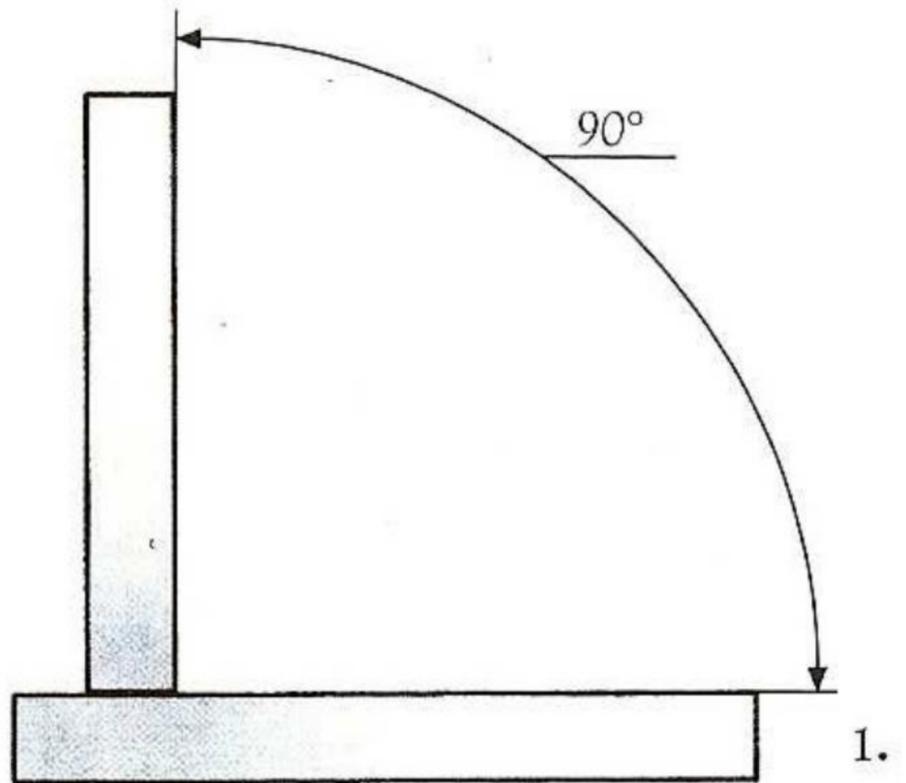
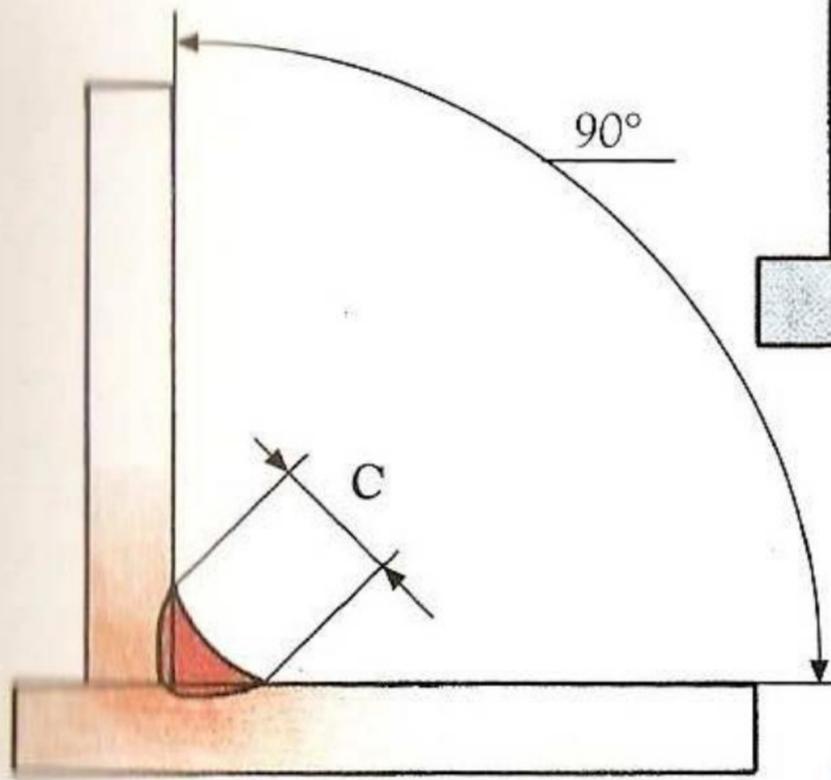
3.

CONTRACCIÓN DEL METAL DEPOSITADO, CAUSA N.º 2

EJEMPLO: SOLDADURA DE UN ÁNGULO INTERNO

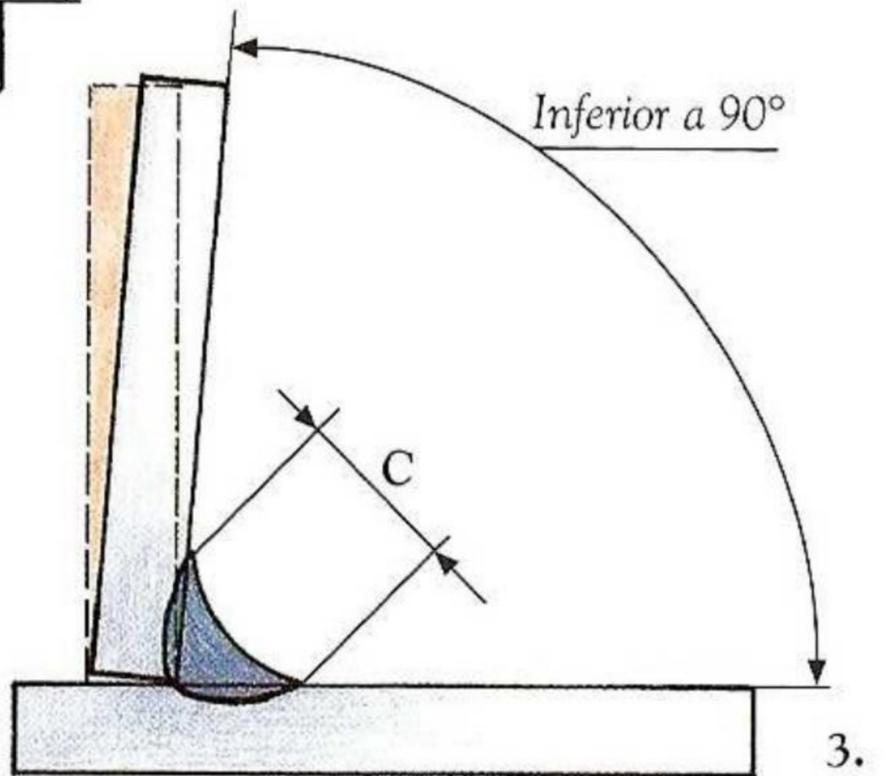
Durante la soldadura, el metal se deposita en estado líquido. Cuando empieza a enfriarse, se inicia un fenómeno de contracción y, por consiguiente, una disminución de su longitud, lo que provoca deformaciones.

1. Presentación y fijación de las piezas a temperatura ambiente (20 °C). →



2. Se deposita un cordón metálico en estado líquido, por lo tanto, dilatado. ←

3. Al enfriarse, la cota «C» disminuye por efecto de la contracción y cierra el ángulo al tirar de las piezas. →



3.



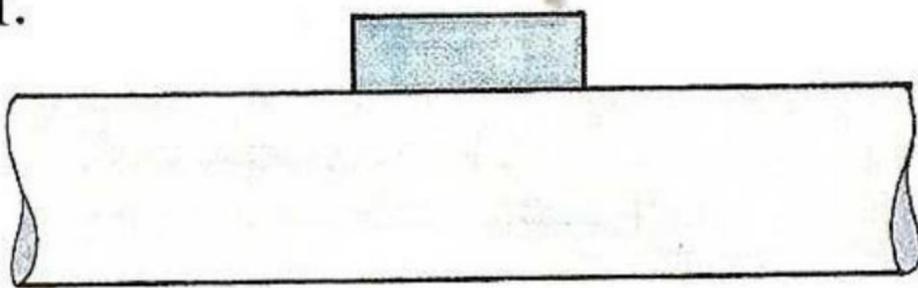
EL EFECTO DE FORJA, CAUSA N.º 3

Durante el incremento de temperatura y, por tanto, de dilatación de la zona soldada, a partir de 600 °C y hasta la fusión, el acero se vuelve maleable * y se deforma con facilidad.

Si se impide la dilatación, se produce una deformación debida al efecto de forja (compresión de la materia), hasta el punto de que una vez enfriadas, las piezas no recuperan su forma original.

EJEMPLO: SOLDADURA EN UN TUBO

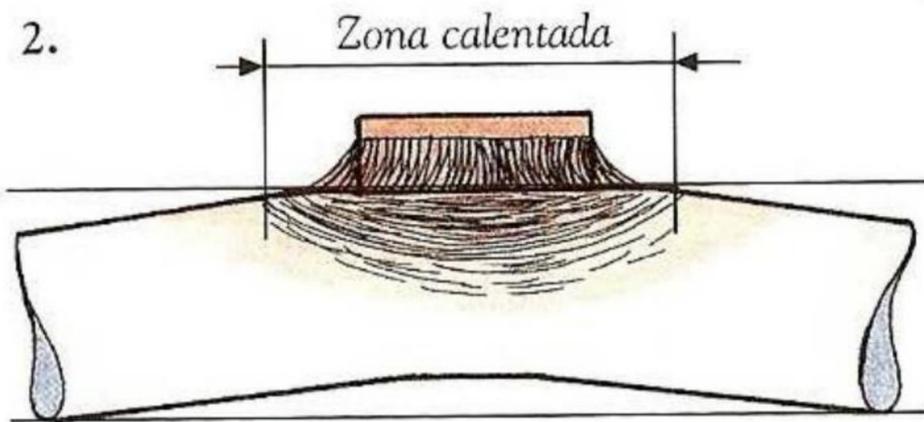
1.



1. Se presentan las piezas; el tubo está recto.



2.

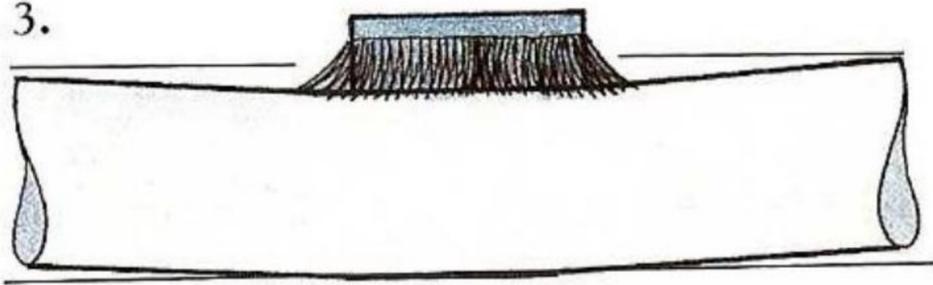


2. La dilatación no se puede efectuar debido a la resistencia propia del perfil.

– Se produce un apisonamiento (efecto de forja) de la zona que se ha calentado.



3.



3. Una vez enfriada la soldadura, este apisonamiento no desaparece por completo, provocando una deformación del tubo.

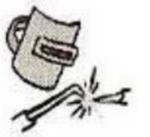


Nota

Durante la concepción y ejecución de un trabajo, estos fenómenos se han de tener muy en cuenta para poder remediarlos a tiempo.

Si pensamos un poco, nos damos cuenta de que se puede prever el sentido de las deformaciones; sin embargo, prever su amplitud es mucho más difícil, pues con frecuencia las causas se combinan y se suman entre sí.

* Véase glosario.



EVITAR LAS DEFORMACIONES

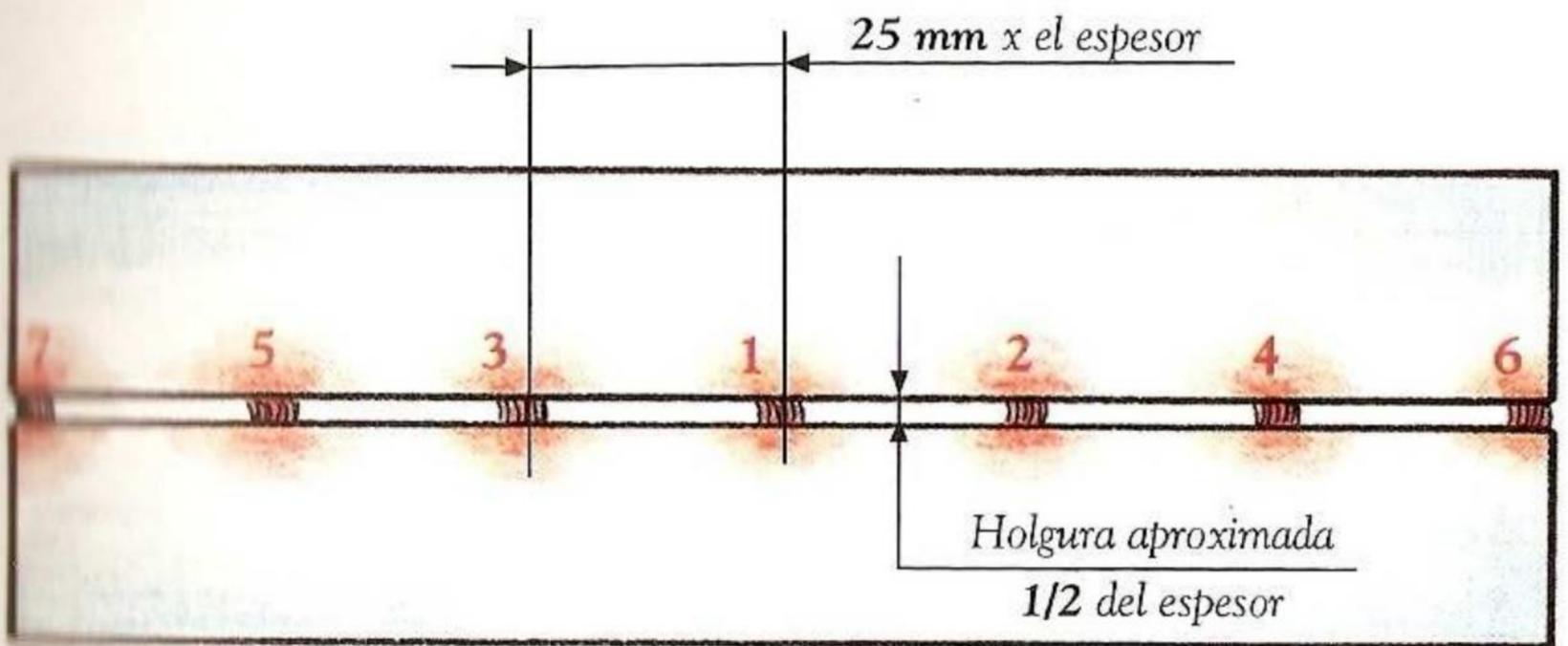
PRINCIPALES REMEDIOS

ANTES DE SOLDAR

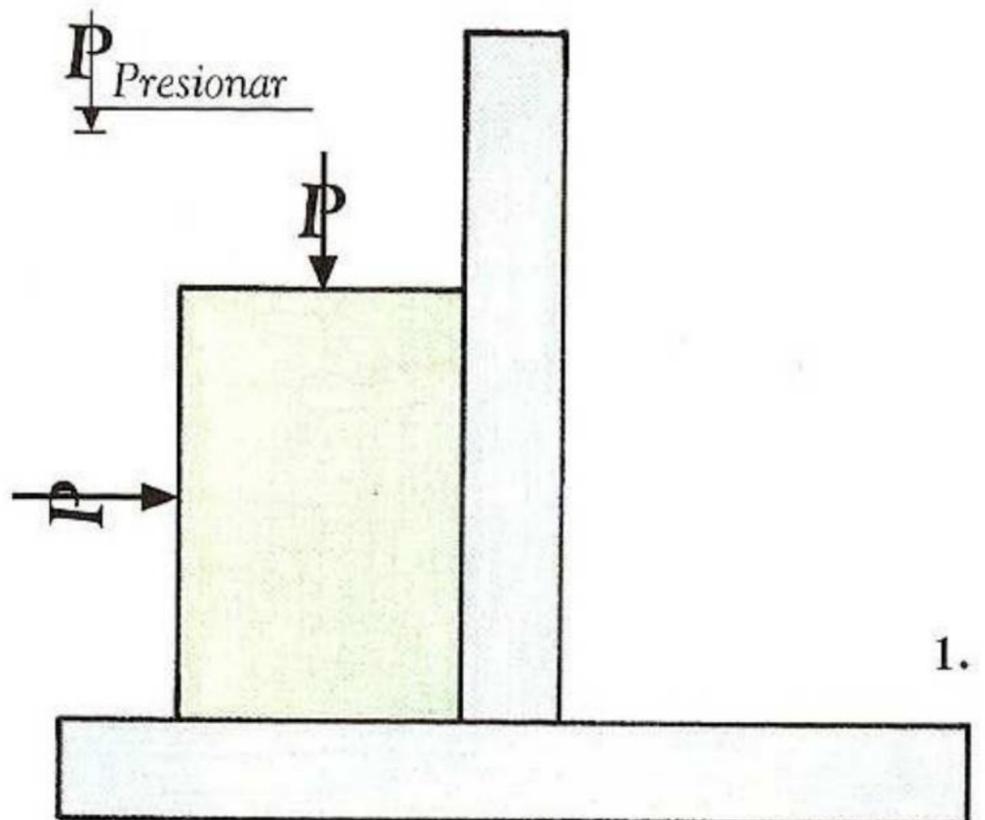
= Al colocar las piezas, deje un pequeño margen de holgura, teniendo en cuenta las causas n.º 1 y 3. Esta holgura facilita una buena penetración de la soldadura.

= Tenga en cuenta además la deformación natural de las barras para corregirla, no para aumentarla.

= Dé unos puntos de soldadura según el esquema que se muestra a continuación, respetando el orden y corrigiendo cualquier deformación que se produzca entre dos puntos.

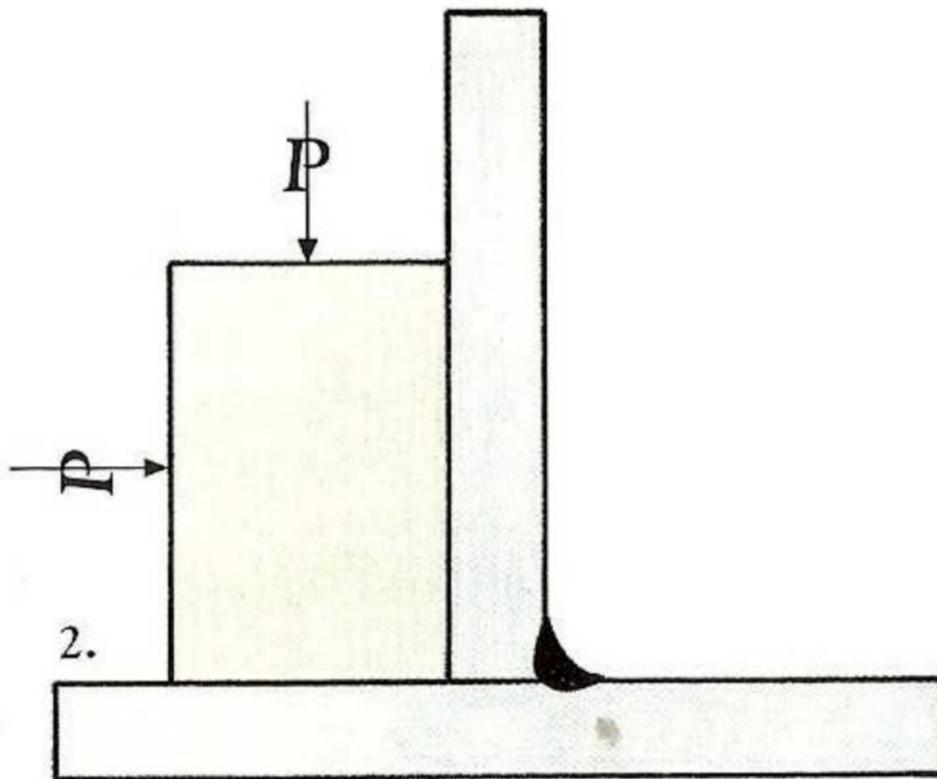
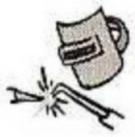


= Al fijar las piezas, hágalo firmemente para limitar los efectos provocados por la contracción del metal depositado (causa n.º 2) y sujételas colocando unos sargentos o un tirante.



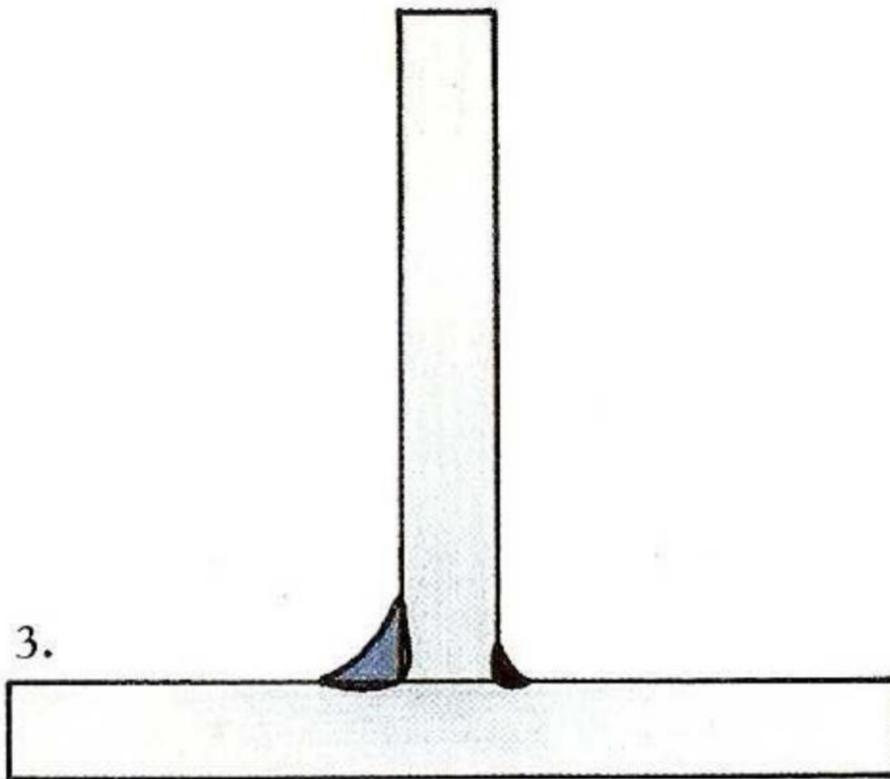
1. Trabajar las piezas →

1.



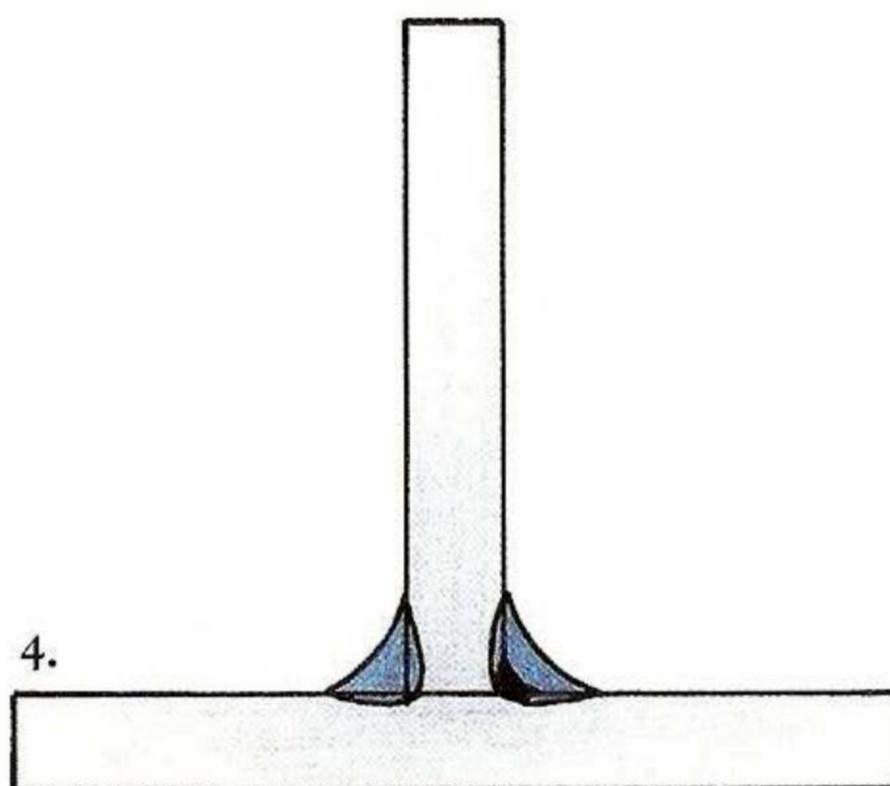
2. Puntos de soldadura

– Hacer los puntos de soldadura según el método de la página 47.



3. Soldar el lado opuesto a los puntos

– En cuanto se suelten las piezas, se ha de comprobar con frecuencia la evolución de las escuadras. Deben alternarse los cordones de soldadura y cambiar el sentido teniendo en cuenta la causa n.º 2.



4. Soldar encima de los puntos

DURANTE LA SOLDADURA

– Se alternan los cordones de soldadura para contrarrestar y limitar los efectos y de esta manera, las deformaciones.



Colocación de un tirante

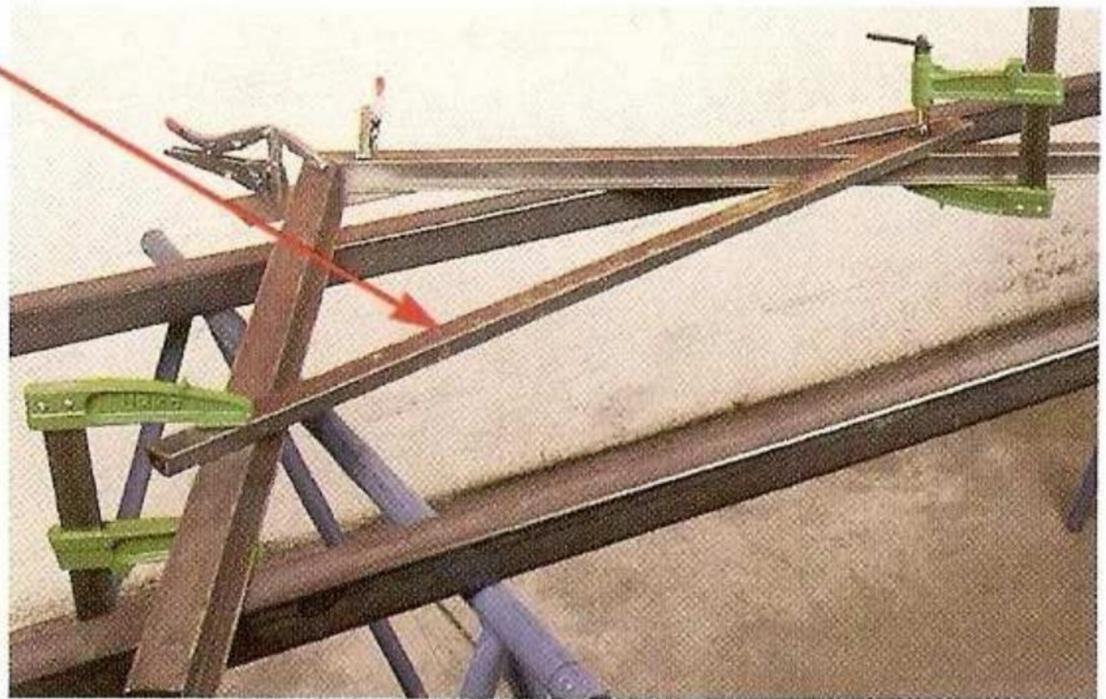
= Antes de soldar, se hacen unos puntos de soldadura a un retal para evitar la variación de un ángulo.

Atención

Los puntos se dan por el mismo lado del tirante para que su colocación sea más sencilla.

Tirante

= Finalizada la soldadura del ángulo, los puntos se eliminan con la amoladora portátil. Con esta misma herramienta se pulen las piezas.

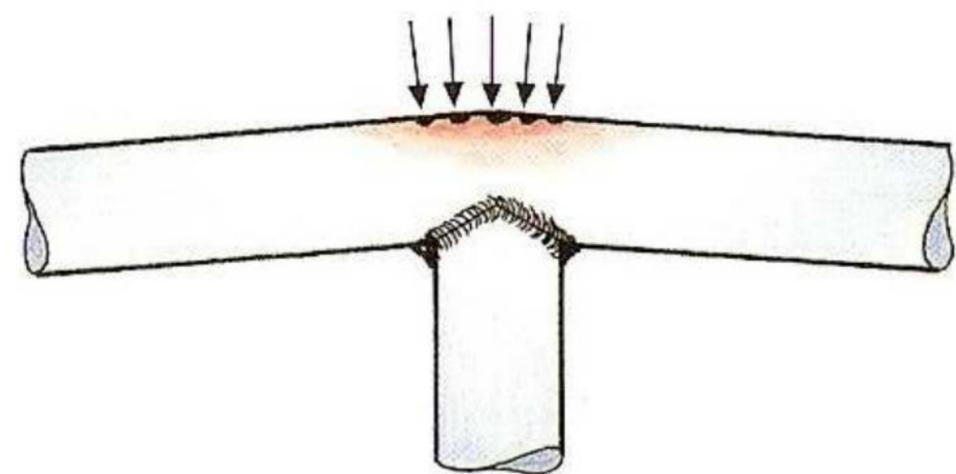
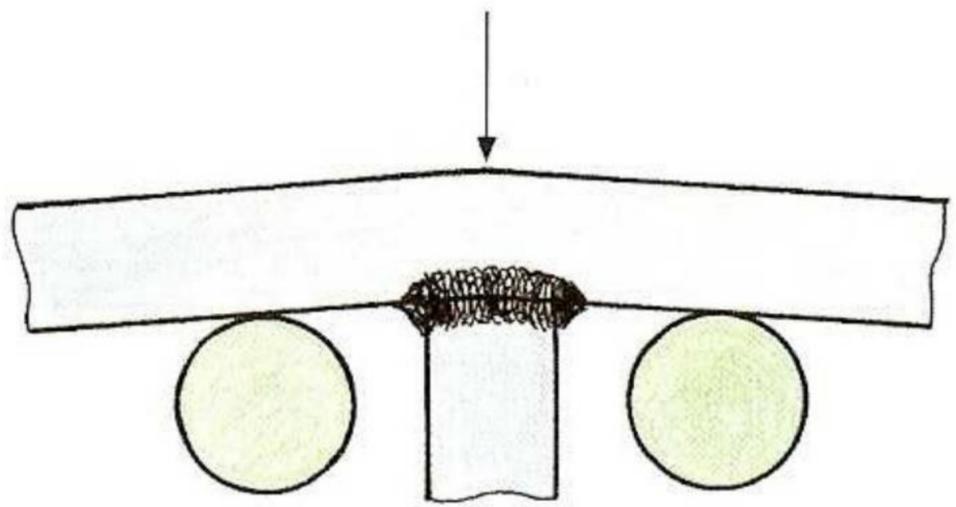


DESPUÉS DE LA SOLDADURA

Es prácticamente imposible evitar todas las deformaciones. Aún así, cualquier precaución que se tome siempre es buena para limitarlas y poder corregirlas después de soldar.

Rectificación golpeando o presionando

- = Golpeando: en barras macizas.
- = Presionando: en perfiles.



Rectificación calentando

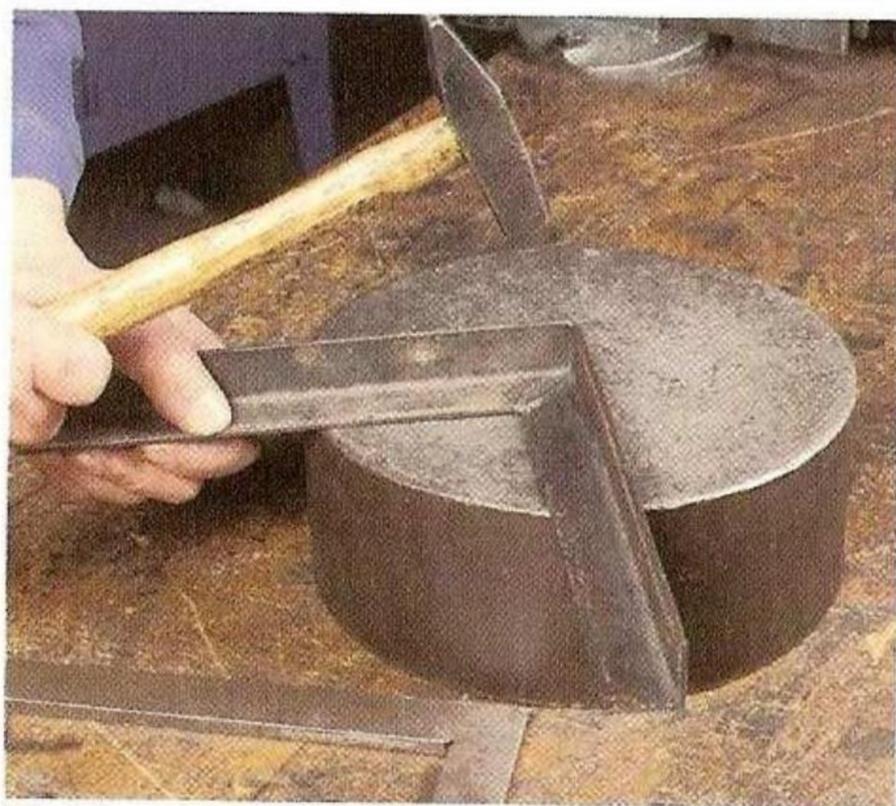
- = Este método se utiliza sobre todo con tubos.
- = Se calienta una serie de pequeños puntos a 600 °C (inicio del rojo). A continuación se enfrían bruscamente (con agua). Esto provoca una deformación inversa a la de una soldadura.



Una serie de pequeñas soldaduras realizadas en las mismas condiciones puede sustituir a estos puntos calientes. Sin embargo, después se deberán eliminar.

Advertencia

Si la pieza se ve sometida a una fuerte tensión, el efecto de forja (causa n.º 3) se acentuará y su rectificación será más fácil.



Rectificación con golpes de martillo

Antes se ha visto que durante el proceso de soldadura aparecen fenómenos de contracción (causa n.º 3) que provocan deformaciones.

– Una serie de golpes de martillo bien realizados produce un alargamiento de la materia y compensa su contracción.

– Se trata de una operación delicada que requiere cierta destreza, pero resulta muy eficaz.

– Este método puede resultar provechoso cuando se va a puntear el objeto, pues permite compensar la contracción de los puntos cuando las piezas aún no están totalmente ensambladas.

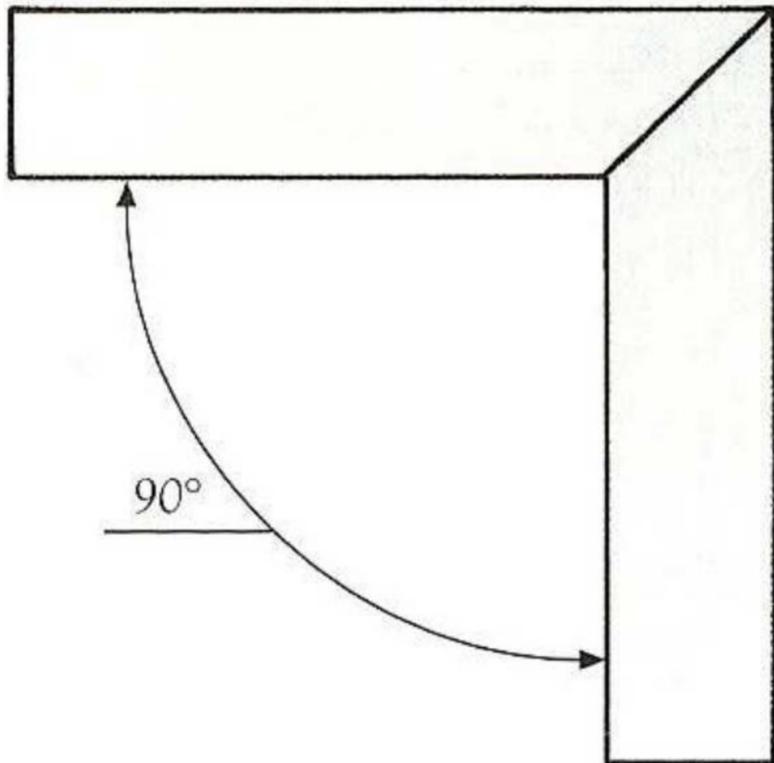


MODIFICACIÓN DE UN ÁNGULO EN FUNCIÓN DEL SENTIDO DE LA SOLDADURA

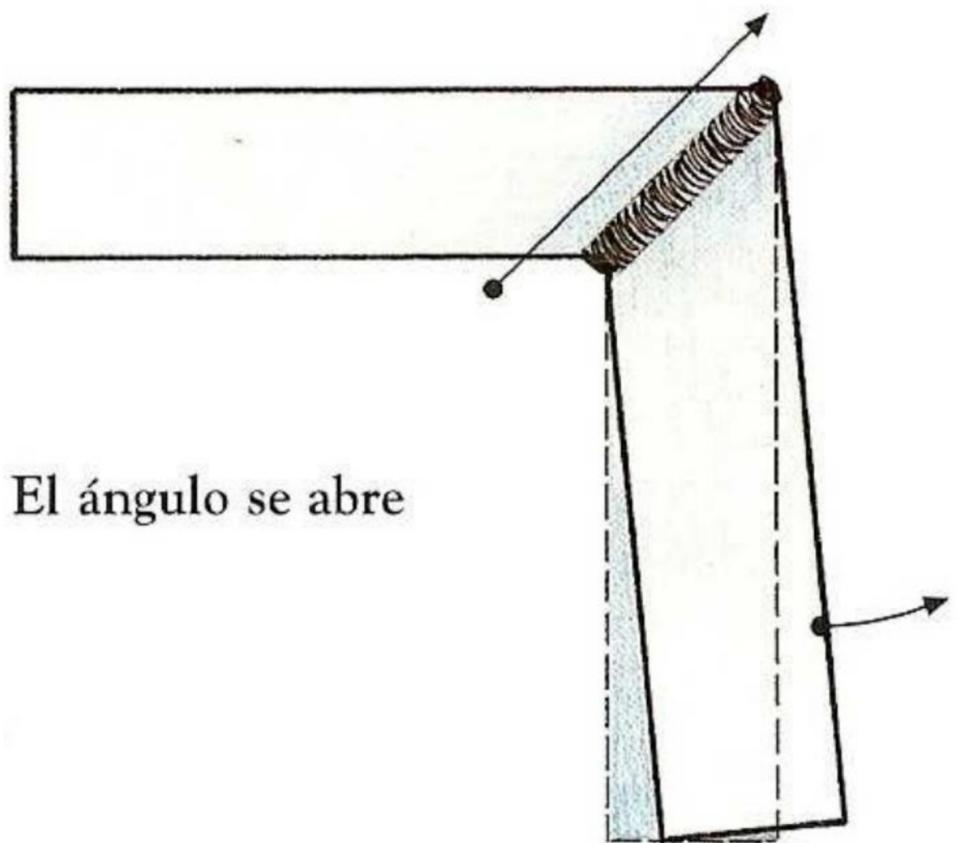
El sentido de la soldadura provoca cambios en las deformaciones. Así, al soldar un ángulo de hierro en plano, se pueden observar las siguientes variaciones:

- Antes de soldar.

Fijación



- Después de soldar hacia el exterior.



El ángulo se abre

- Después de soldar hacia el interior.



El ángulo se cierra

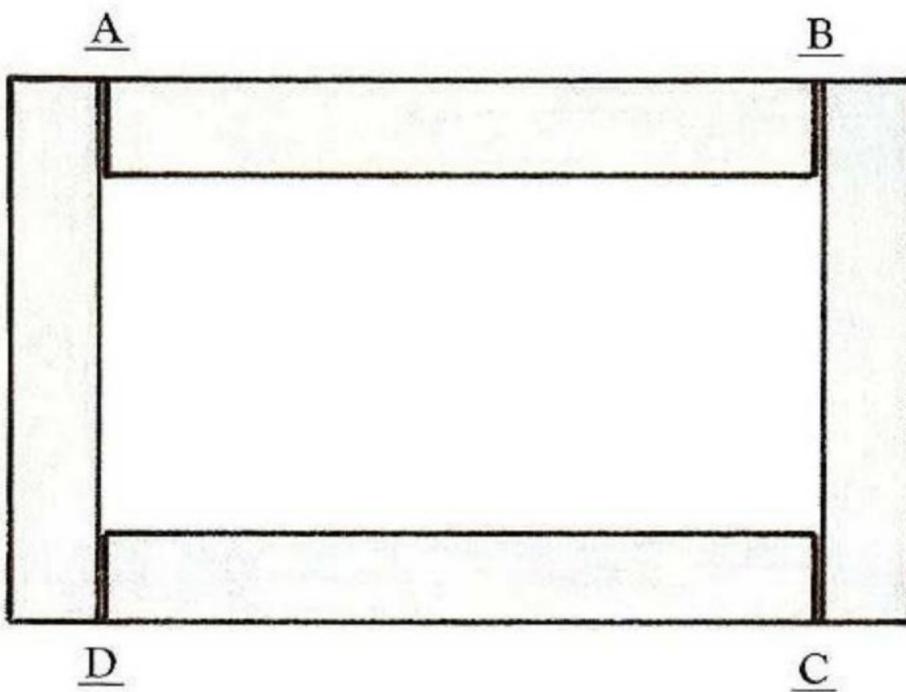
Advertencia

Es preferible que se produzca una deformación que cierre el ángulo, ya que es más fácil de corregir con golpes de martillo según el método expuesto en la página 50.



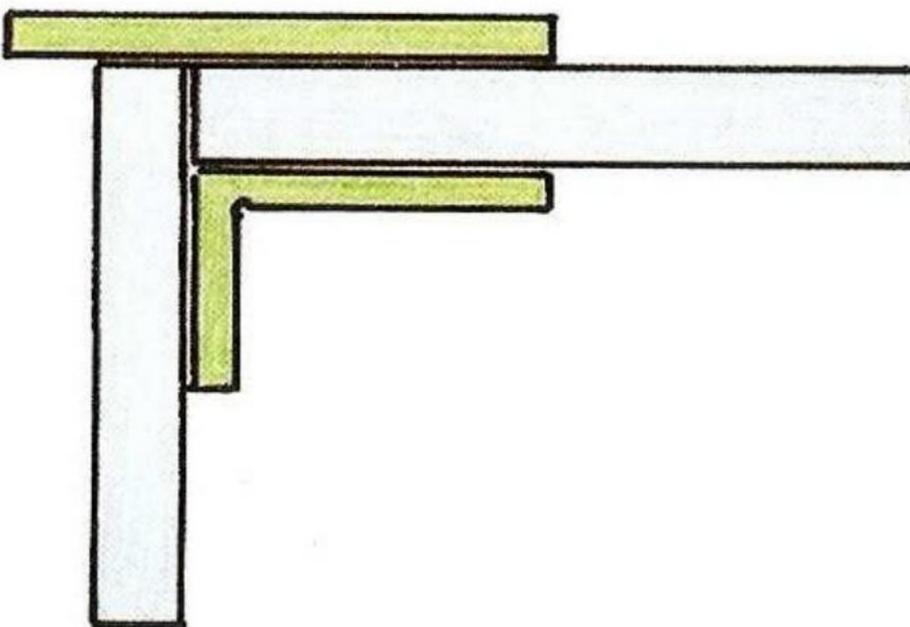
MONTAJE DE ENSAMBLES DE OTROS ENSAMBLES

Ejemplo: confección de un marco.



– El marco se compone de cuatro elementos que se han de cortar con precisión.

– Habrá que soldar cuatro ángulos (A, B, C y D).



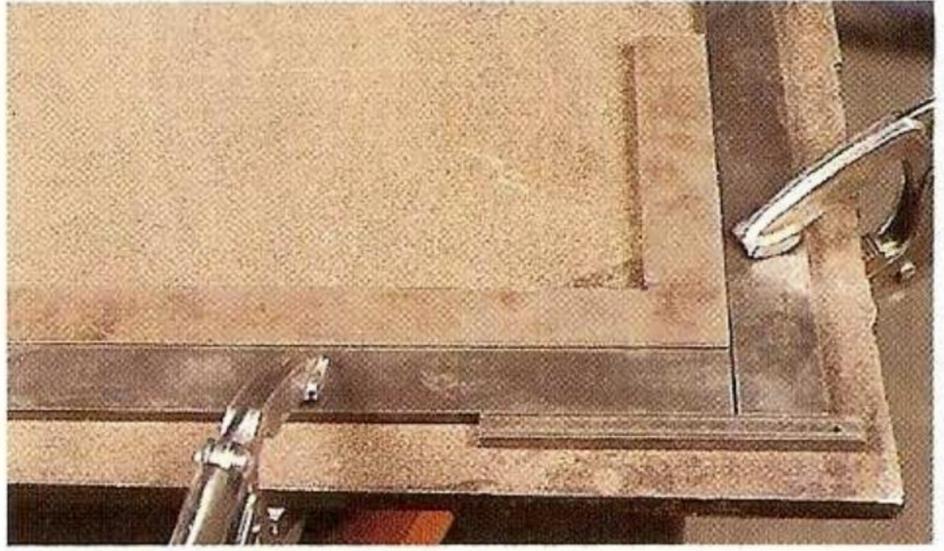
MÉTODO

Soldar A

– Las piezas se presentan y fijan con ayuda de una regla y una escuadra.



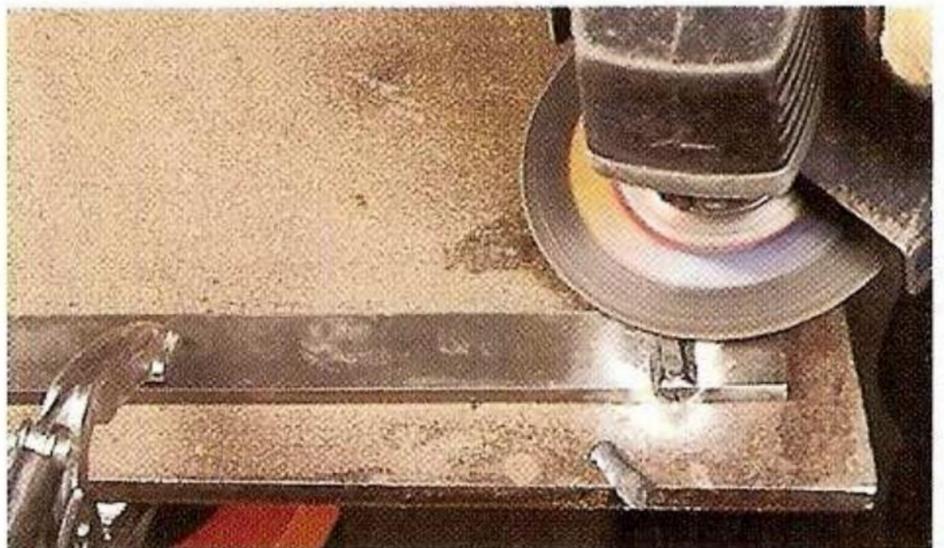
- Se sujetan con ayuda de argentes.



- El ángulo se apunta y se suelda.

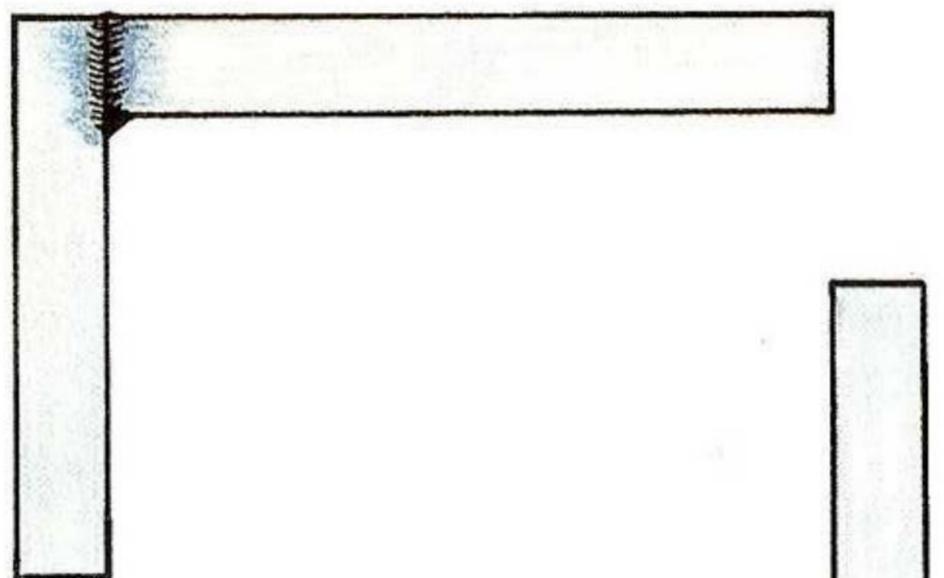


- Controlar y rectificar siguiendo el método expuesto en la página 50.



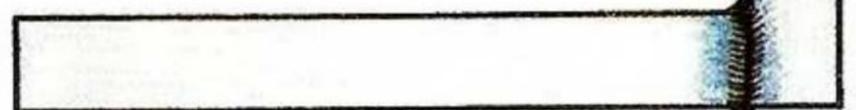
- Se pulen las soldaduras.

A

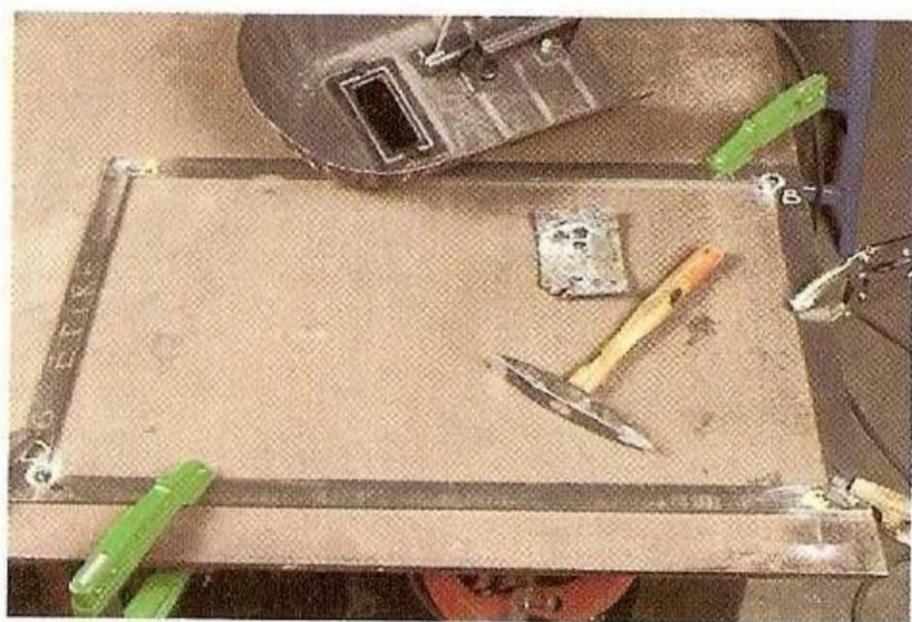
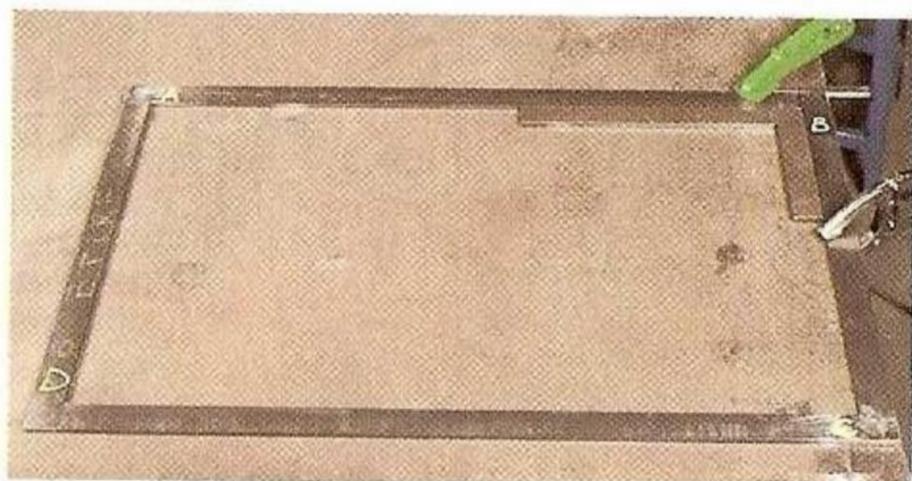


Soldar C: ángulo opuesto a A

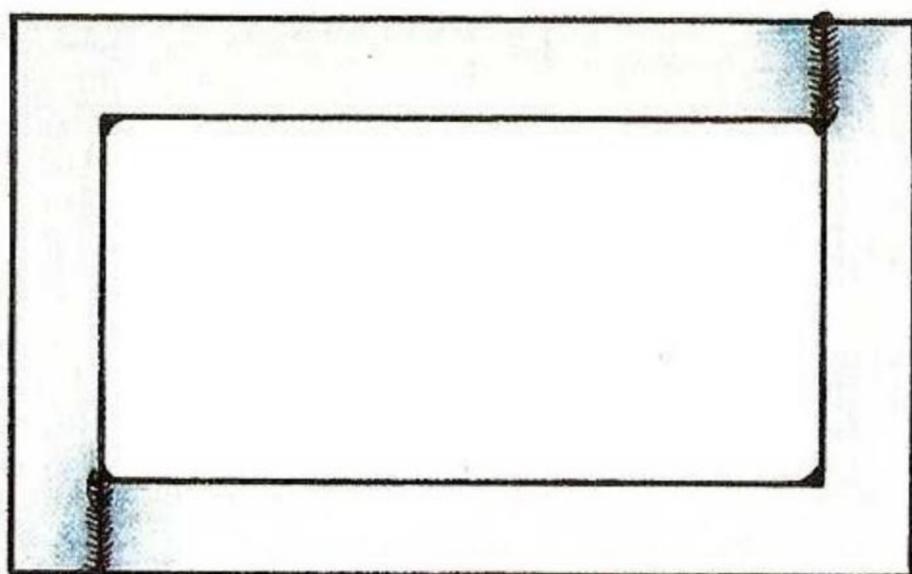
- Se aplica el mismo método que en A.



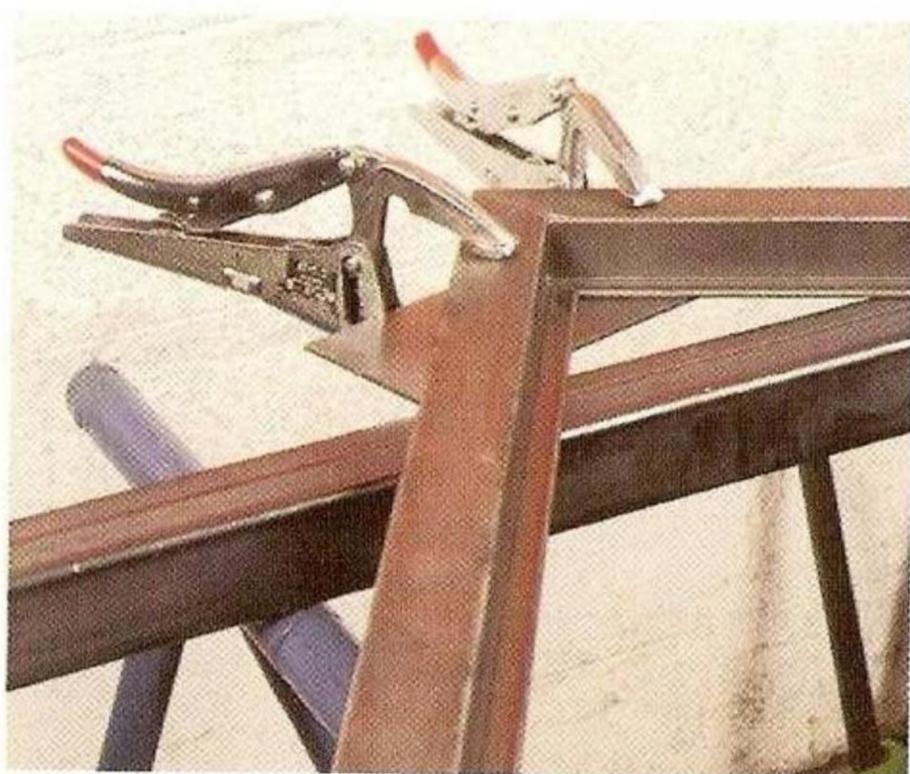
C



B



D



Ensamblado del marco

– Se presentan las dos partes ya ensambladas del marco. Vigile que el conjunto quede nivelado y controle los ángulos B y D con regla y escuadra.

– Se fijan.

– Se dan puntos alternativamente en B y D.

– Se controlan frecuentemente las deformaciones.

– Se sueldan alternativamente B y D.

– Se controlan las deformaciones mientras se va soldando.

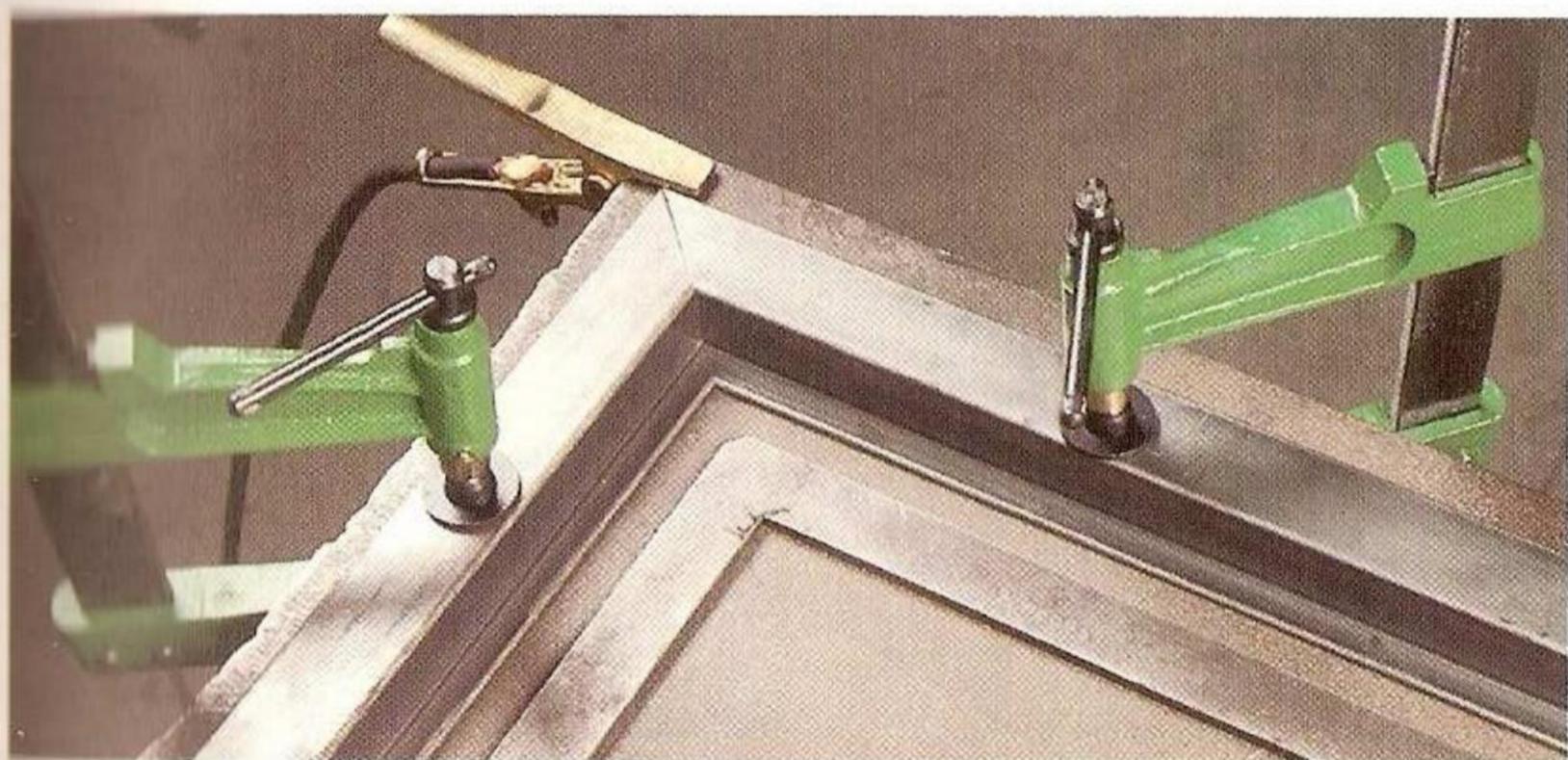
– Se pulen B y D.

Otra posibilidad de fijación local

– Un ángulo se puede fijar localmente con ayuda de una pieza de chapa y sargentos o prensas.

ENSAMBLAR

REALIZACIÓN DE ÁNGULOS EN PERFILES



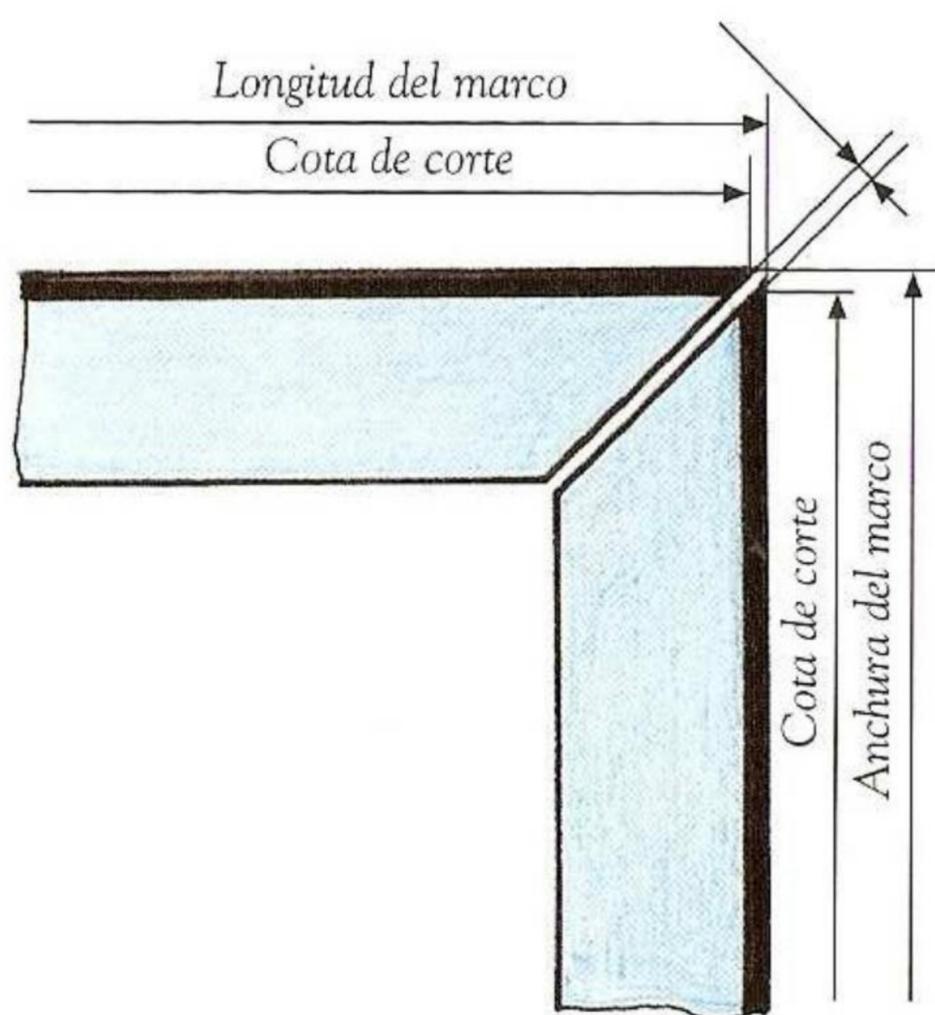
INGLETE

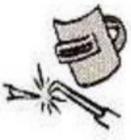
- Es apto para cualquier tipo de perfil, pero su realización es delicada, especialmente si no se dispone de una máquina que pueda cortar a 45° con precisión.

- No se puede hacer en el caso de perfiles complejos.

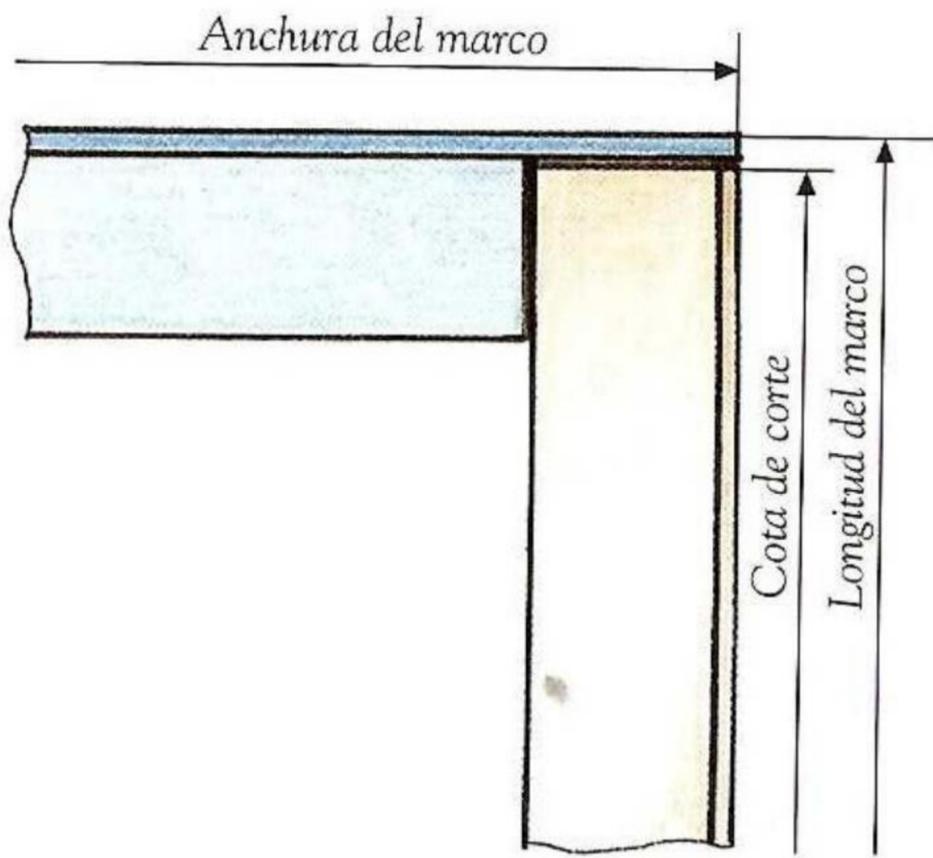
Ejemplo:

Fotografía superior.

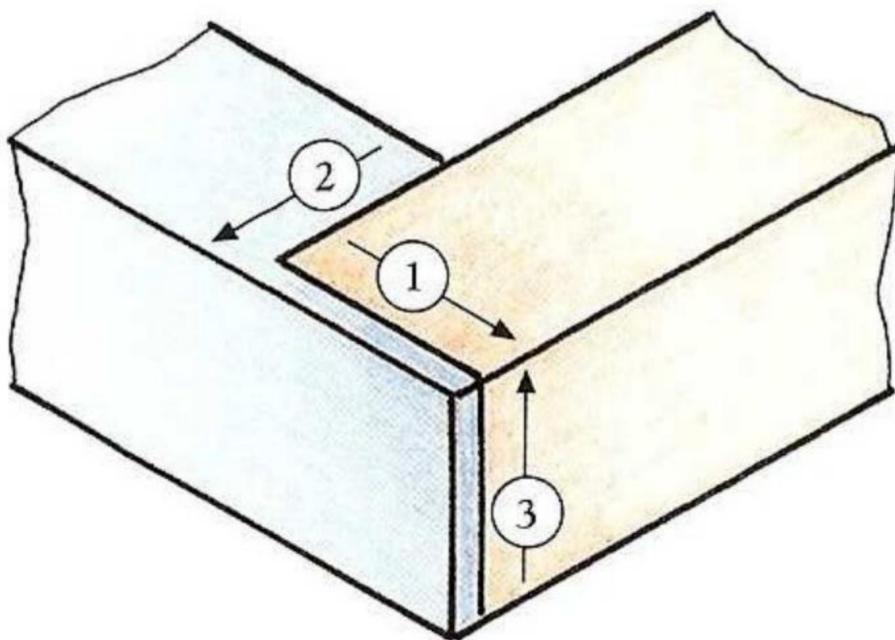




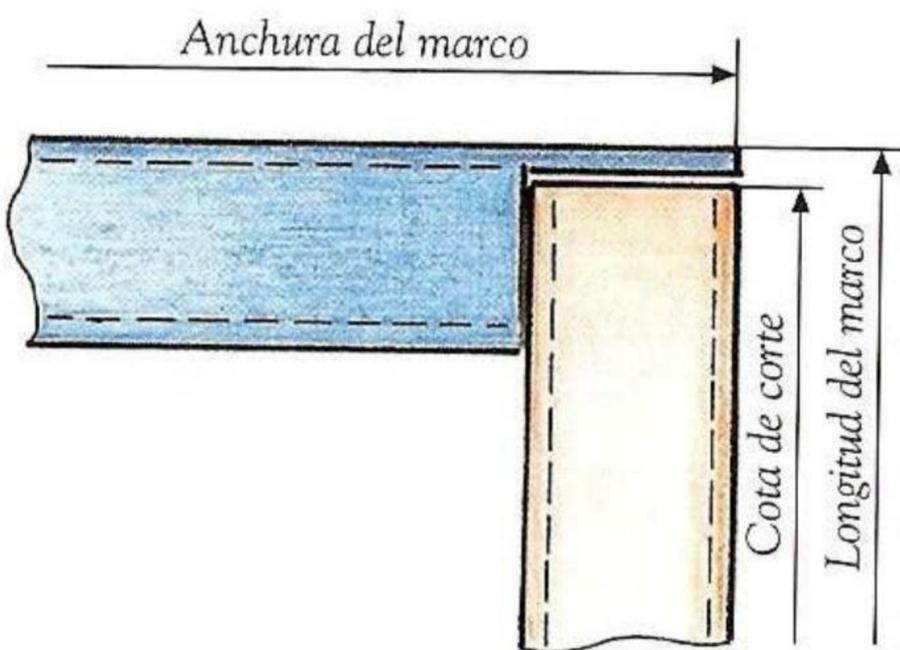
ÁNGULO ESCOTEADO *



– La preparación de este ángulo requiere más tiempo, pero permite mantener unas cotas precisas durante la fijación de las piezas y durante la soldadura.



– Sentidos de soldadura recomendables para evitar los desmoronamientos del final del cordón.

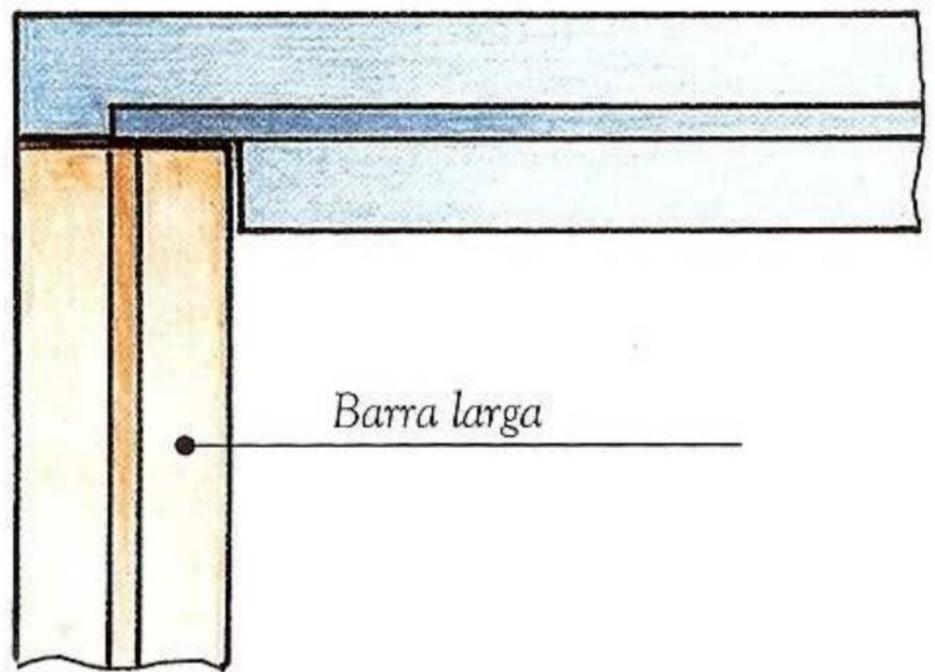


– El método es el mismo cuando se trata de un ángulo con tubo cuadrado.

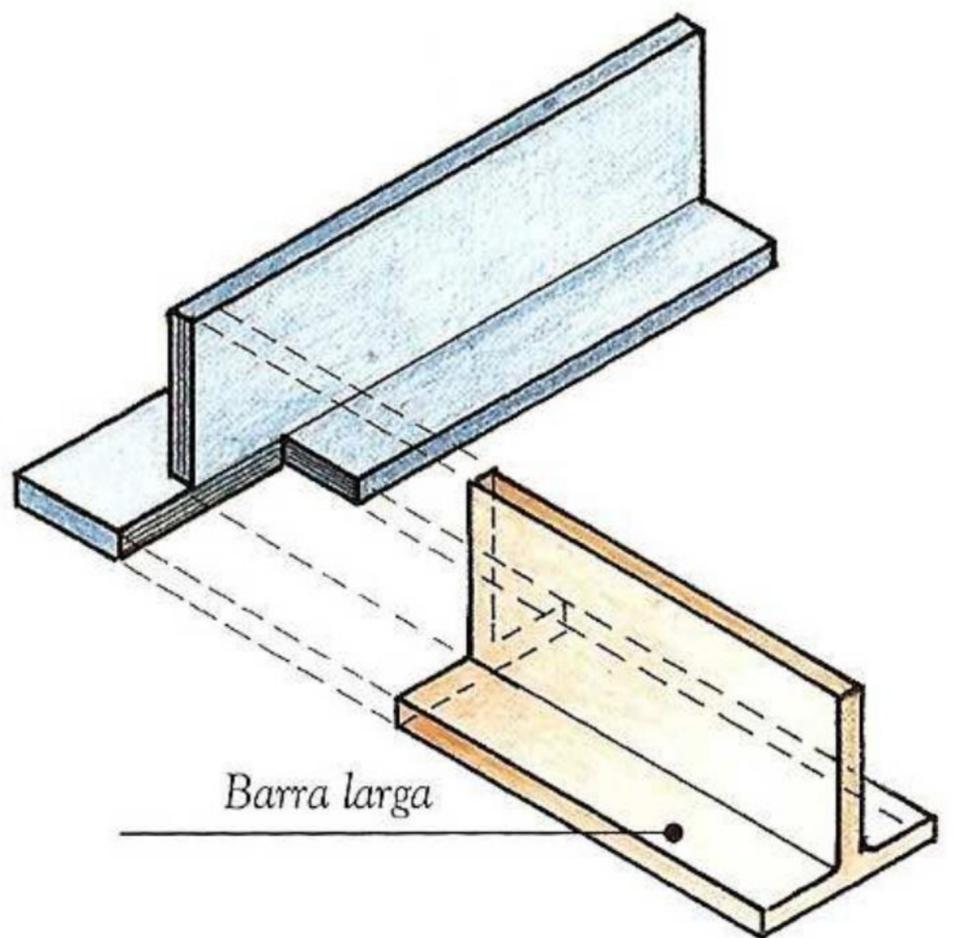
* Véase glosario.



– Variación en un perfil en T.

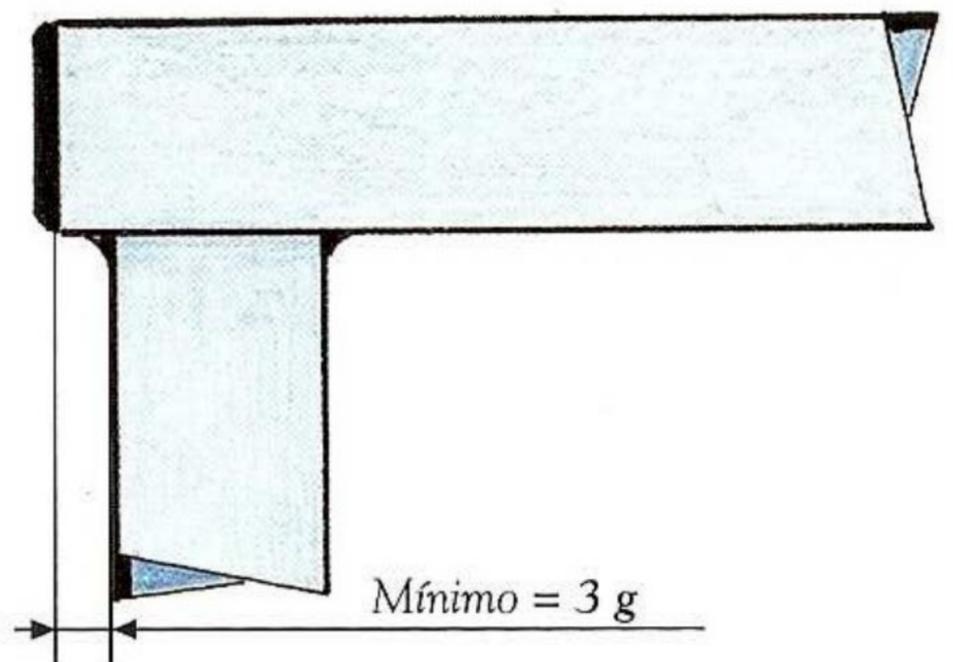


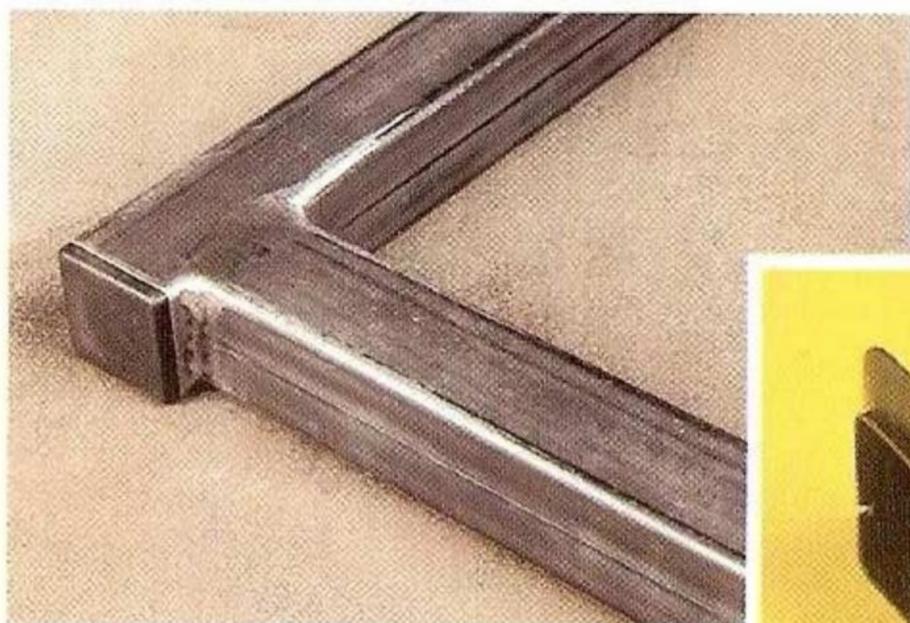
– En este ejemplo, sólo se recorta una de las barras. Este método se recomienda cuando una de las dos barras es muy larga y, por tanto, difícil de manejar.



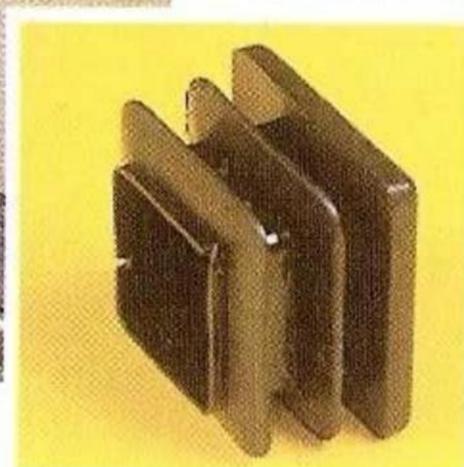
ÁNGULO EN T CON TUBO CUADRADO O RECTANGULAR

– De realización muy sencilla, se trata de una unión muy robusta, sobre todo si el extremo del tubo se cierra con un tapón soldado.

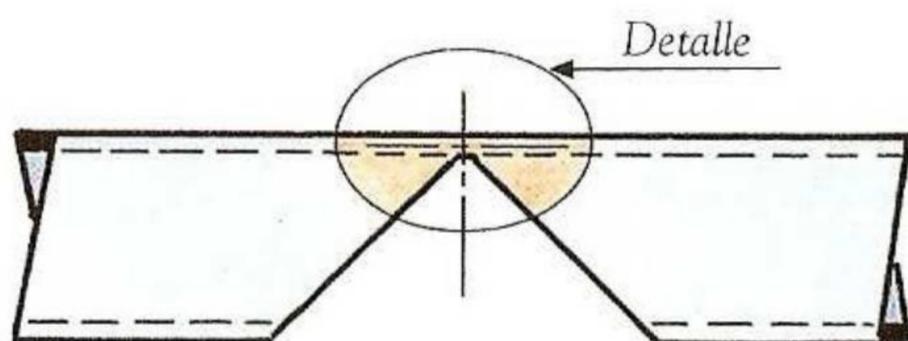




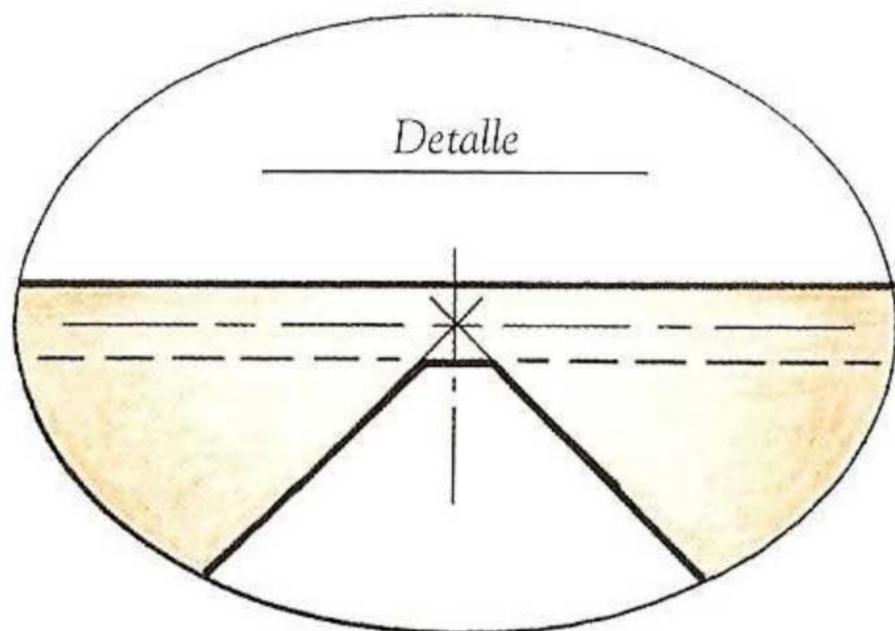
– Si la unión no ha de soportar grandes presiones, se puede dejar el tubo abierto, o bien cerrado con un tapón de plástico.



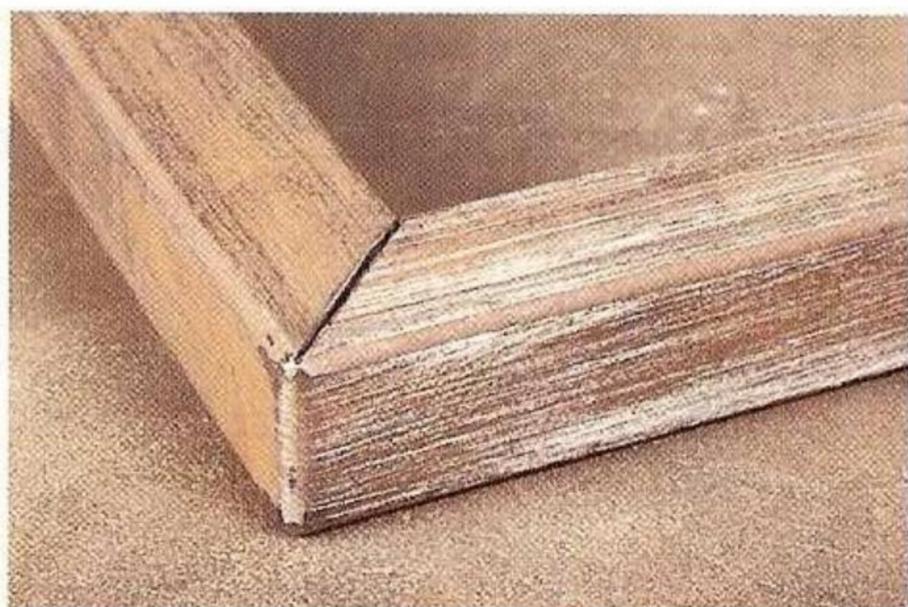
SOLDADURA DE UN ÁNGULO ACODADO REALIZADA EN TUBO CUADRADO O RECTANGULAR



– Recortar el tubo.



– Detalle del trazado. El punto de corte se sitúa en el eje del espesor del ala, lo que hace que sea como doblar una pieza plana.



– Doblar y ajustar con el martillo.

– Soldar.



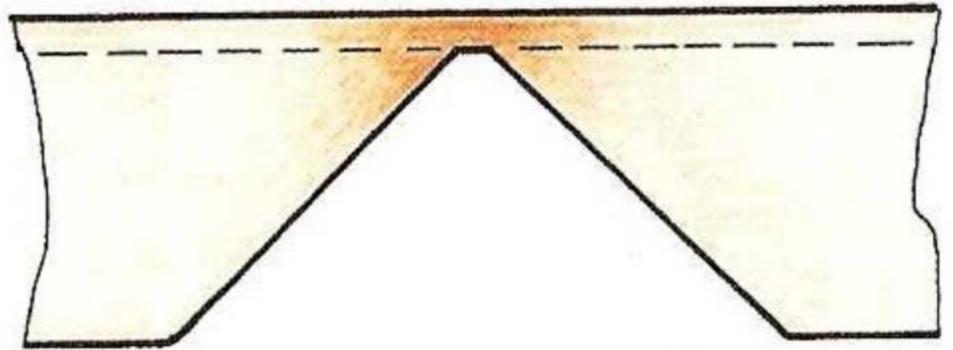
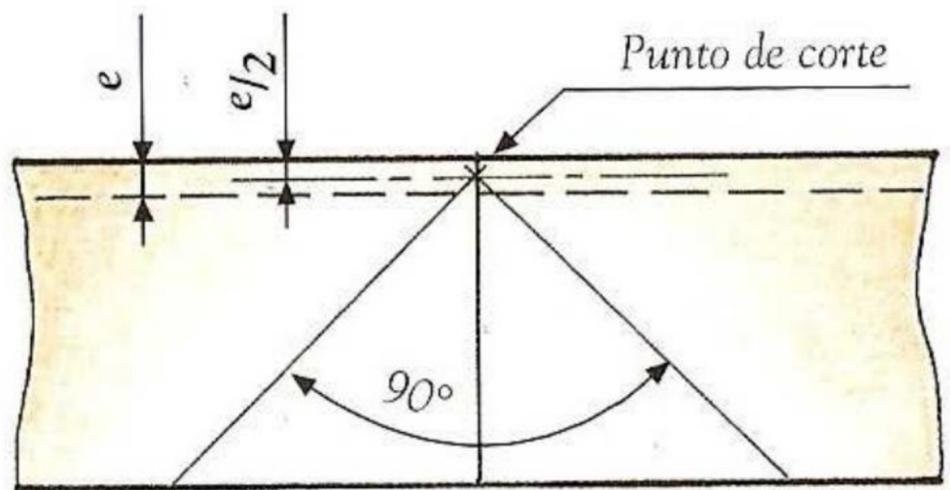
WELDING OF A 90° BENT ANGLE MADE WITH AN ANGLE PROFILE

VARIANTE Y PARTICULARIDAD



Trazado de un ángulo a 90°

– Se puede ver que el punto de corte del ángulo a 90° se sitúa en el centro del espesor del ala.



Escoteo *

– Se ha de tener cuidado para no dañar la otra ala.

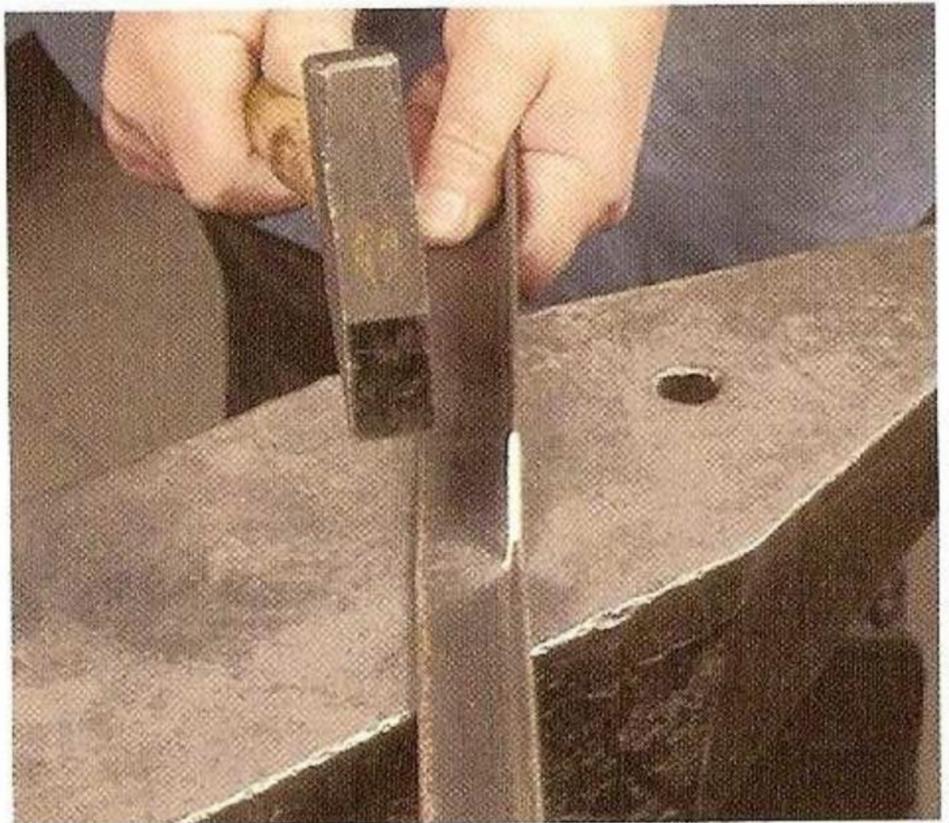
Predoblado

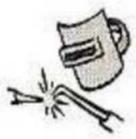
– Realizando un contraplegue mediante alargamiento por el exterior del ala con el martillo se consiguen mejores resultados.

Advertencia

A falta de yunque se puede utilizar un tas similar al de la página 50 o una pieza de raíl.

* Véase glosario.





Plegado

– A continuación se rectifica con el martillo.



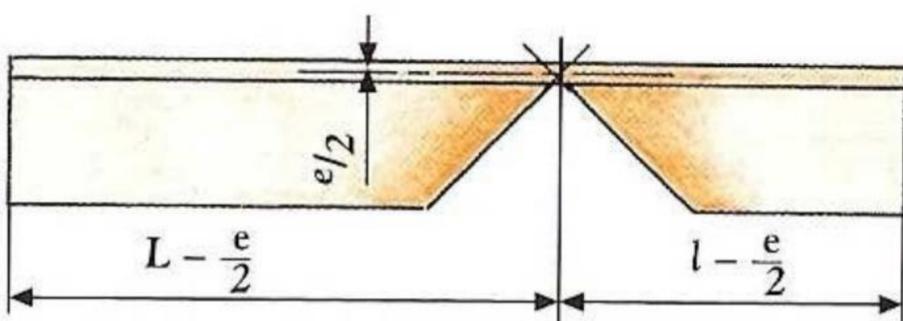
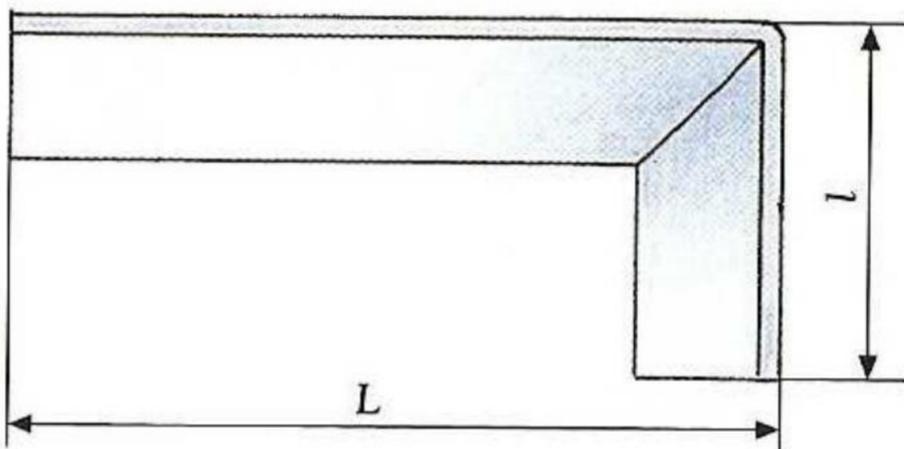
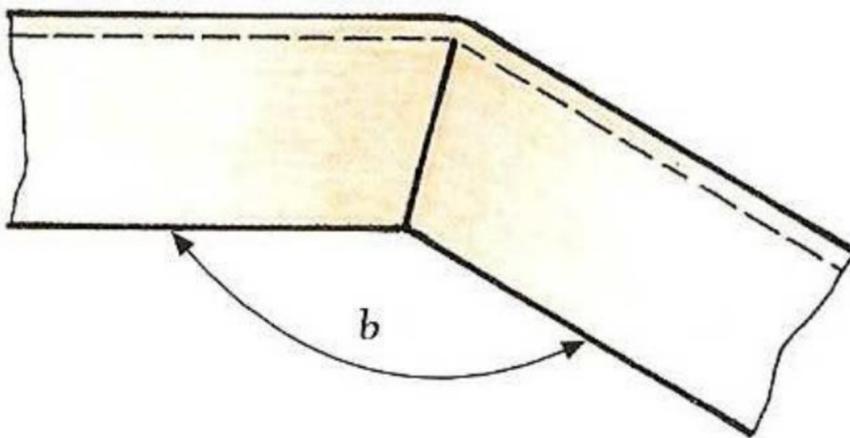
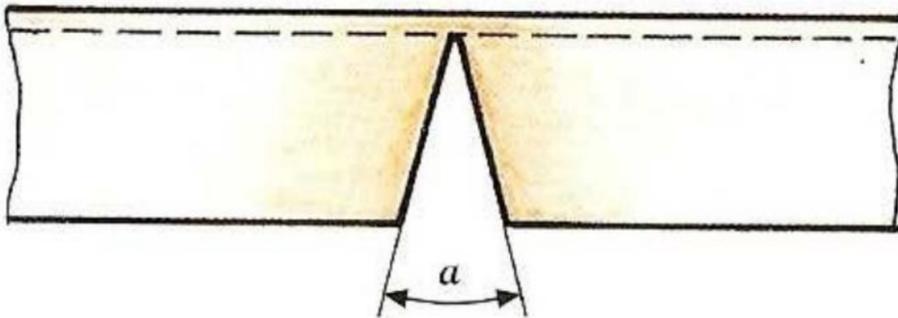
*Si no quiere que el tornillo del banco deje huellas en el metal, proteja las mordazas * con un par de piezas de metal blando.*

Soldadura

Valor del ángulo de corte

– El corte del ángulo «a» se realiza en función del ángulo de plegado «b» que se calcula con la fórmula:

$$a = 180^\circ - b$$



Calcular el desarrollo del trabajo, teniendo en cuenta:

– Lo que se quiere conseguir.

– Lo que hay que preparar.

Nota

Este método también se puede aplicar con tubos.

** Véase glosario.*

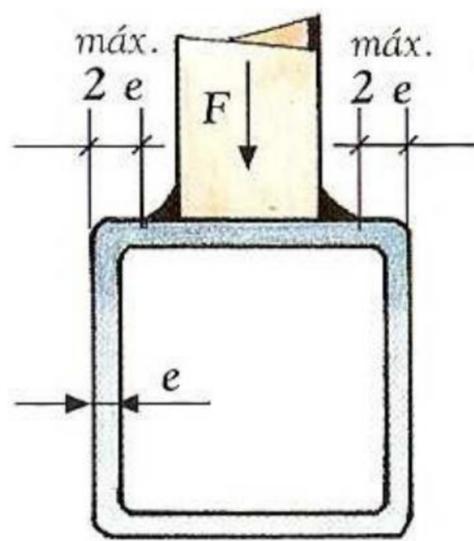
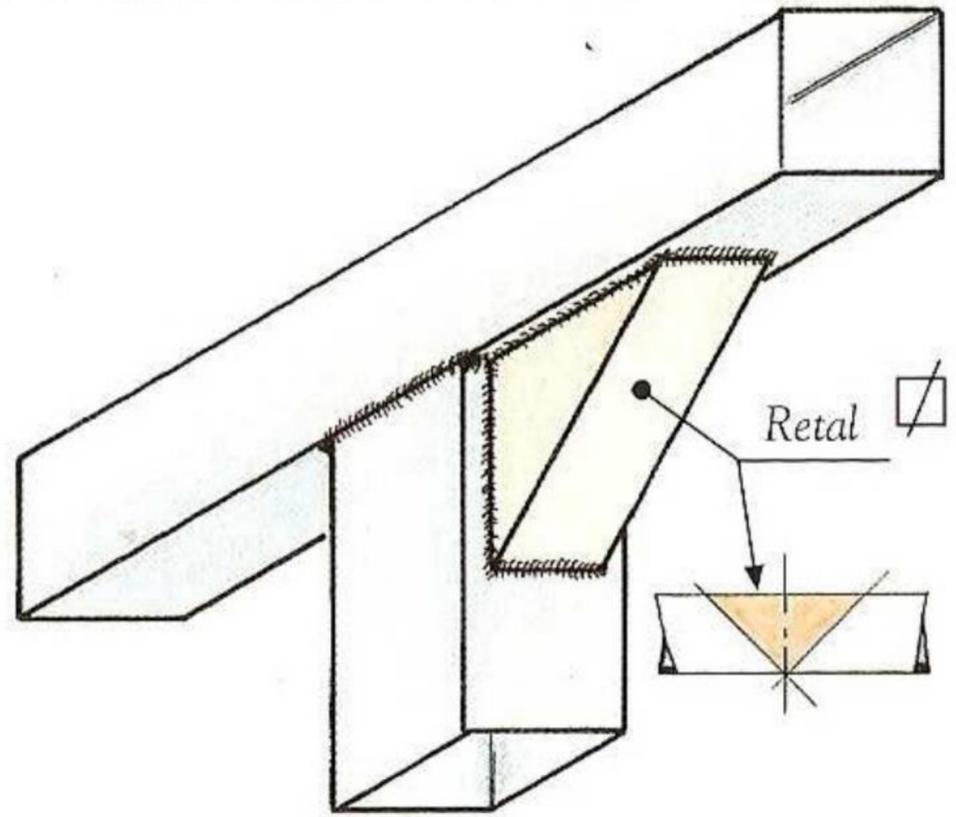


REFUERZO DE UN ÁNGULO FORMADO POR TUBOS CUADRADOS O RECTANGULARES

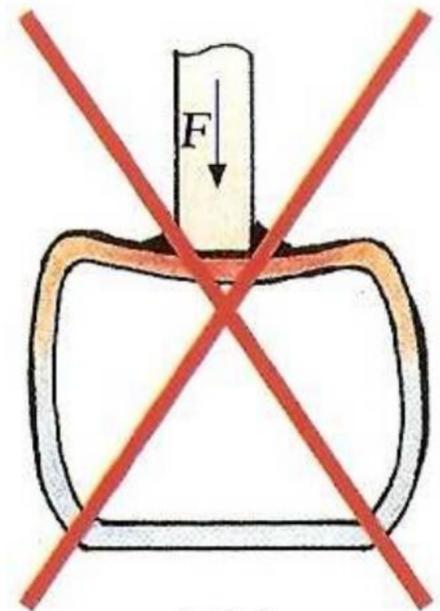
Ejemplo: travesaño y montante en tubo cuadrado de 60 x 60.

= Cartela: retal de tubo rectangular de 60 x 40.

= Para que el conjunto sea más resistente, es preferible utilizar un refuerzo con tubo en vez de una cartela hecha con chapa.



Bien



Mal

CONFECCIÓN DE UN MARCO

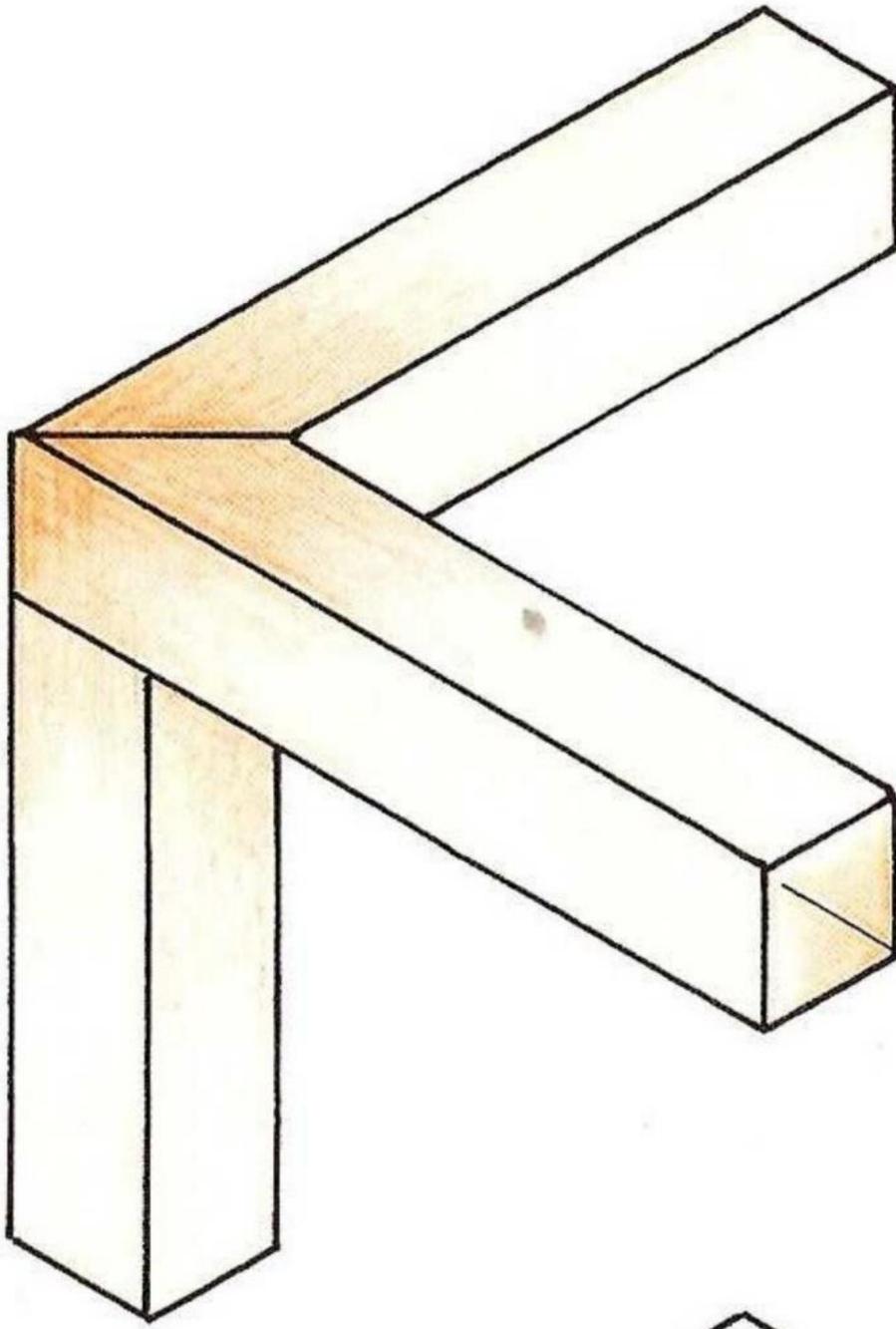
= Sea cual sea el perfil empleado o el tipo de ángulo elegido, el método para confeccionar un marco es siempre el mismo. *

* Véase el método de ensamblaje de un marco en las páginas 52, 53 y 54.





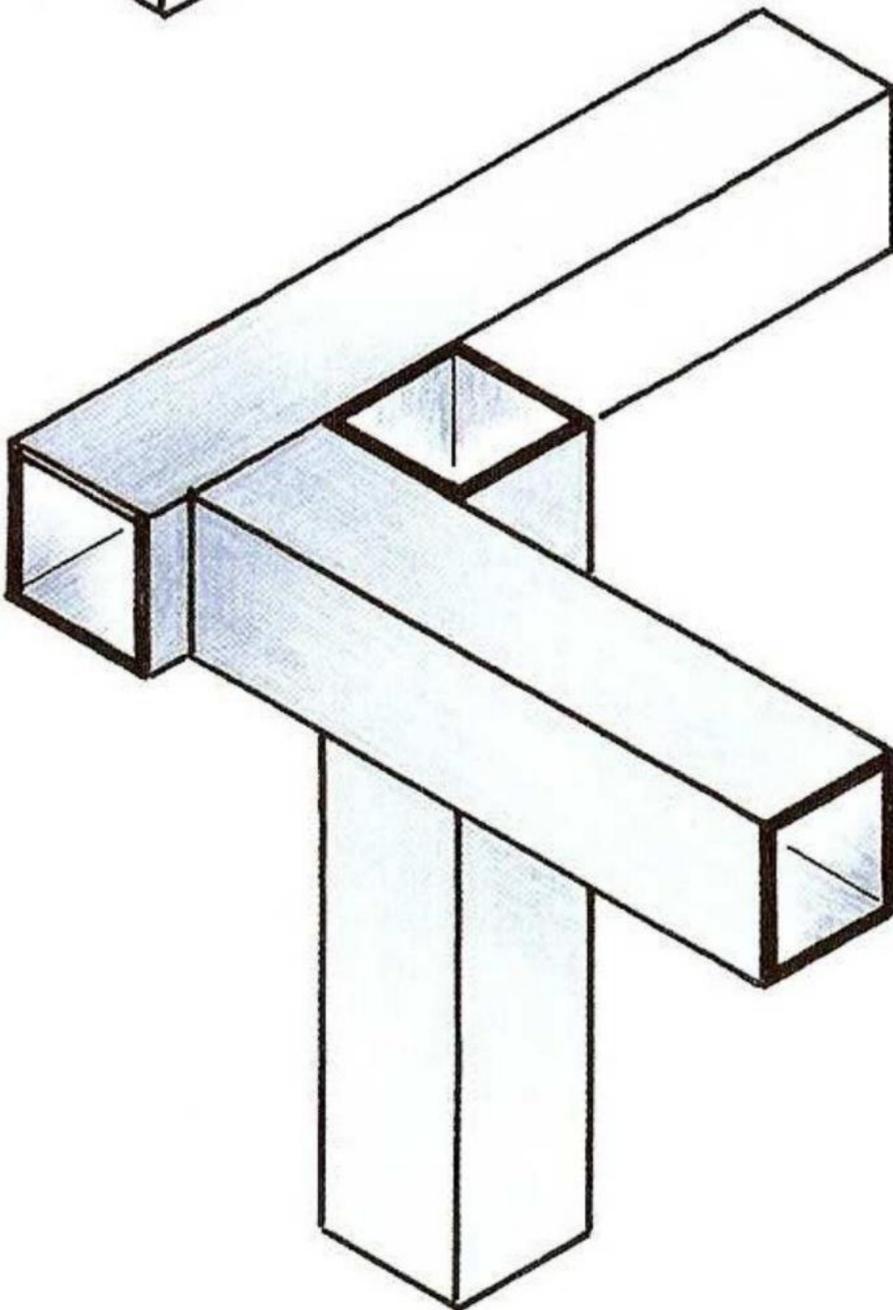
SUGERENCIAS



Buscar uniones sencillas

Ejemplo: esquina de unas patas de mesa.

– Ensamble posible, pero complicado.

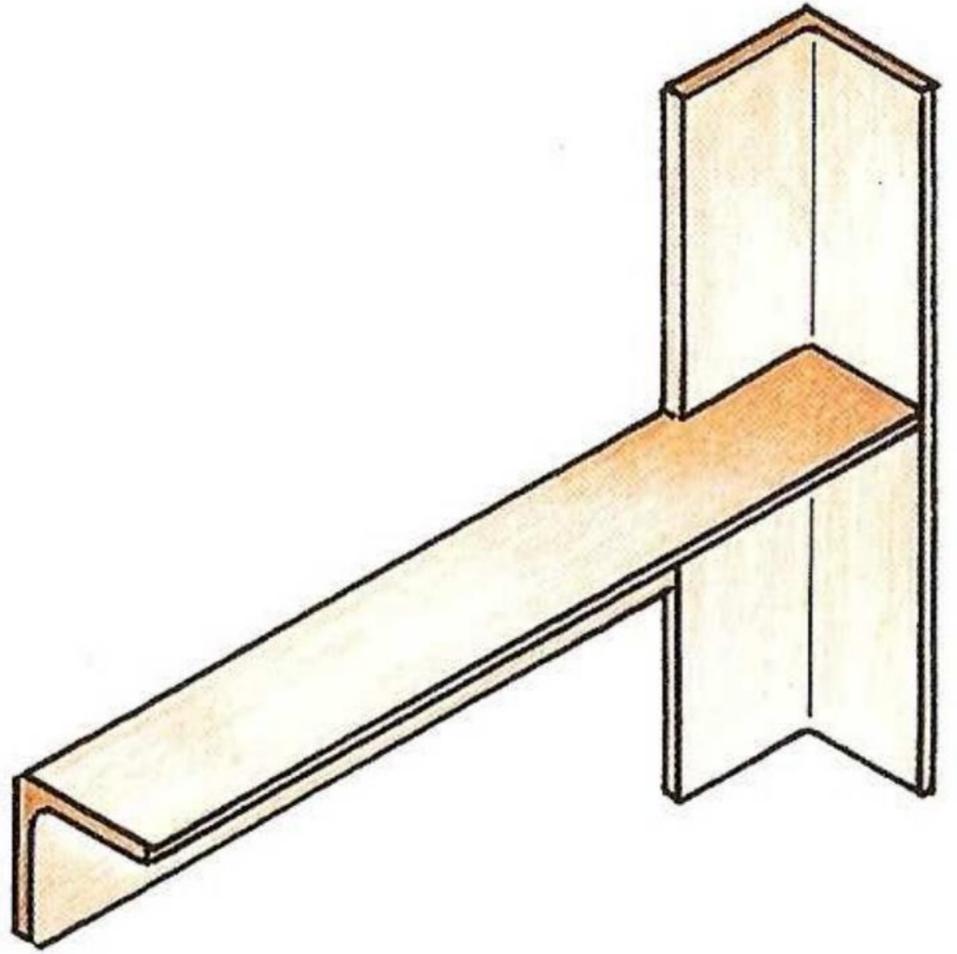


– En este ensamble, los cortes y las soldaduras son mucho más sencillos de realizar, y el conjunto es más resistente.



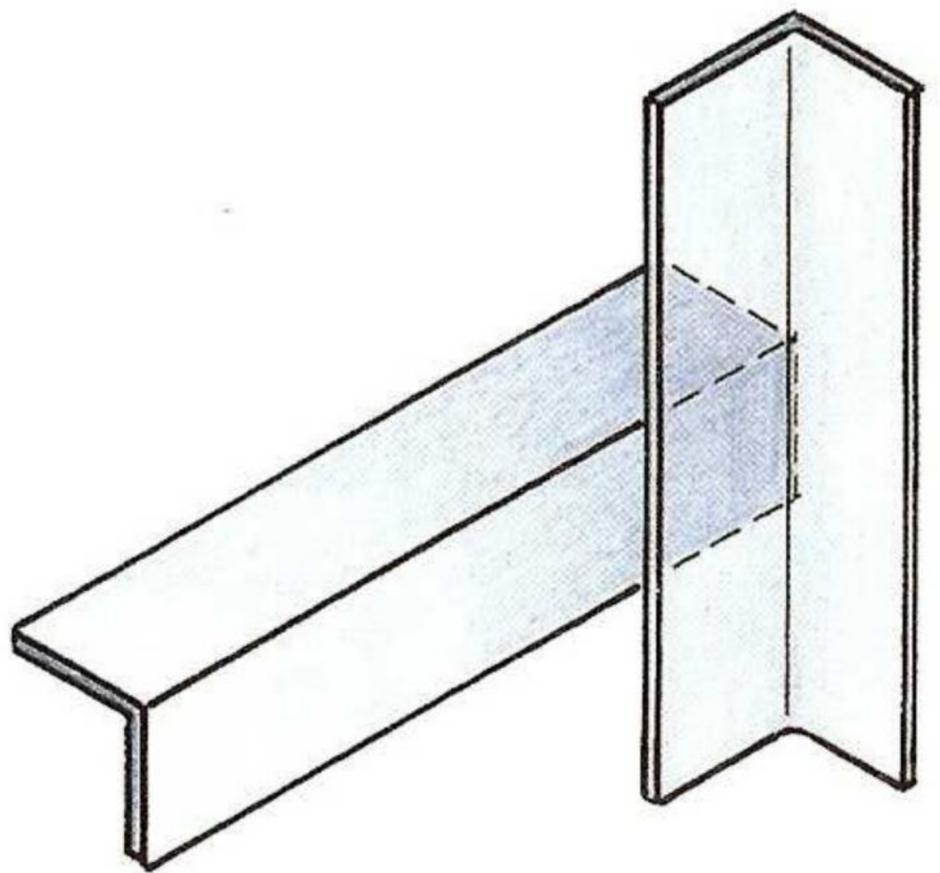
Otro ejemplo: soporte para estante en esquina.

– Ensamble posible, pero se tiene que escotear el travesaño.



– Unión mucho más sencilla de preparar y soldar.

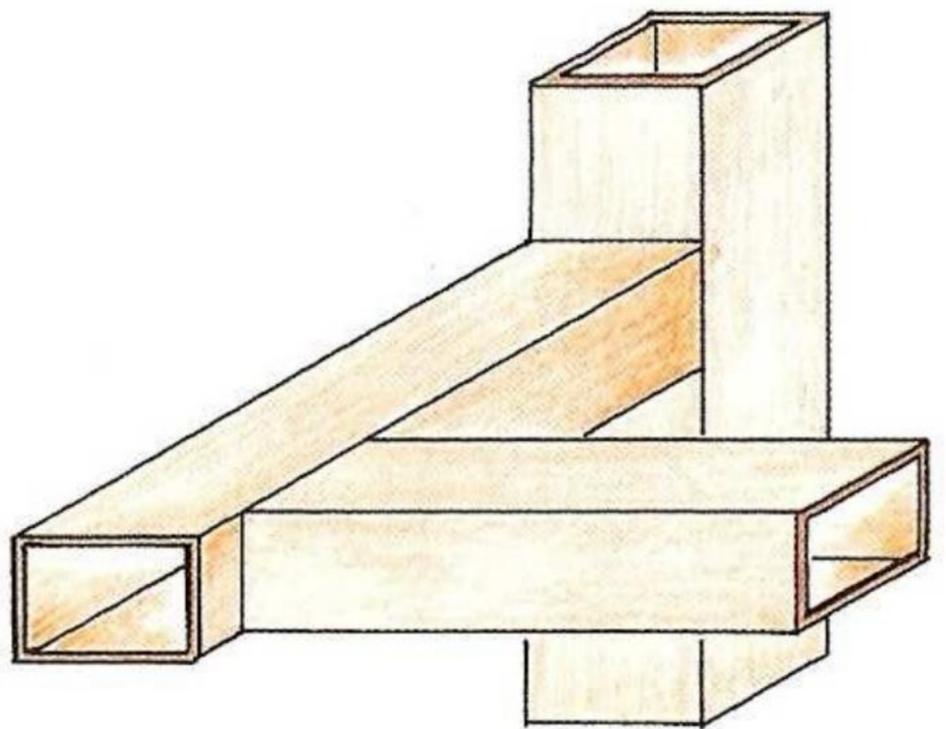
Dependiendo del rincón, el travesaño puede situarse por el exterior, como puede verse en el dibujo, o por el interior. En este caso su sección será ligeramente menor o desigual. (Véase el cuadro de la página 92).



Utilizar secciones distintas

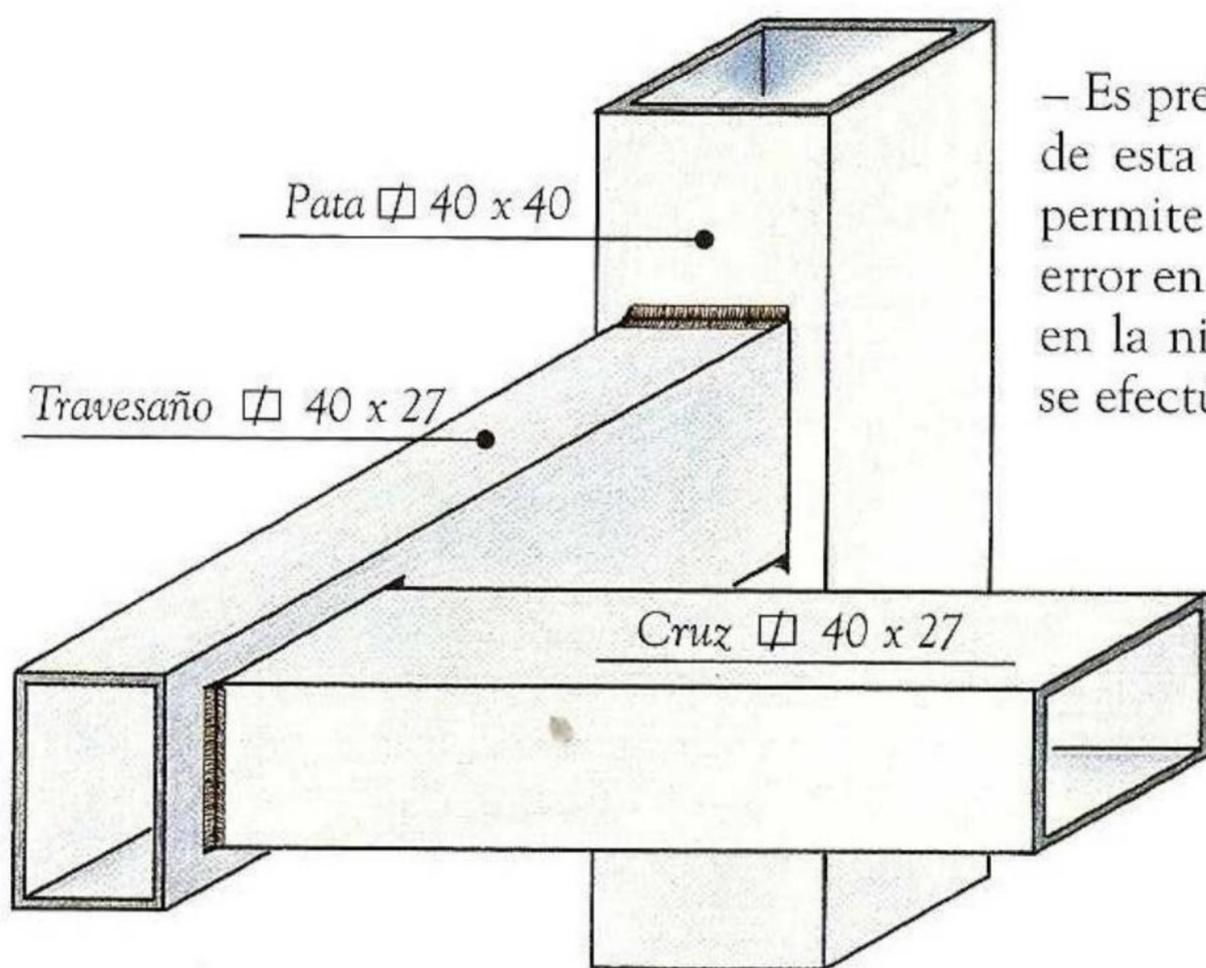
Otro ejemplo: cruz de las patas de una mesa.

– Ensamble posible, pero delicado tanto para montar las piezas que lo componen como para enrasar las soldaduras.

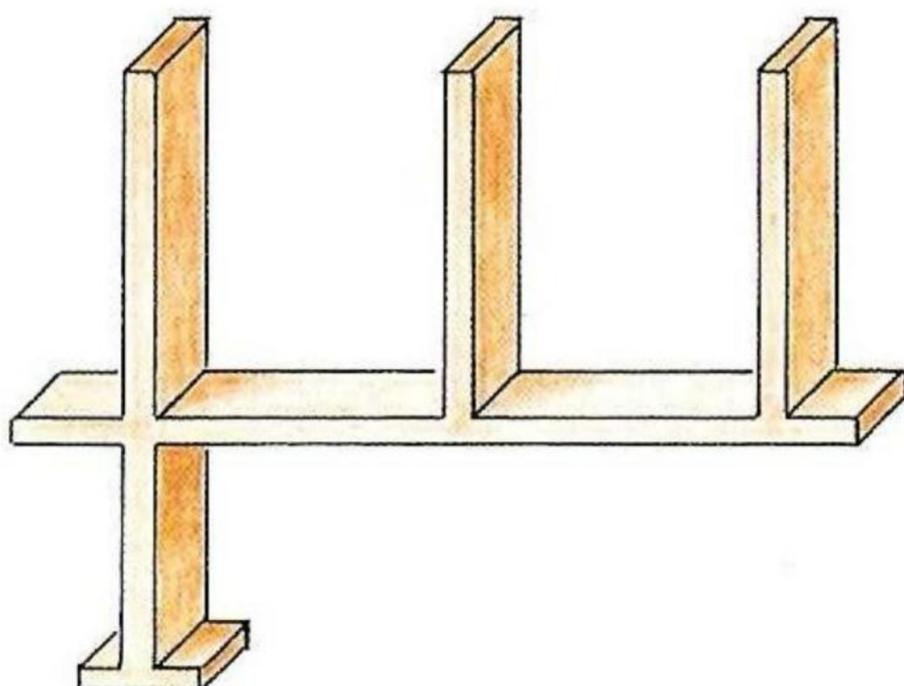




ENSAMBLAR

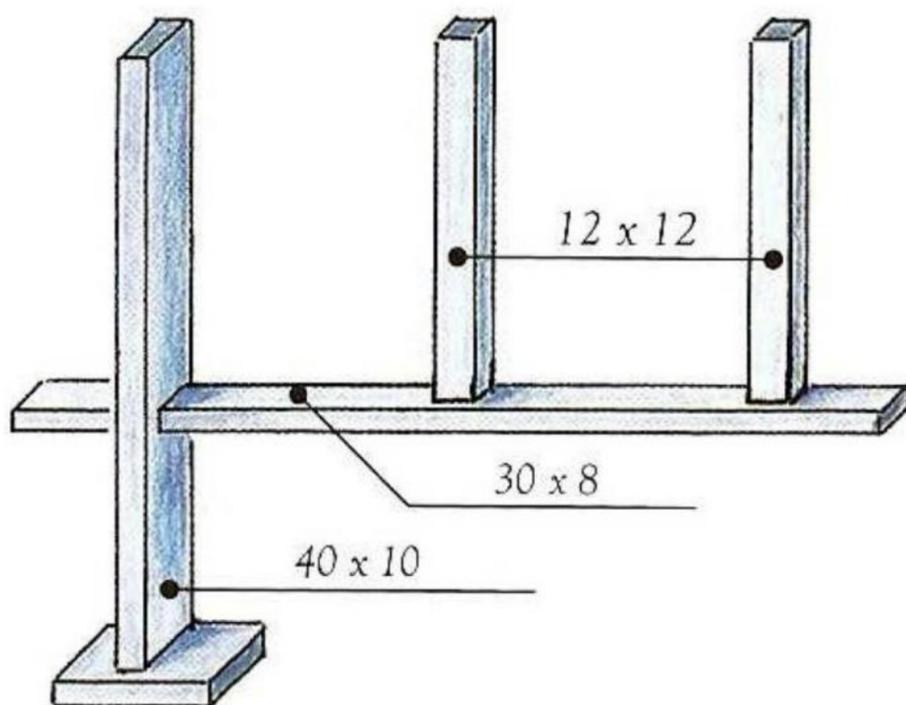


– Es preferible ensamblar de esta otra forma, pues permite cierto margen de error en las dimensiones o en la nivelación, cuando se efectúa el montaje.



Otro ejemplo: barrotes de baranda de balcón.

– Caso posible: todas las secciones son idénticas.



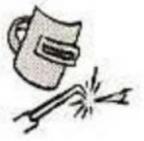
– Preferible.

Pata: pletina de 40×10 .

Travesaño: pasamano de 30×8 .

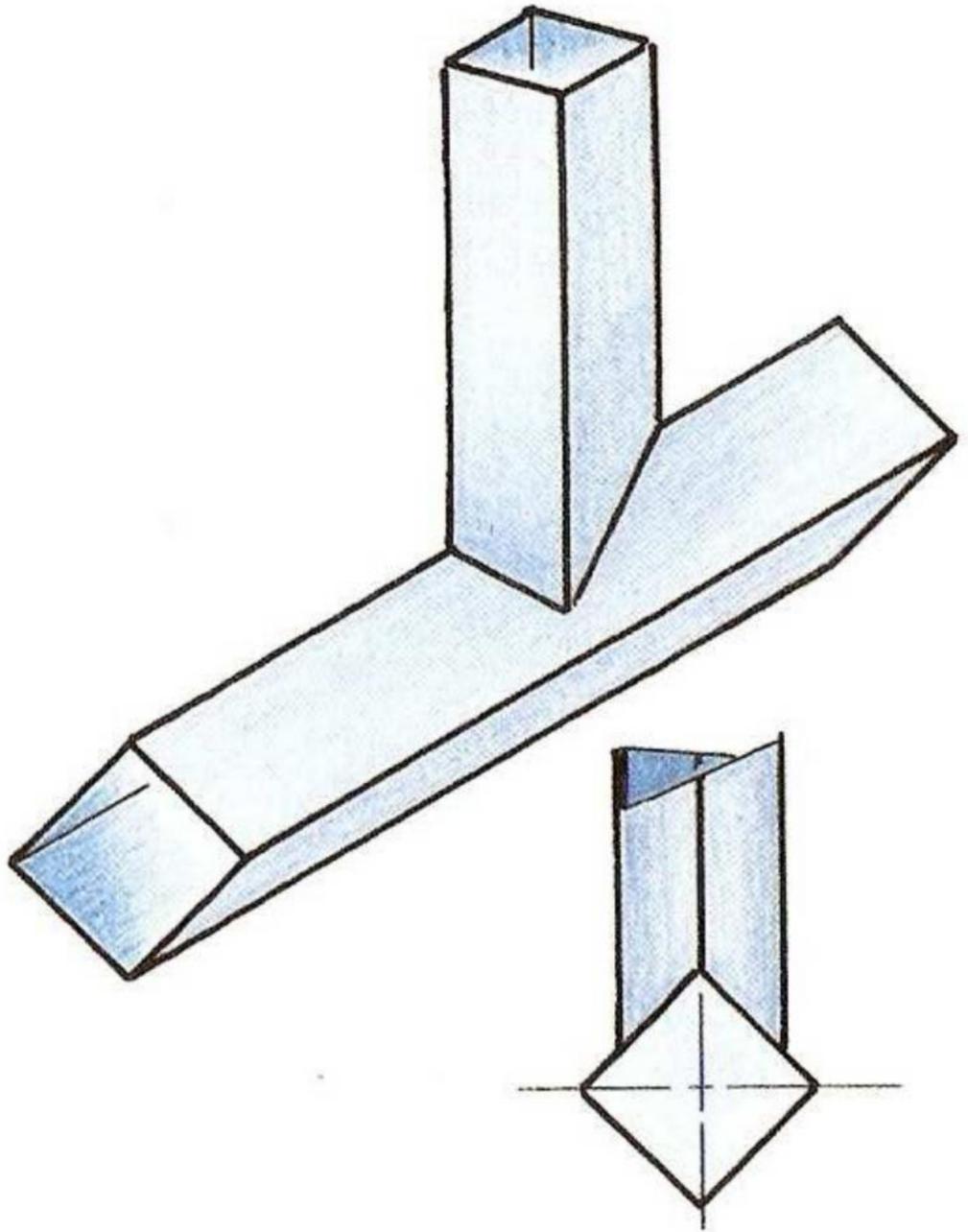
Barrotes: cuadradillo de 12×12 .

– Utilizar secciones distintas permite simplificar el trabajo y, además, el resultado final suele ser más estético.

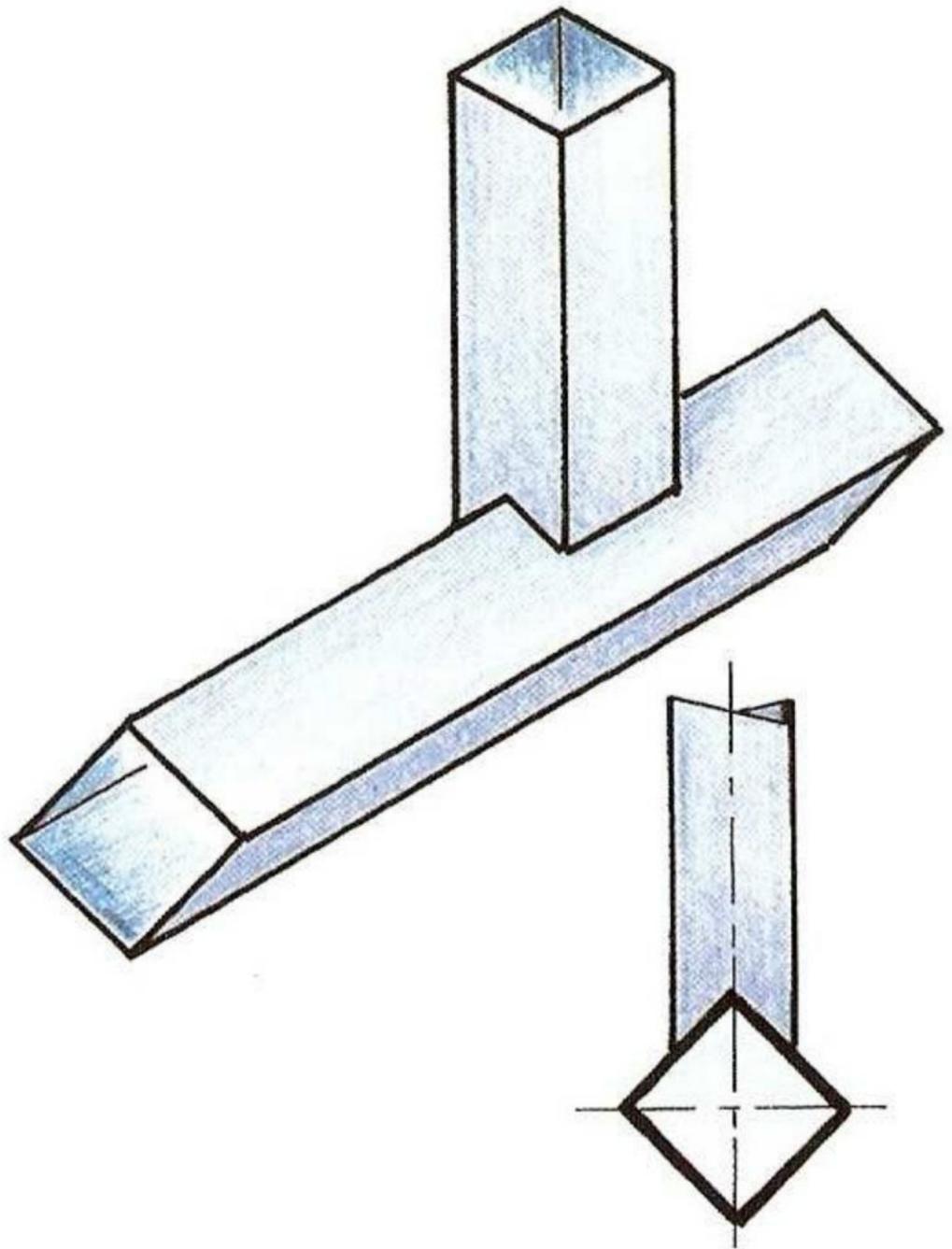


ENSAMBLAJE DE TUBOS CUADRADOS POR UNA DE LAS ARISTAS

Esta sencilla forma de unir los tubos permite realizar originales composiciones. El resultado es muy estético.



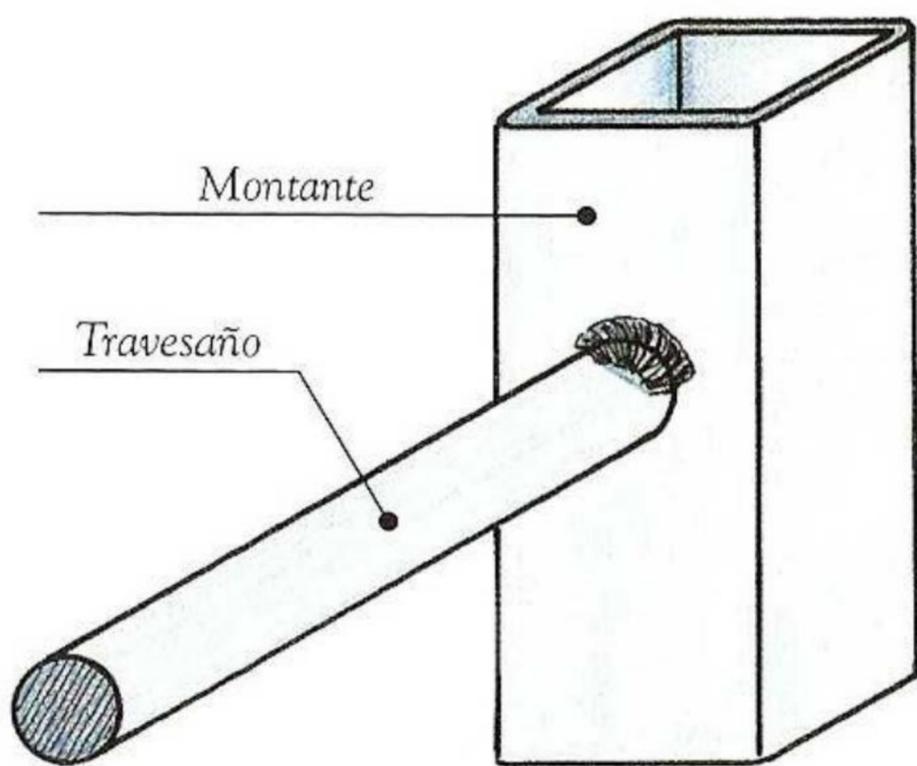
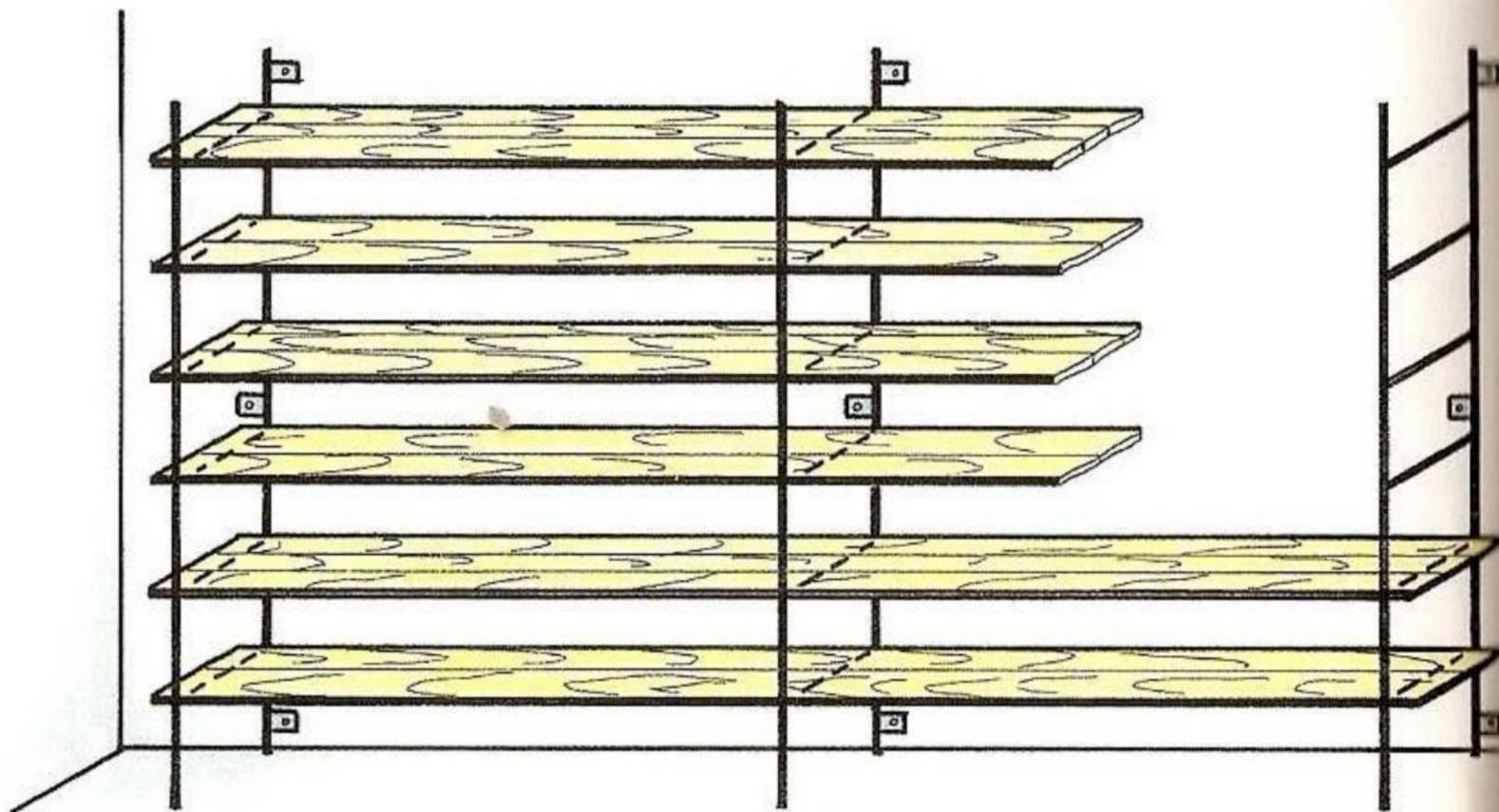
En exteriores, esta disposición de los tubos evita la corrosión, pues favorece la eliminación del agua y el secado natural de la pieza. Por otro lado, como es de fácil acceso, no presenta problemas a la hora de pintar.



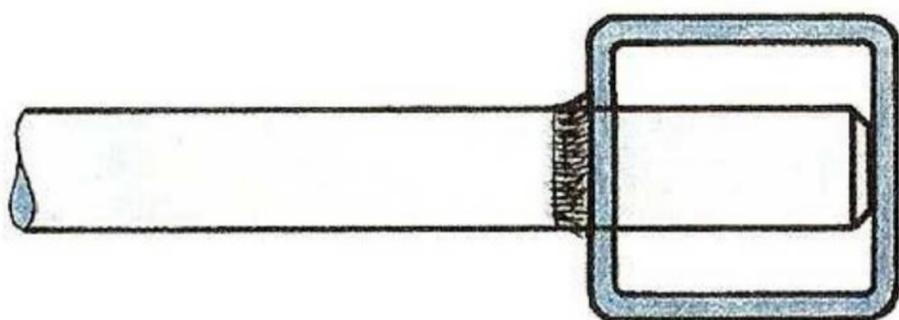


UNIÓN DE VARILLA REDONDA CON TUBO CUADRADO

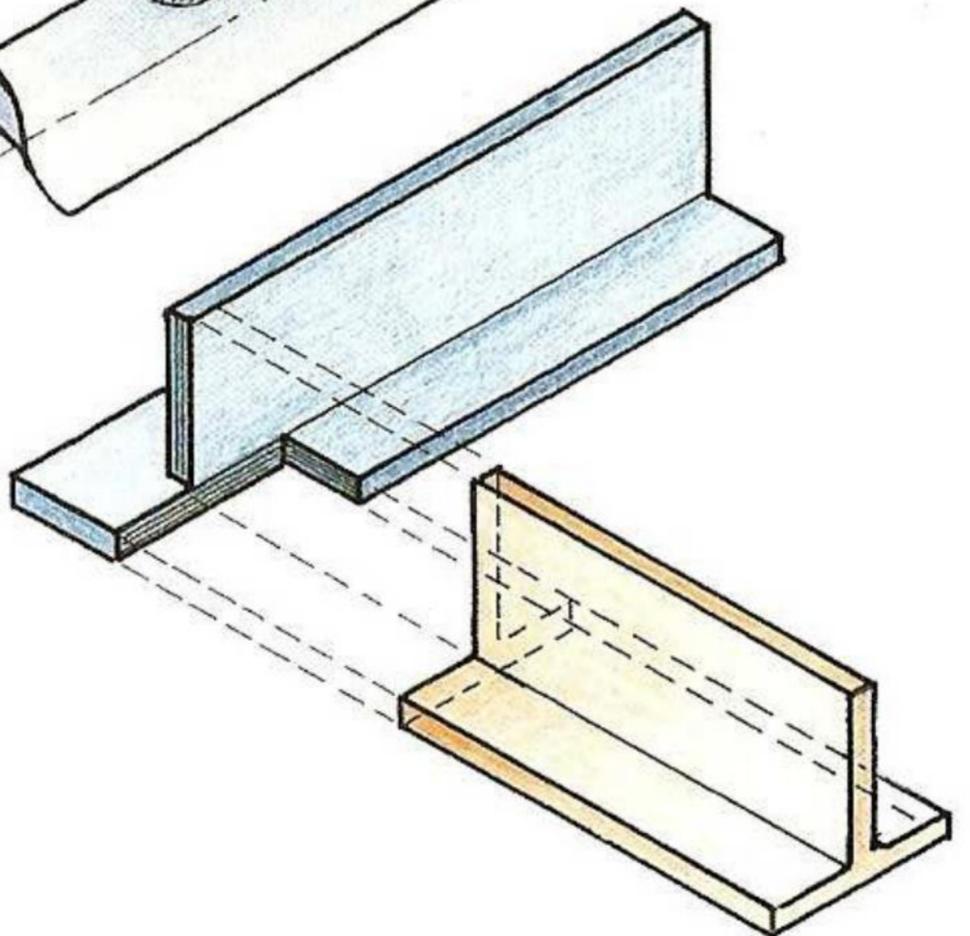
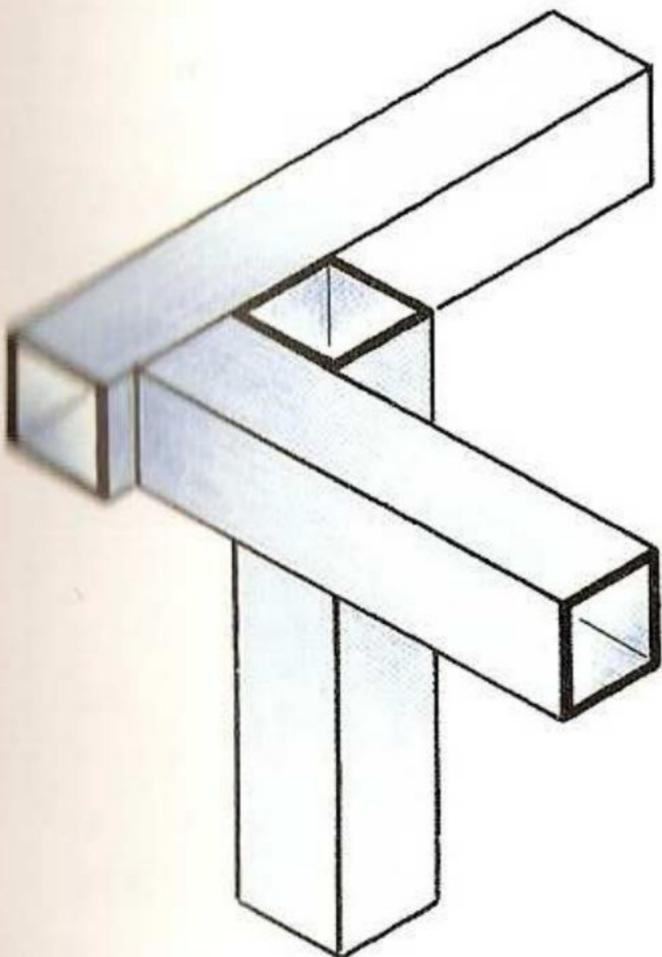
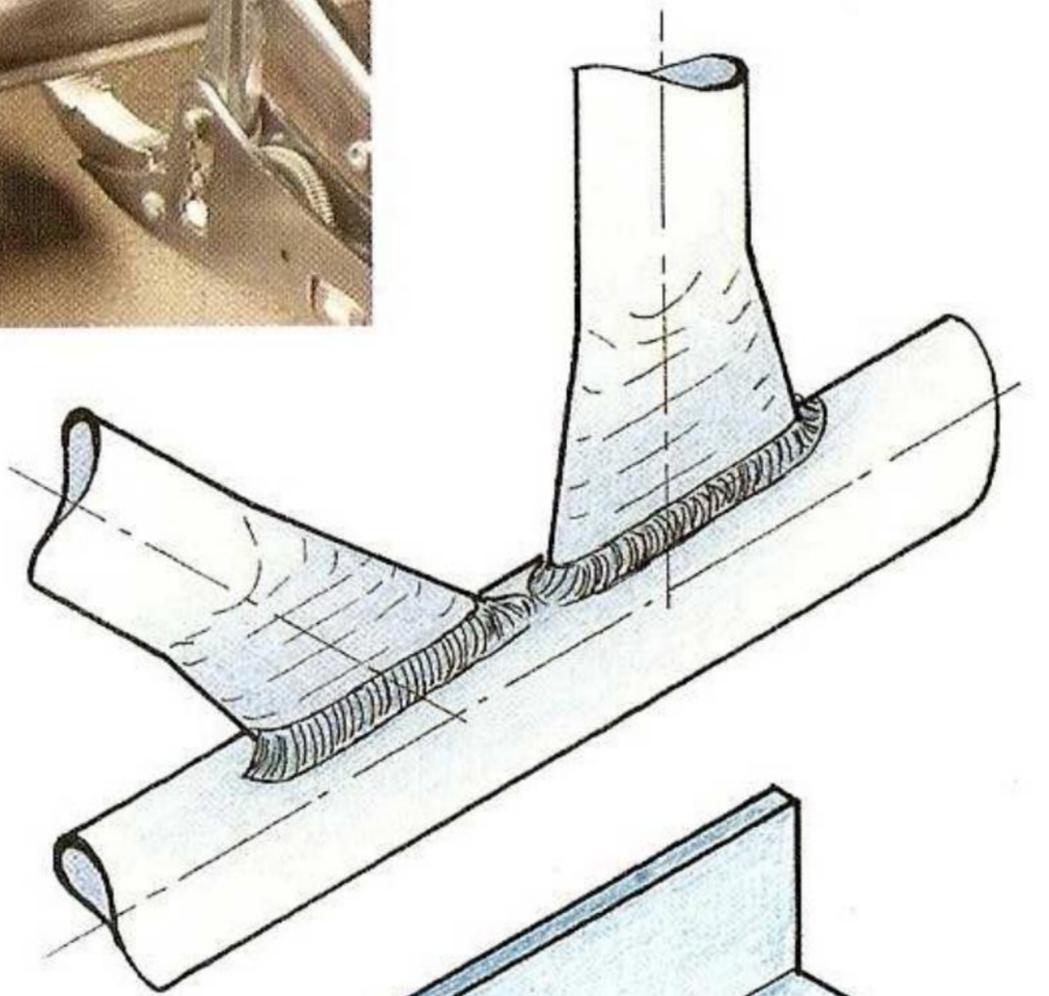
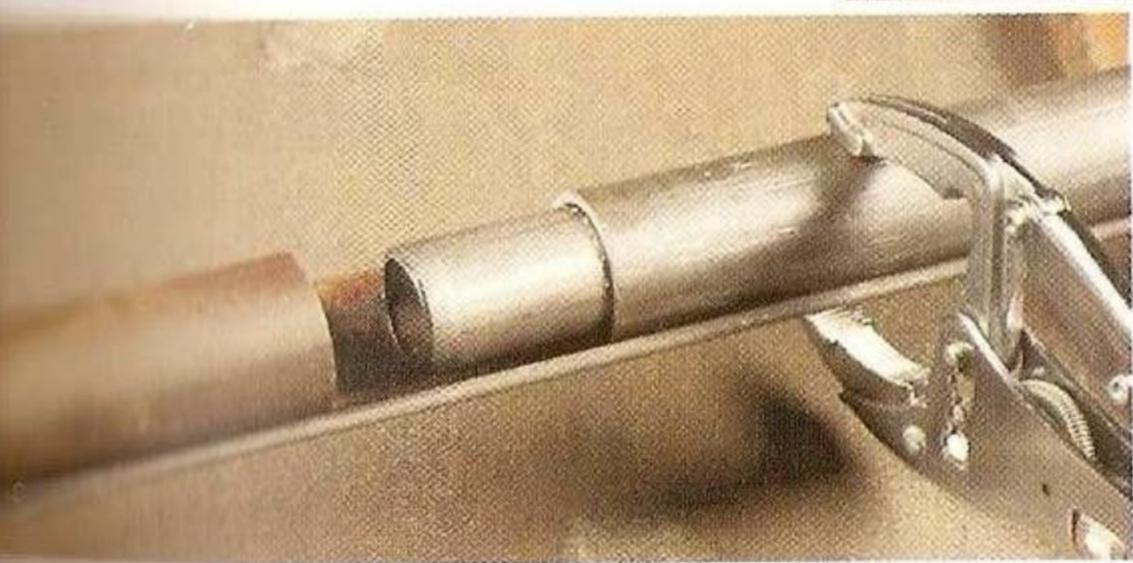
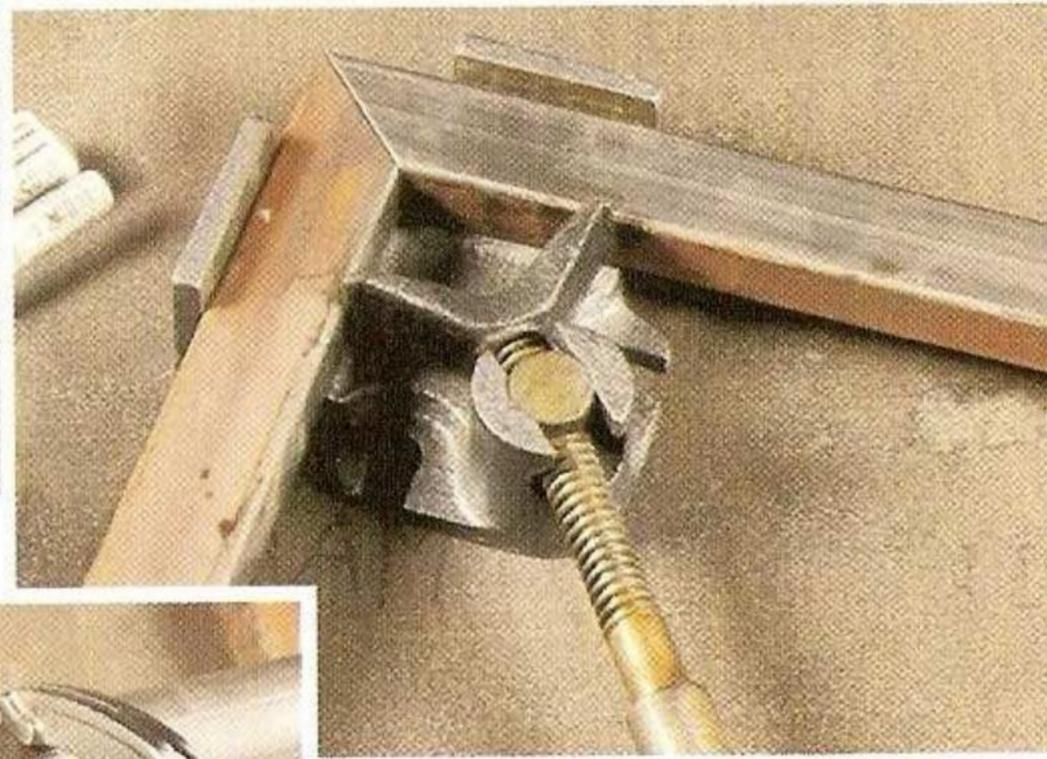
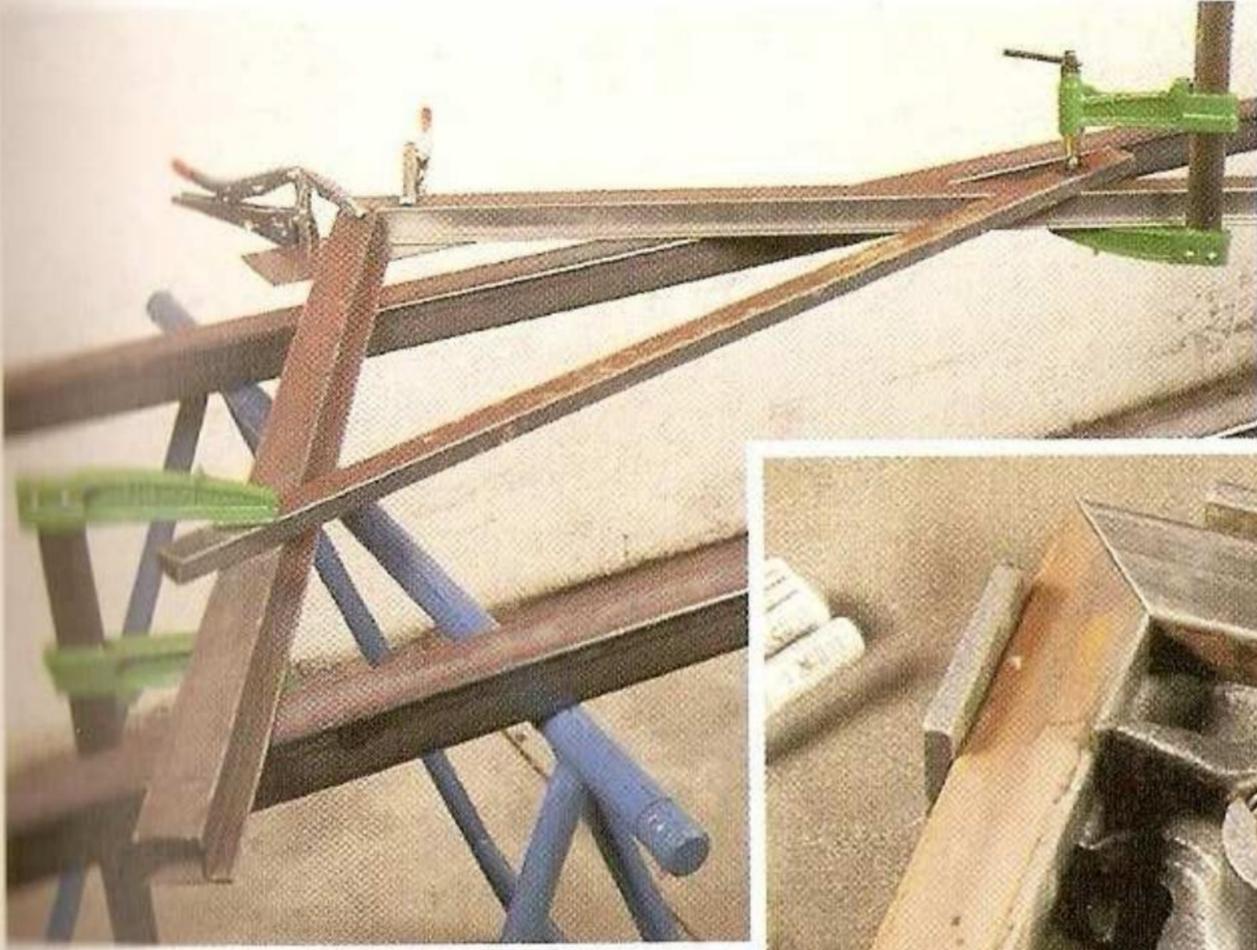
Ejemplo: estanterías.



Un cordón de 10 mm es suficiente, ya que su función, en este caso, es afianzar el conjunto. La resistencia se obtiene, sobre todo, al introducir los travesaños dentro del tubo.

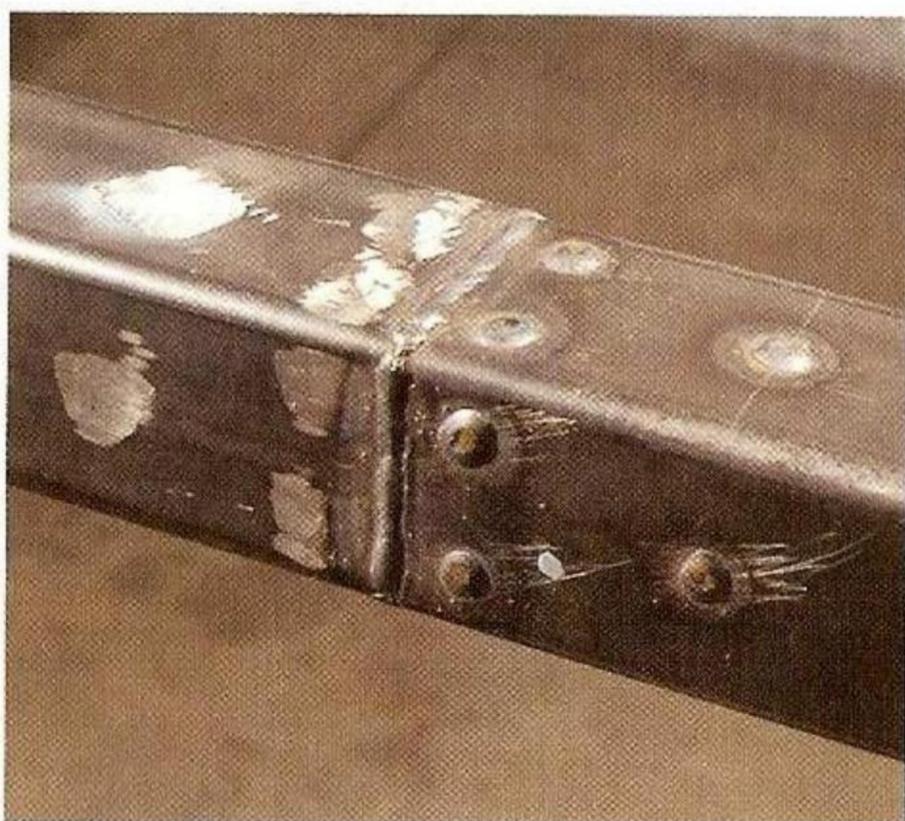


Se puede ver que el travesaño llega hasta el fondo del tubo. Si se corta con precisión, se facilita el montaje a la hora de soldar.





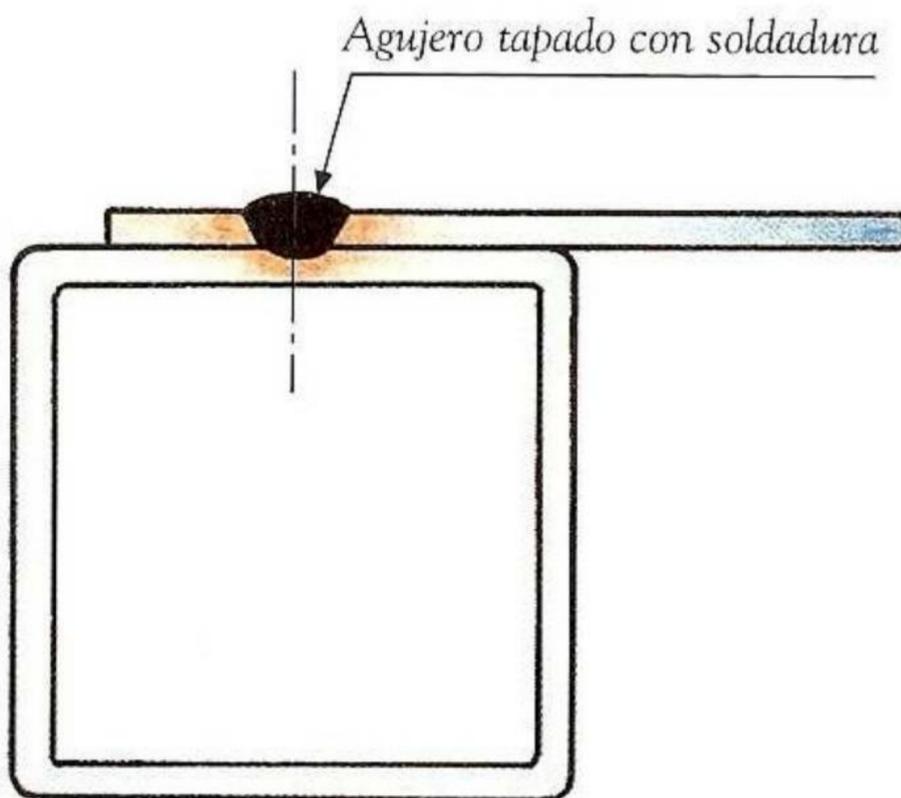
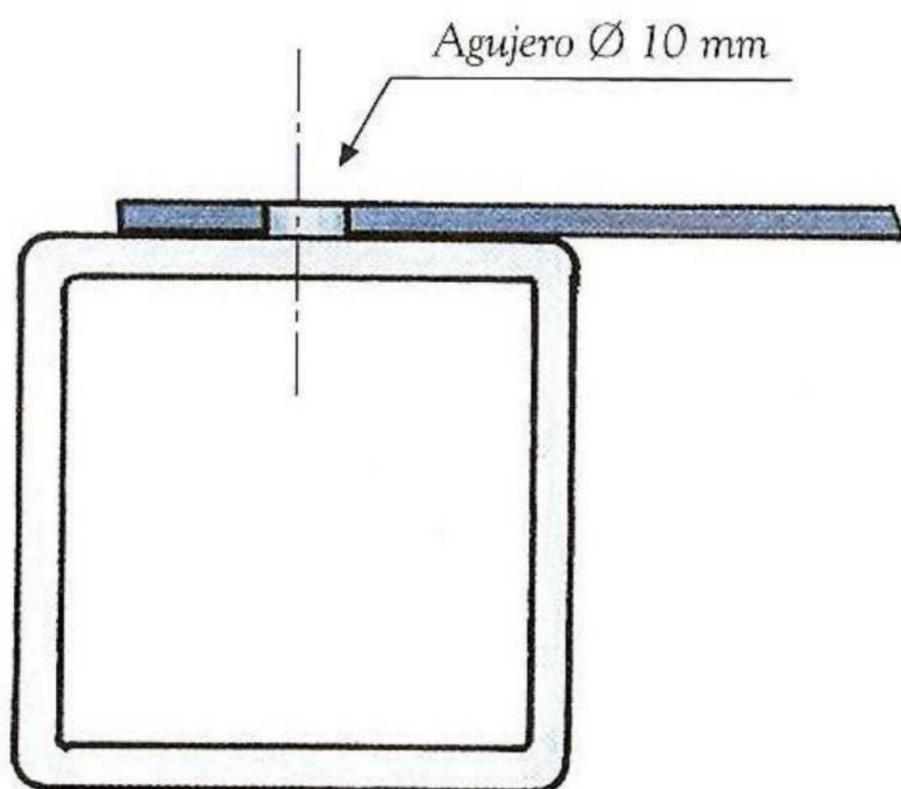
REALIZACIÓN DE DIFERENTES UNIONES



REMACHE SOLDADO

– Este tipo de ensambles facilita la unión de piezas de pequeño espesor, entre sí o con perfiles de mayor envergadura.

– Esta unión es muy estética y no deja rastro una vez pulida.



Ejemplo: unión de una pieza de chapa de 2 mm de espesor a un tubo de sección cuadrada de 40 x 40 x 2.

Método

– Taladrar agujeros de 10 o 12 mm de diámetro en la pieza de chapa.

– Tapar los agujeros con soldadura asegurando bien la unión en el fondo (electrodo de 2,5 mm de diámetro).

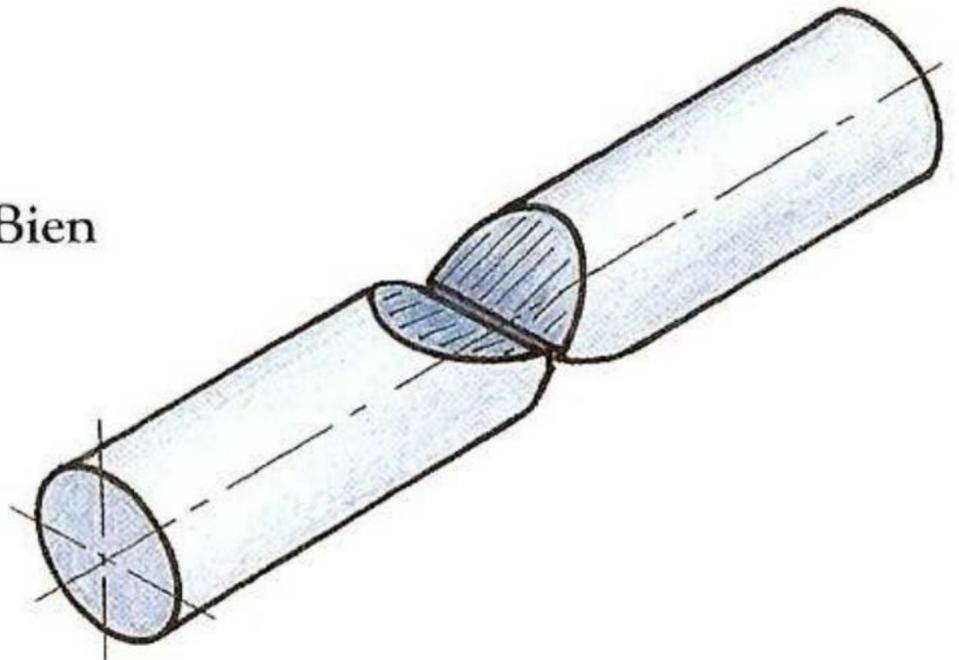
– Al finalizar la soldadura, pulir el punto de unión, si es necesario.



CÓMO EMPALMAR BARRAS

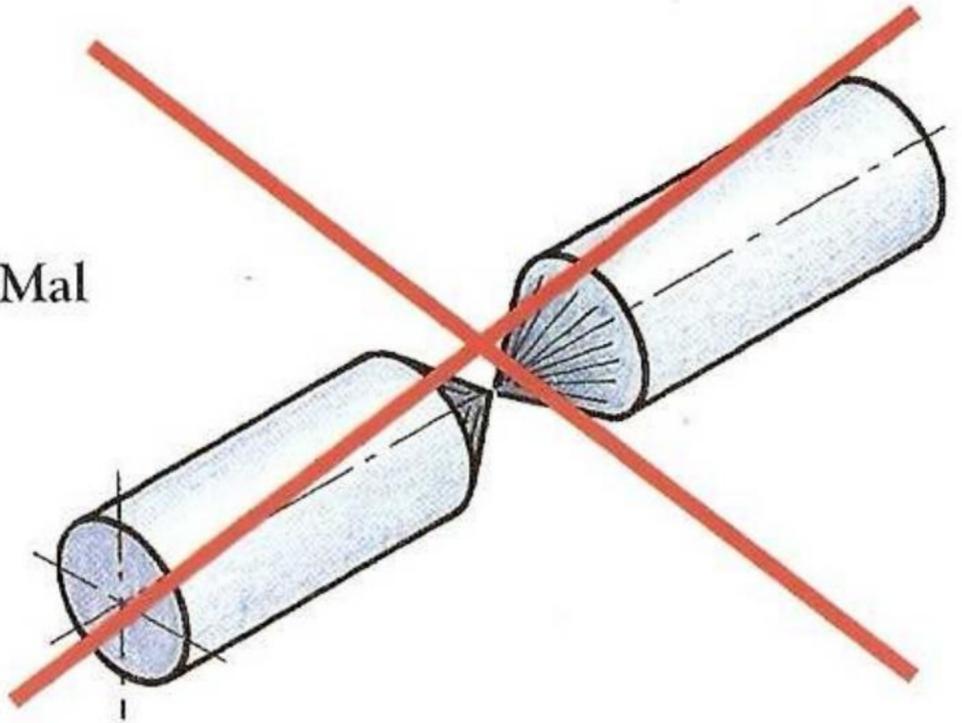
Ejemplo: varillas cilíndricas.

Bien



– La preparación pasa por hacer un bisel de canto y no de punta, pues eliminar materia en exceso es inútil, porque se ha de volver a rellenar en el momento de soldar.

Mal



Soldar

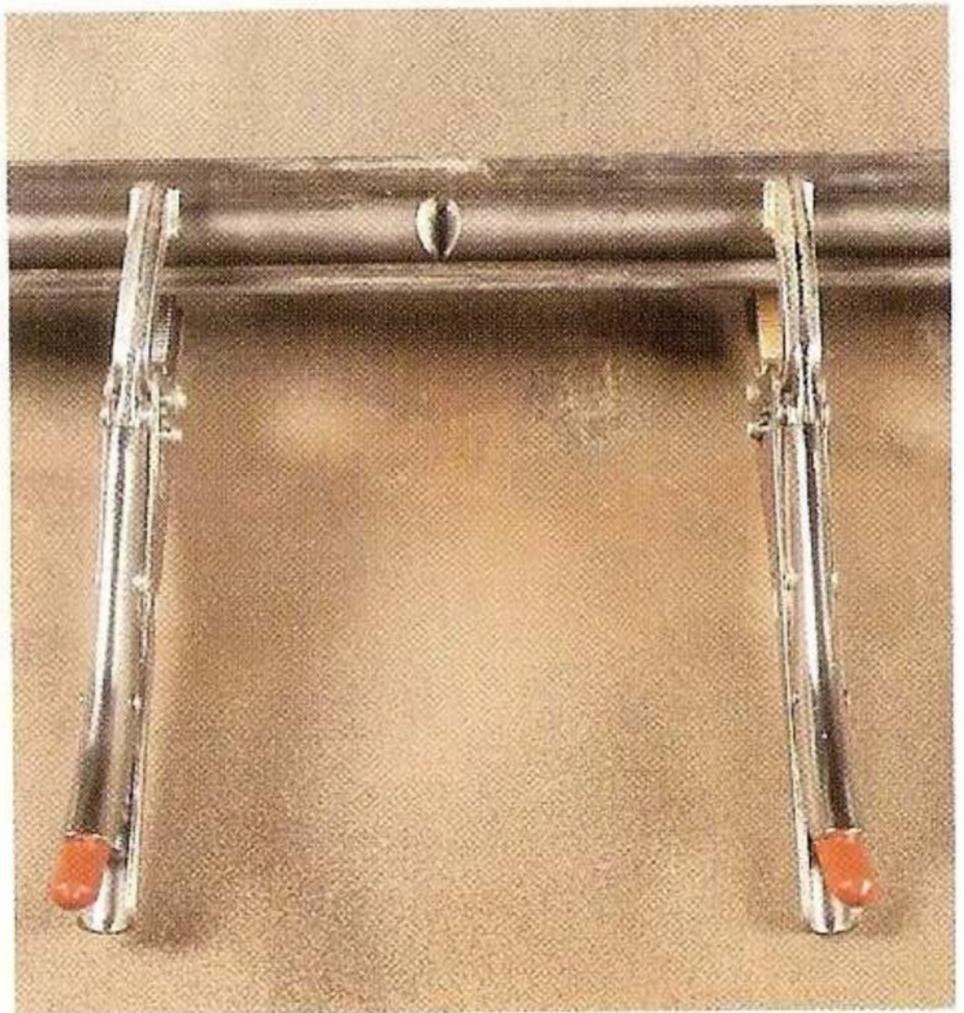
– Se presentan las piezas. Para garantizar su alineación nos podemos servir de algún perfil angular.

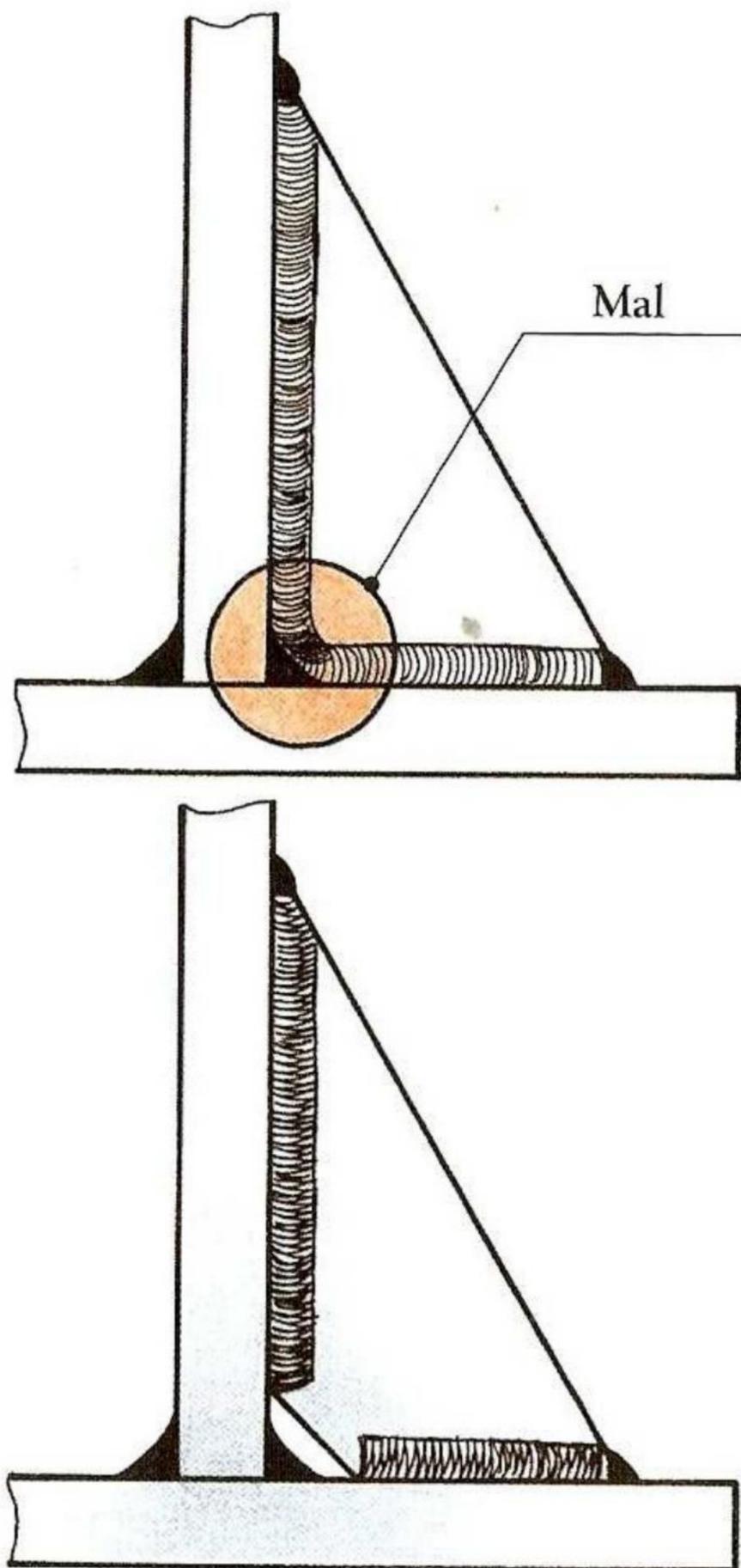
– Las piezas se fijan al perfil con ayuda de sargentos o prensas.

– Se procede a soldar dando la vuelta después de cada cordón.

Nota

Este método también se puede aplicar cuando haya que soldar una barra de cuadrado.





MONTAR UNA CARTELA

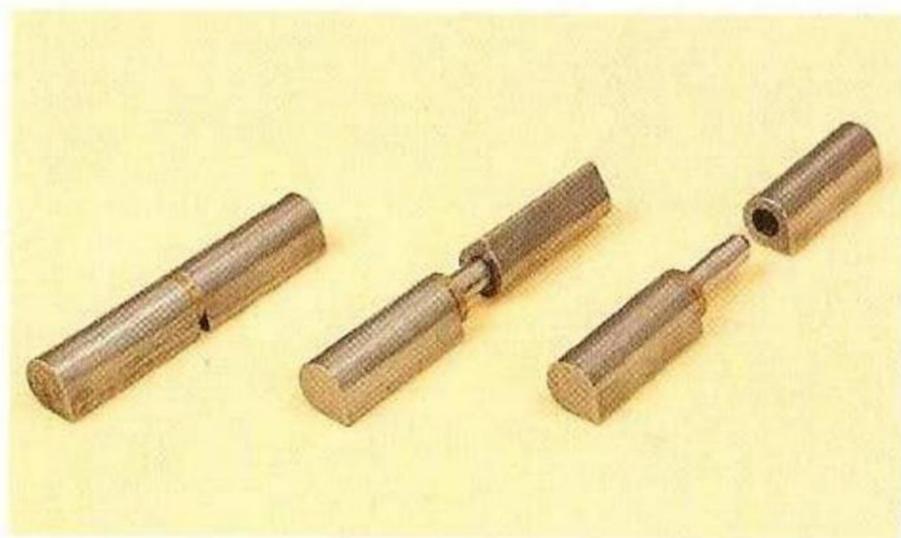
– Reforzar un ángulo con ayuda de una cartela es una buena solución; sin embargo, es inútil sobrecargarla con soldadura.

– Es mejor hacer un ángulo limpio.

– 1.º : Se sueldan las piezas en ángulo siguiendo el método descrito en las páginas 47 y 48.

– 2.º : Se apunta y se suelda la cartela dejando libre el ángulo.

COLOCACIÓN DE PERNIOS PARA SOLDAR



Las pernios para soldar permiten la unión giratoria de batientes, puertas, ventanas, marcos, etc.

La cantidad y el tamaño dependen del peso del batiente y de la resistencia a la rotura que se quiera lograr.



REGLAS DE COLOCACIÓN

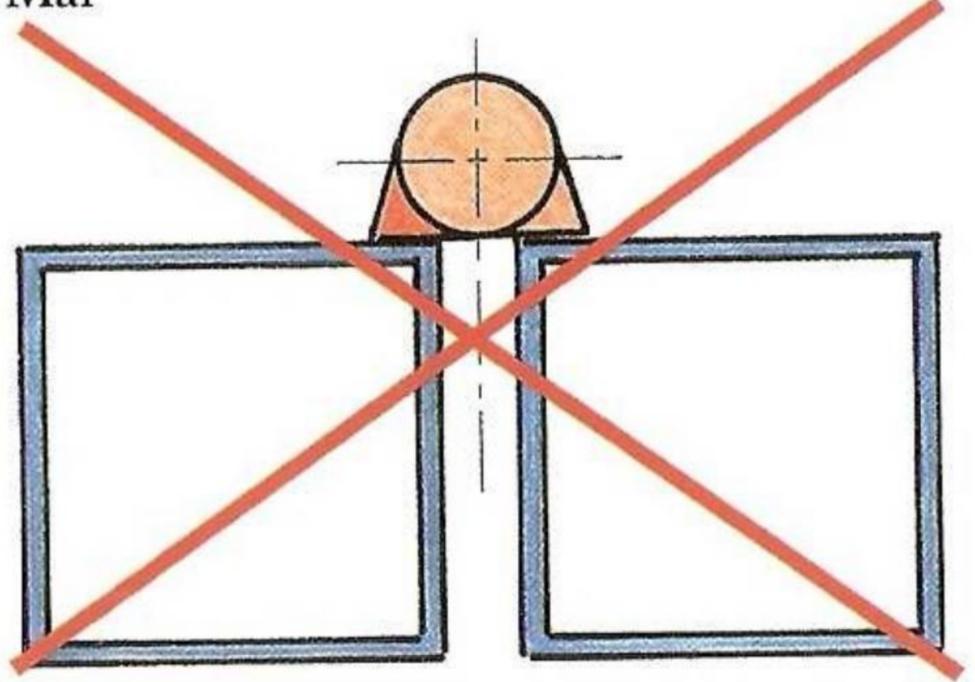
Para que el conjunto funcione correctamente, todos los ejes de rotación deben estar perfectamente alineados. También se ha de prever un cierto margen de holgura entre montantes para permitir el cierre completo del batiente, incluso después de haber sido pintado. Finalmente, el cuerpo del pernio no quedará en contacto con los montantes para evitar que roce con ellos.

– **Mal:** el cuerpo del pernio roza contra el marco.

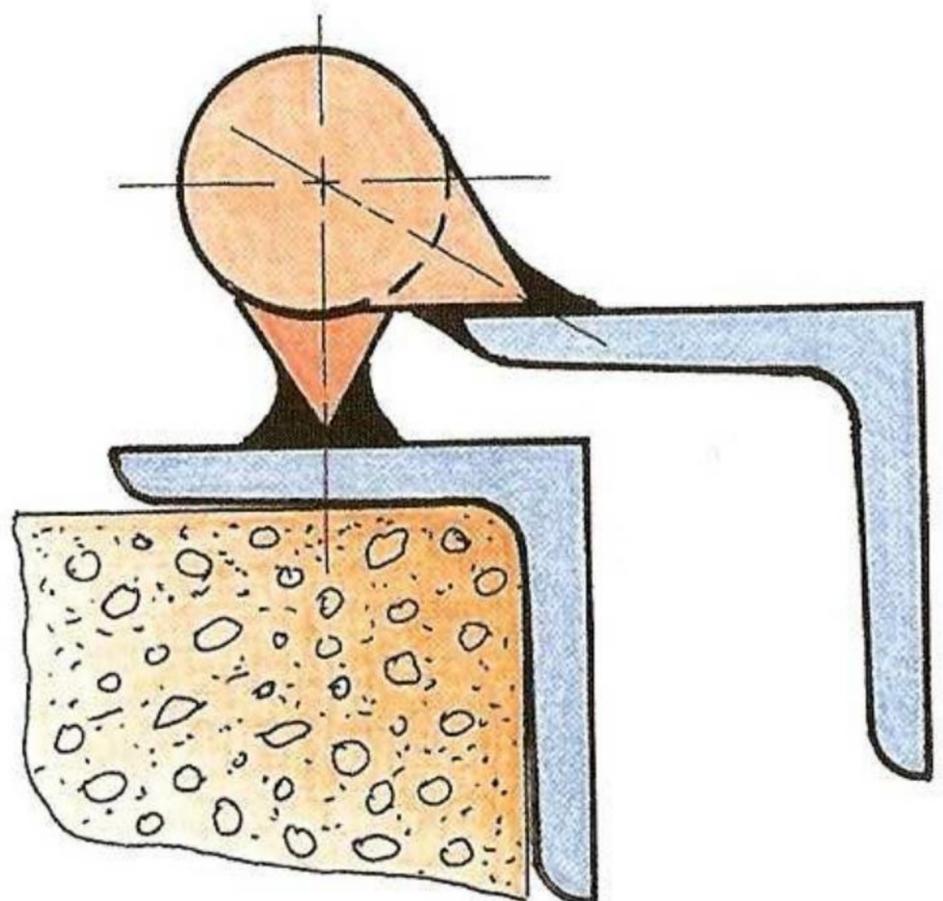
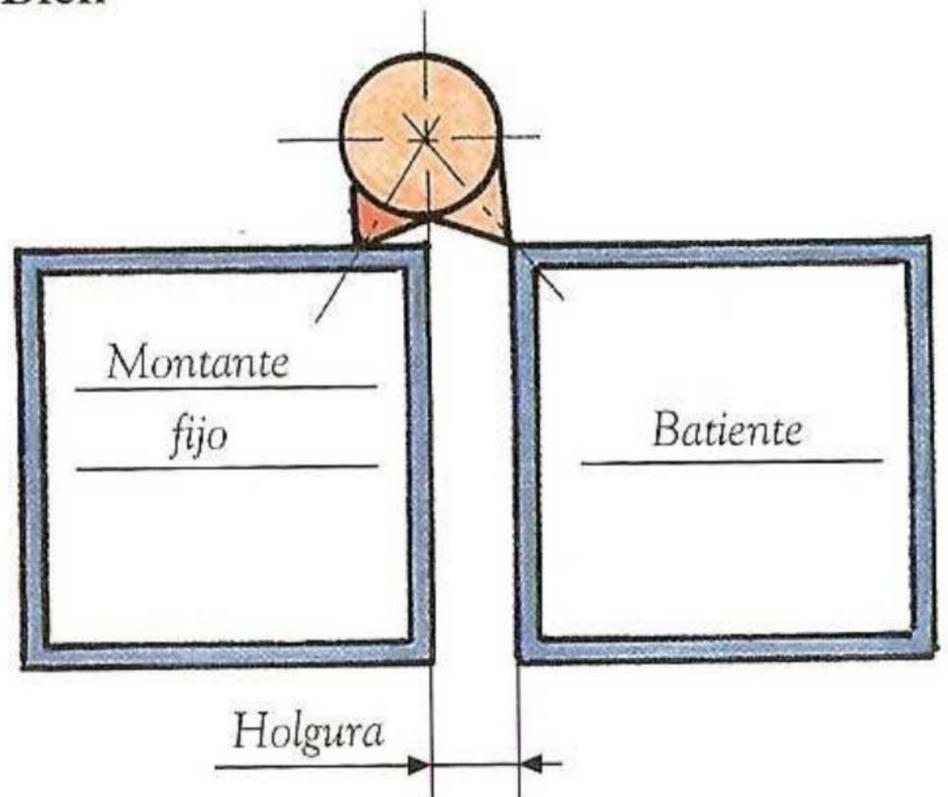
– **Bien:** el cuerpo del pernio no entra en contacto con los perfiles y la situación de las alas forma un bisel natural para la soldadura.

– Fíjese cómo el eje del pernio ha sido desplazado hacia el marco del montante fijo para facilitar la apertura de la puerta.

Mal



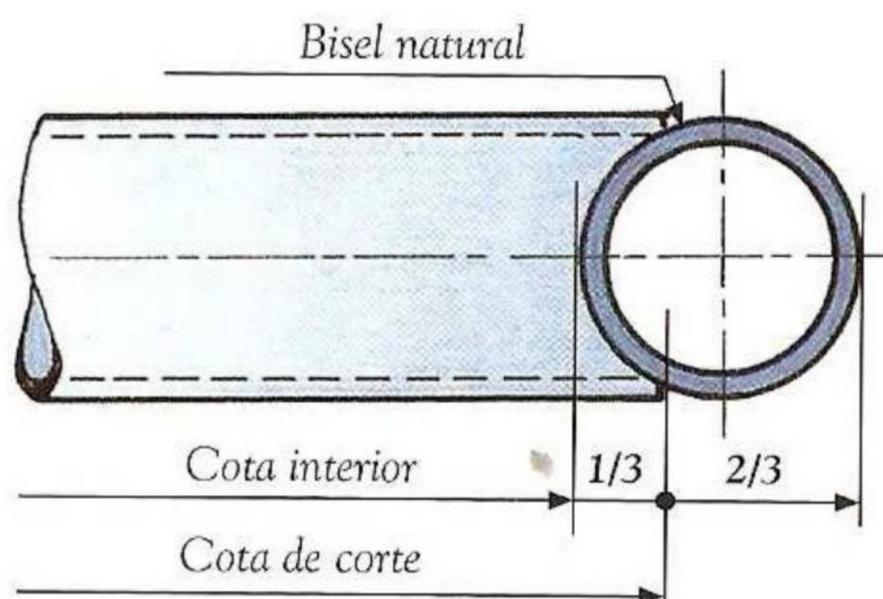
Bien





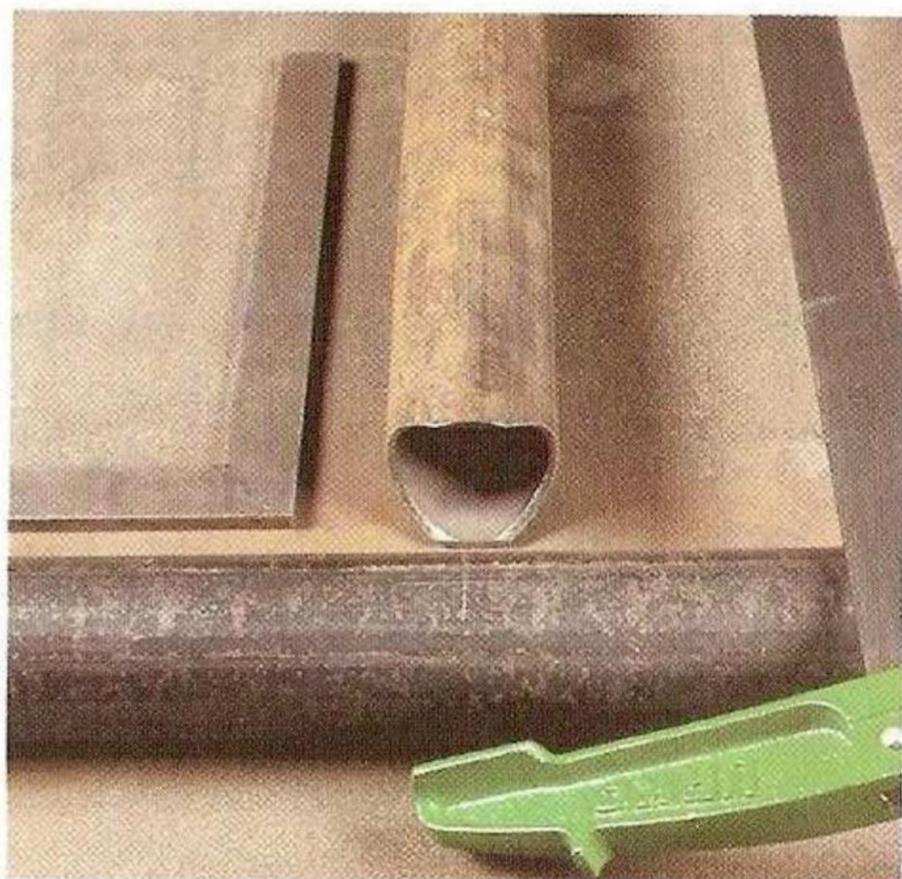
UNIÓN DE TUBOS CILÍNDRICOS

UNIÓN DE TUBOS EN T



BOCA DE LOBO

– Al cortar el travesaño, se ha de prever un pequeño margen adicional igual a un tercio del diámetro del tubo.



– Se debe trabajar el extremo del tubo en arco de círculo en $1/3$ de la profundidad. Se trata de una tarea fácil y el extremo del travesaño adquiere un bisel natural apto para la soldadura.





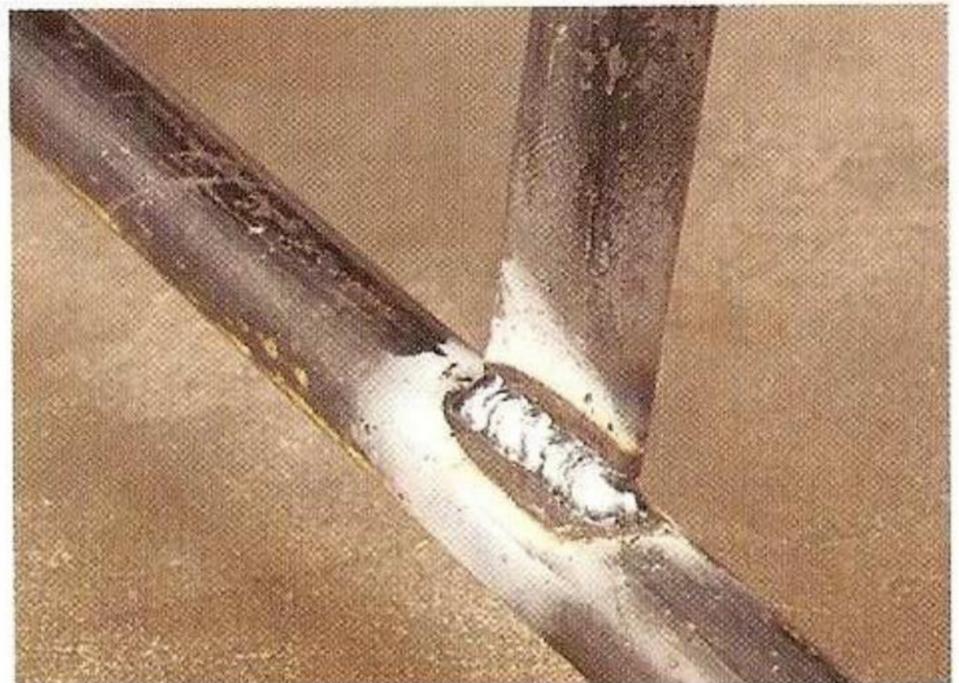
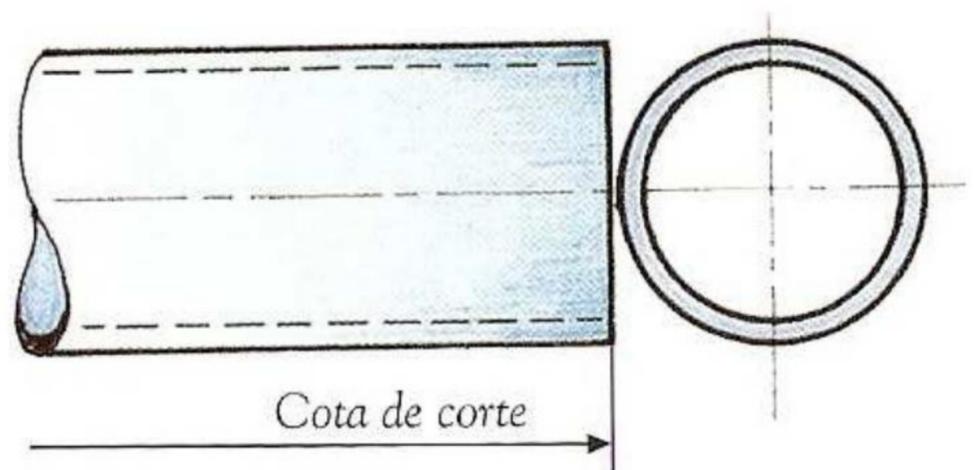
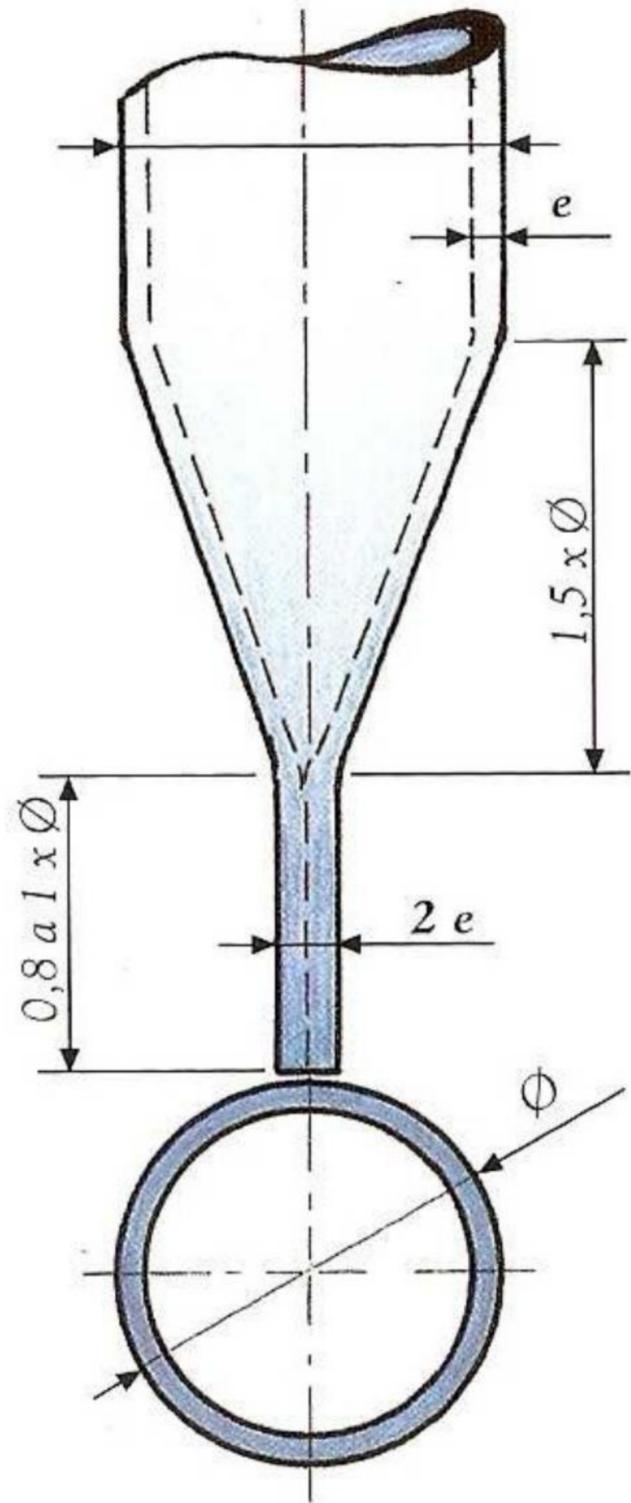
TUBO APLASTADO

Aplastado en el tornillo de banco o en el yunque, el extremo del tubo así preparado simplifica al máximo la realización de la soldadura.

- No obstante, la unión es menos resistente y se corre el riesgo de que aparezcan grietas en el pliegue del tubo.

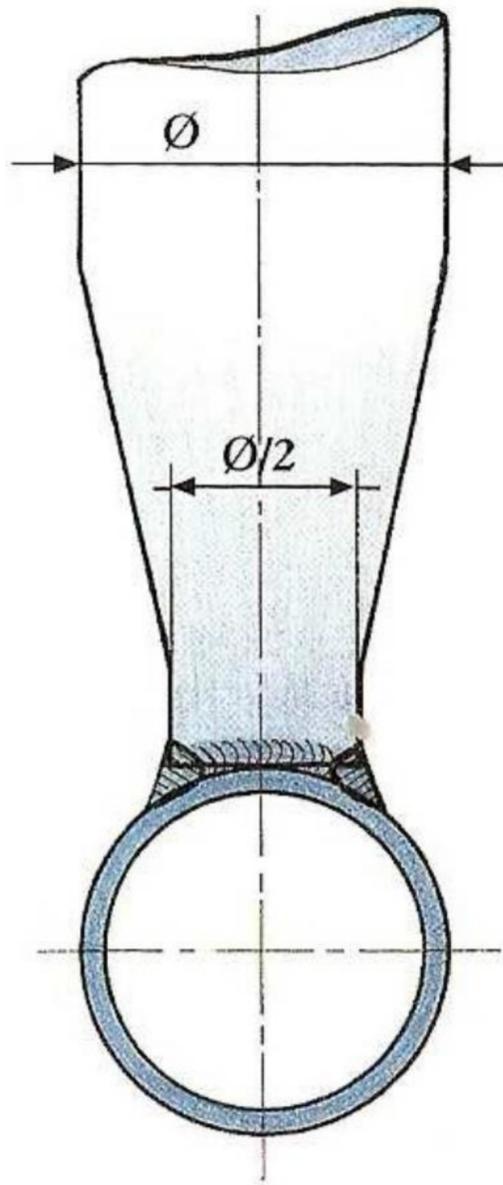
- Se corta el travesaño sin dejar un margen adicional.

- Al soldar se ha de tener cuidado en cerrar perfectamente los extremos del pliegue.

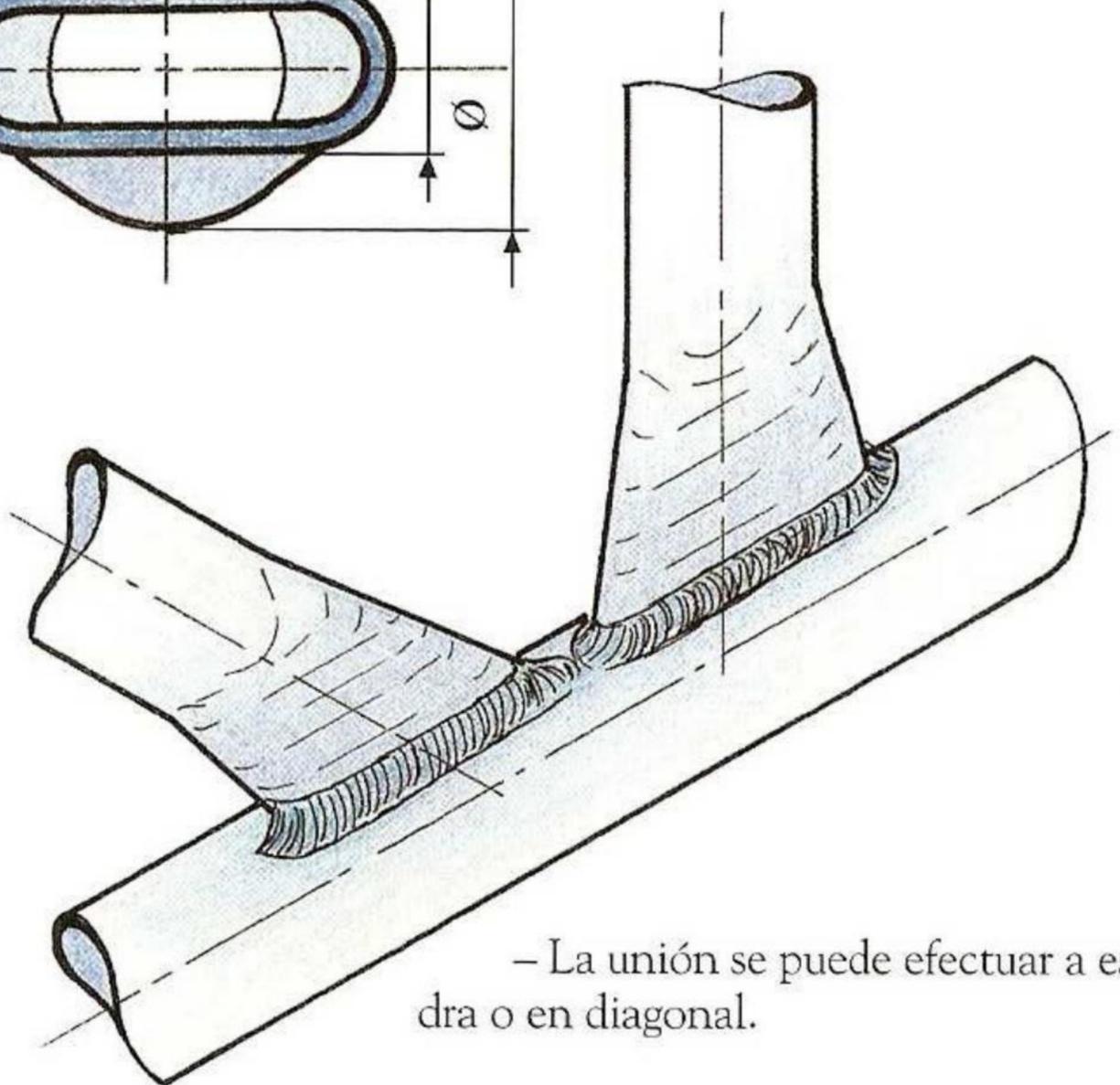
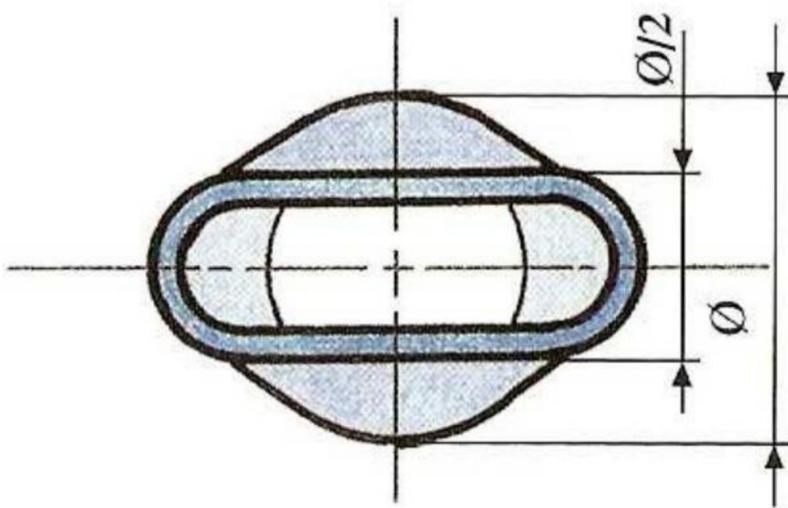


TUBO APLASTADO
A LA MITAD

– Este método permite hacer una unión muy resistente, facilita la preparación de las piezas y hace más cómoda la realización de la soldadura.



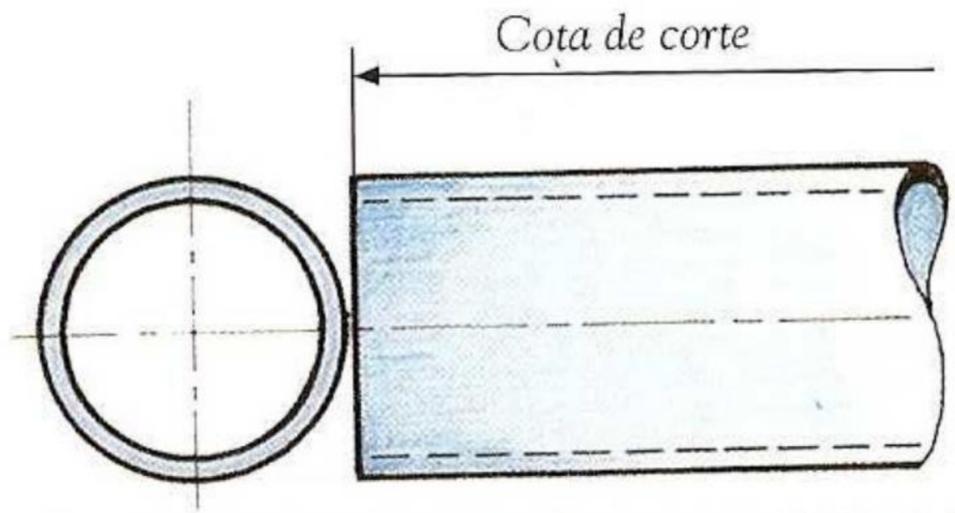
– Puede que llegue a ser necesario colocar un refuerzo en el interior del tubo para evitar en lo posible las deformaciones.



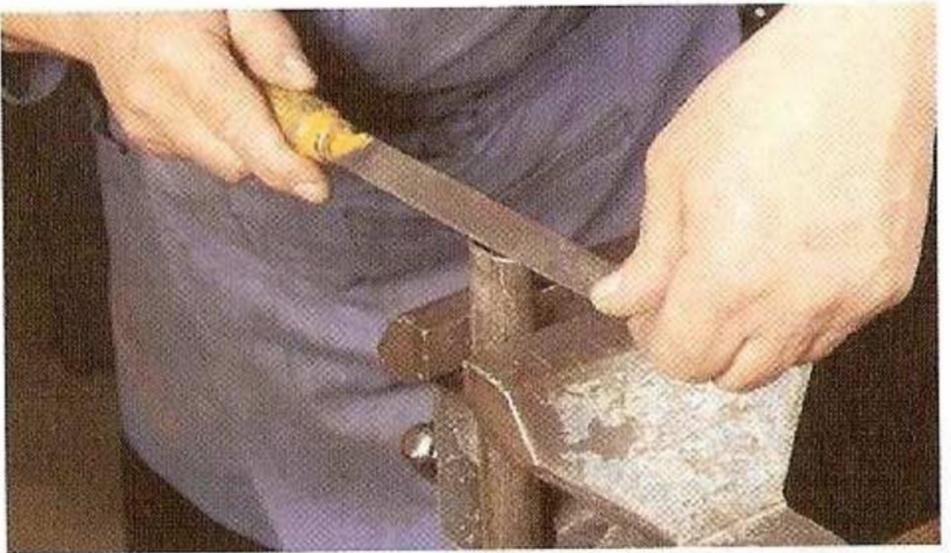
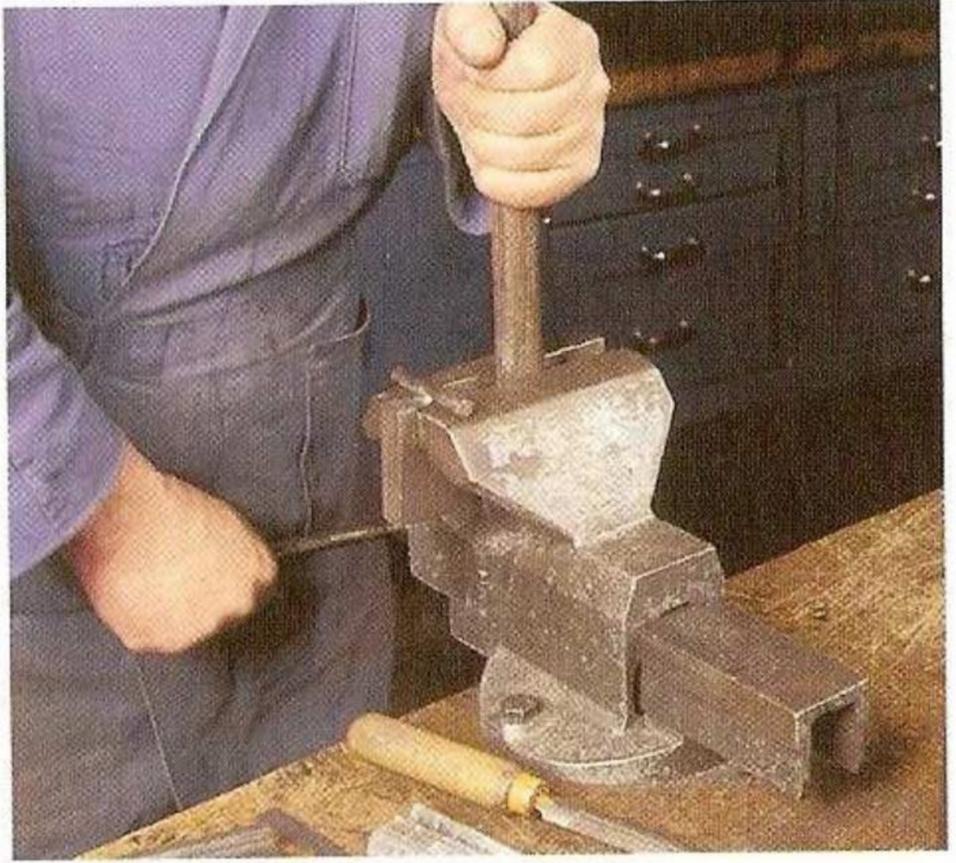
– La unión se puede efectuar a escuadra o en diagonal.



– Primero, se corta el travesaño sin dejar un margen adicional.



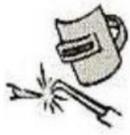
– A continuación, se aplasta el tubo en el tornillo de banco colocando un refuerzo en el interior para no aplastar el tubo demasiado. Se usarán mordazas blandas si se quiere evitar que queden marcas en el tubo.



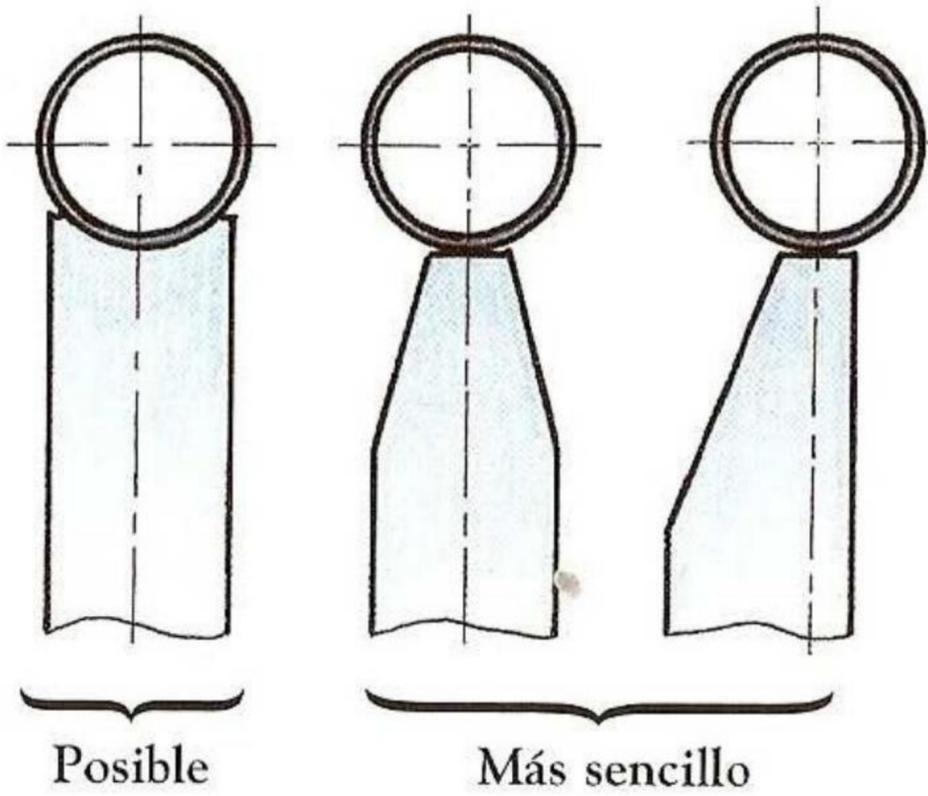
– Si es necesario, se termina de ajustar con la lima semirredonda.

– Por último, se suelda todo el perímetro.





UNIÓN DE TUBOS CILÍNDRICOS CON PLETINAS



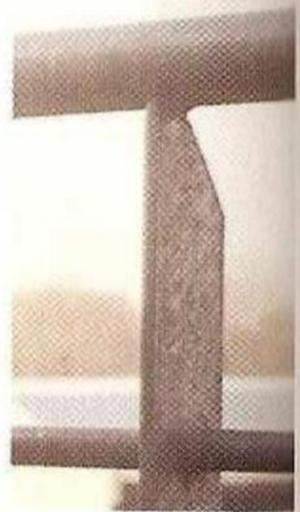
Ejemplo: montantes de baranda de balcón o de escalera.

– Trabajar con líneas inclinadas la parte superior del montante reduce considerablemente la dimensión del cordón de soldadura y como consecuencia, también las deformaciones.

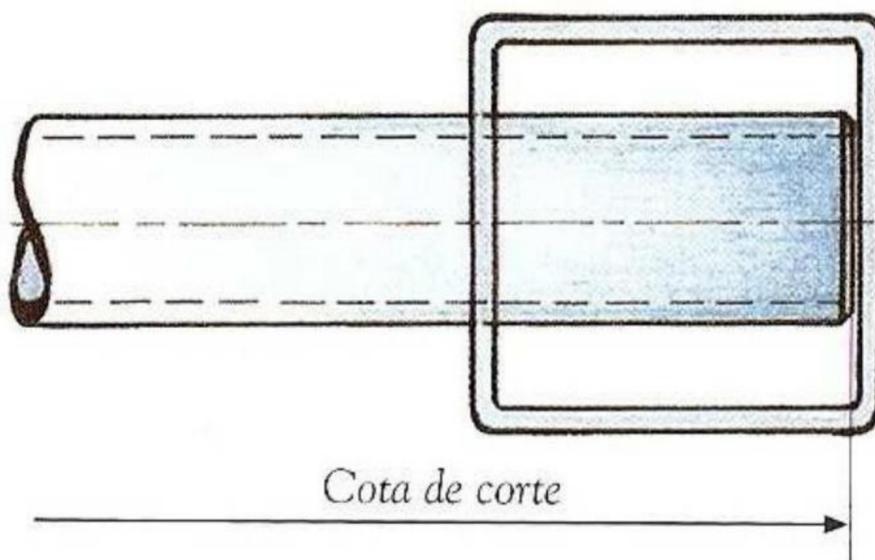
– Aún así, la resistencia de la unión es más que suficiente.

– En este caso, el cordón de soldadura es mínimo y no sirve nada más que para inmovilizar la unión del tubo introducido en un taladro realizado en el montante.

– El montaje de las piezas es sencillo; la deformación, mínima; y la resistencia de la unión es muy buena.



VARIANTE CON TUBO CUADRADO



– El método empleado es el mismo que en el caso anterior, pero en esta ocasión el taladro no tiene por qué ser pasante.

Nota

Llegar hasta el fondo del tubo cuadrado facilita la colocación de las piezas durante el montaje.



CODOS PARA SOLDAR

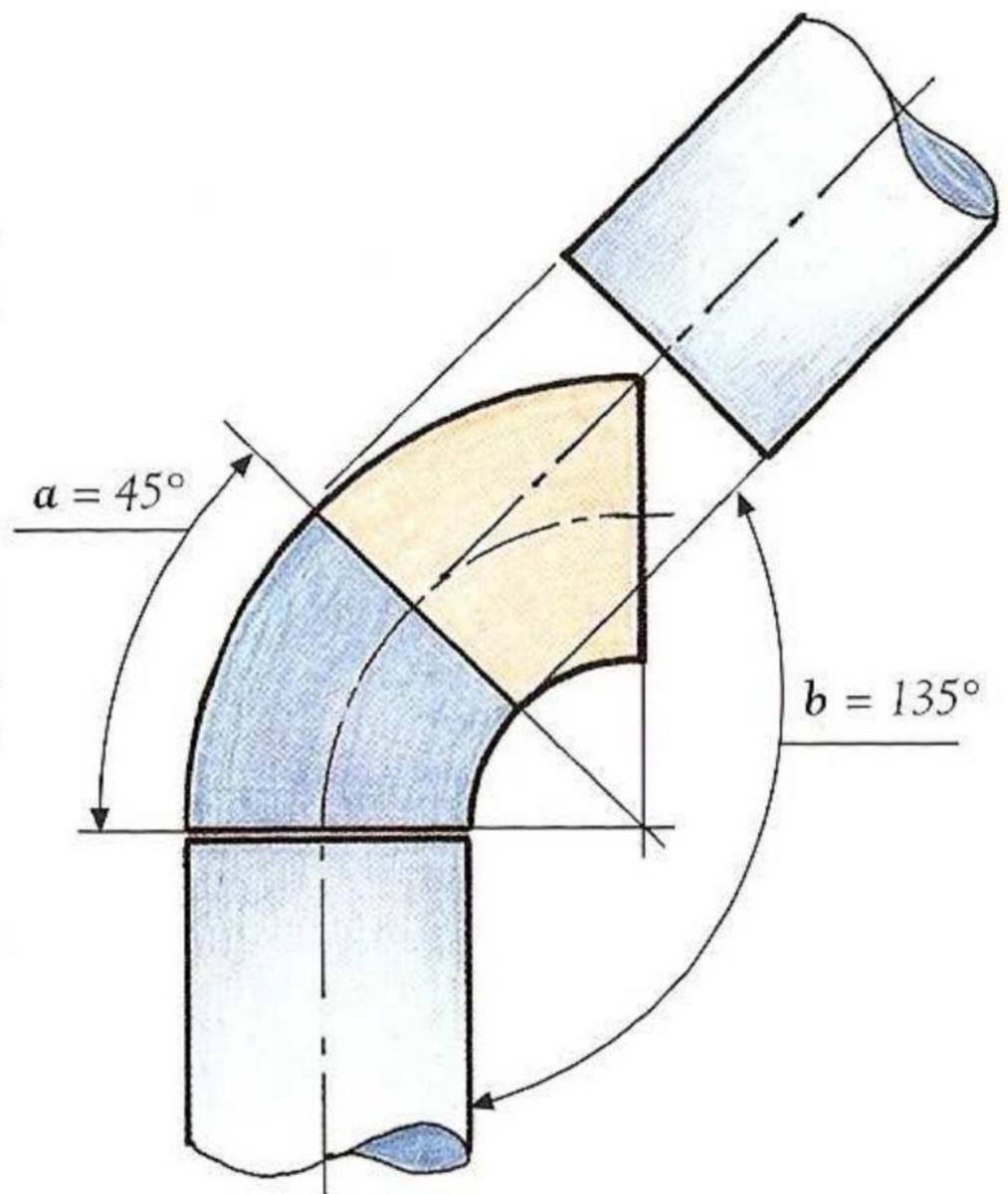
– Son elementos disponibles en el comercio que permiten efectuar pequeños cambios de dirección, sobre todo en los denominados «tubos-gas».



– Codo a 90° modificado para un cambio de dirección a 135°.

– El valor del ángulo (a) del codo varía en función del ángulo del cambio de dirección (b).

$$a = 180^\circ - b$$

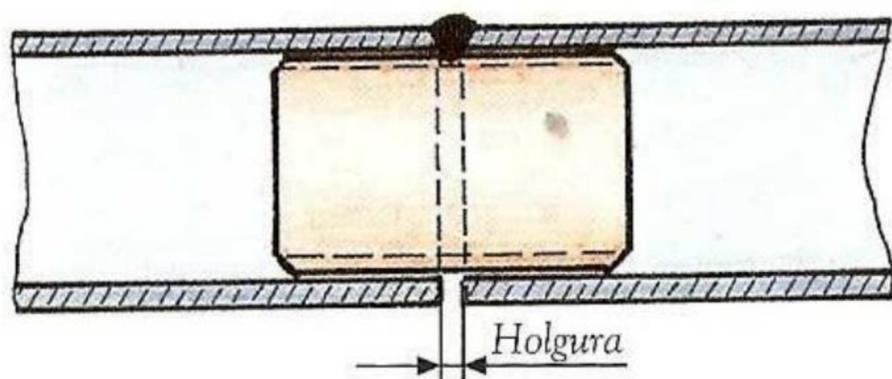




CÓMO EMPALMAR TUBOS

Los problemas que plantea el empalme de un tubo son, en buena medida, similares a los problemas de empalme de barras tratados en la página 69, con la particularidad de que al ser un perfil hueco, se pueden utilizar vástagos de diámetro inferior al del perfil.

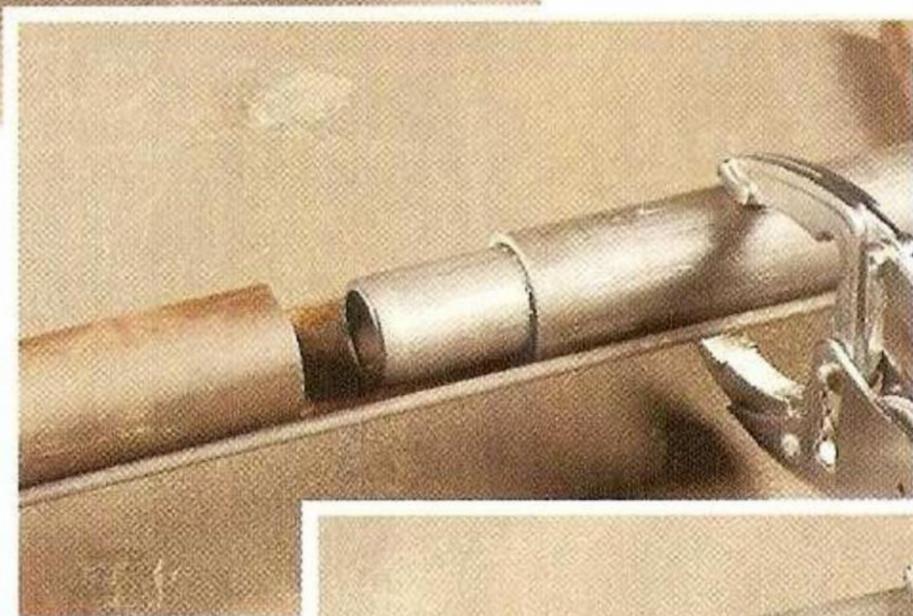
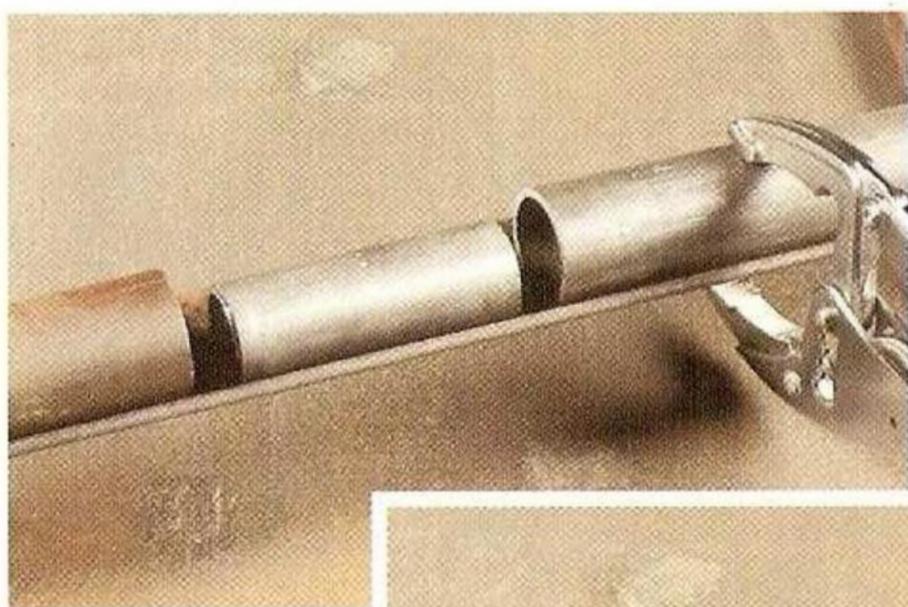
CÓMO EMPALMAR TUBOS DE SECCIÓN CIRCULAR



El empleo de un vástago^{*} presenta algunas ventajas:

– La realización del cordón de soldadura se simplifica, incluso en metales de espesores muy pequeños, ya que el vástago se convierte en un soporte para la soldadura.

– En una sección circular, el vástago es otro tubo de sección inferior que ajusta por el interior del tubo que se ha de empalmar.



– La presentación y fijación de las piezas es fácil y la alineación de los tubos inmejorable.

– La resistencia de la unión es muy elevada.

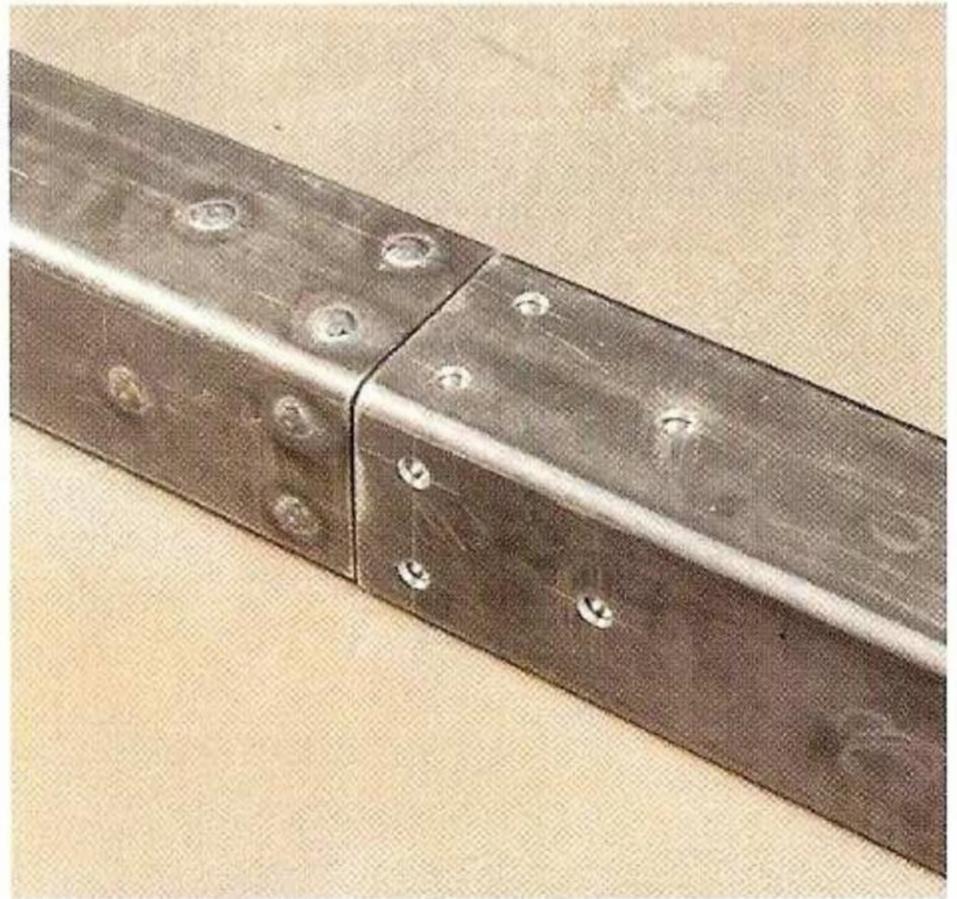
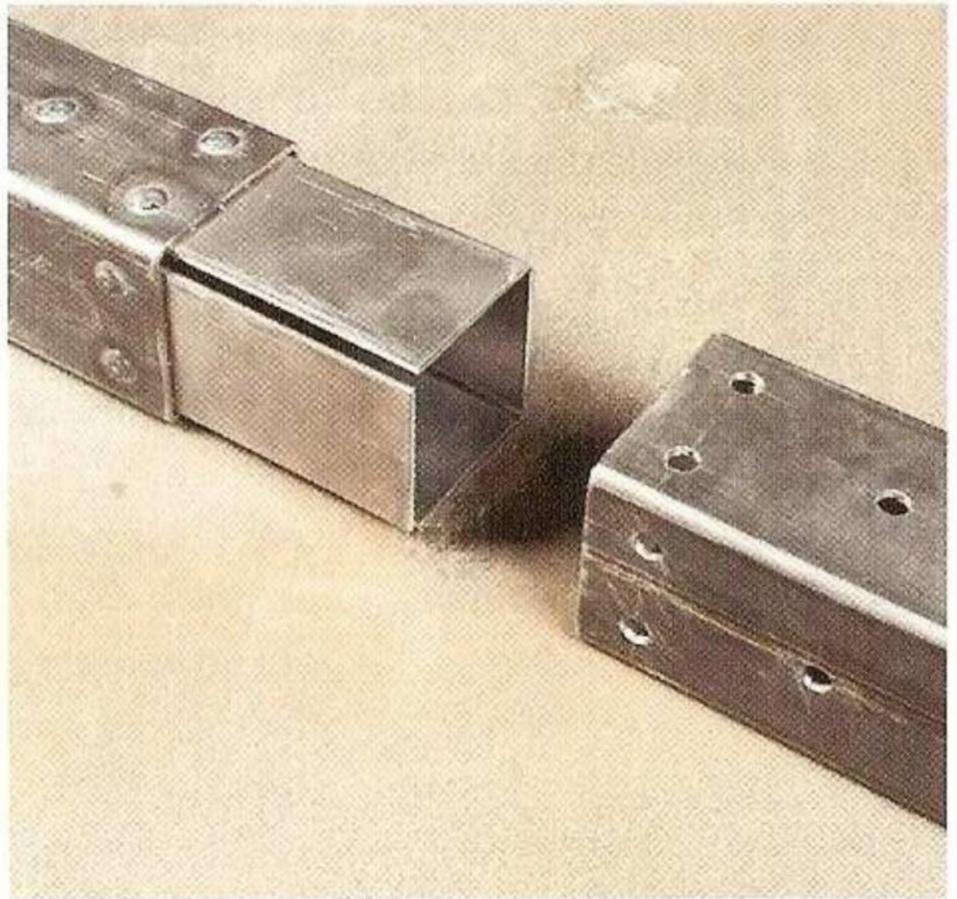
* Véase glosario.



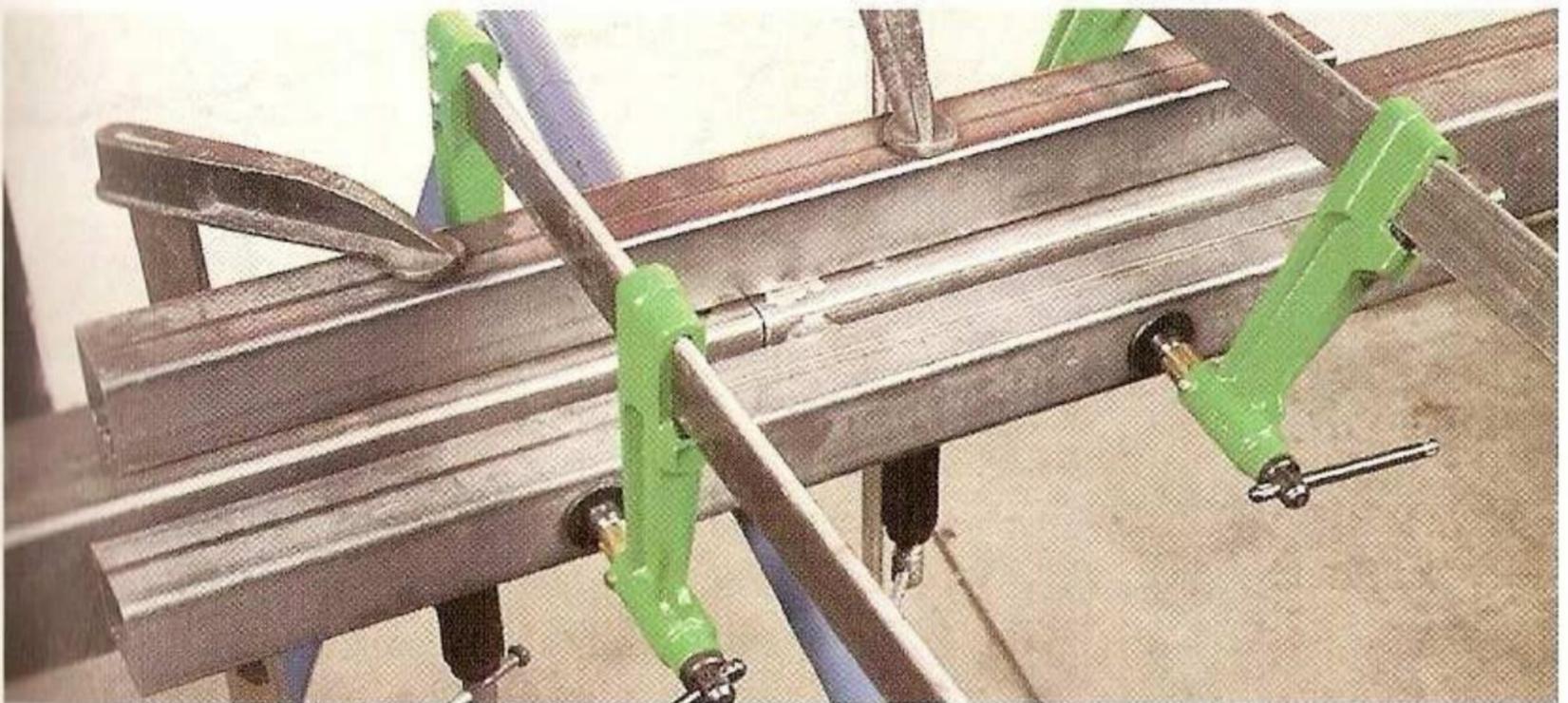
CÓMO EMPALMAR TUBOS DE SECCIÓN CUADRADA O RECTANGULAR

En este caso, el vástago* lo forman piezas de chapa.

Note cómo estas piezas de chapa se fijan previamente en el extremo de uno de los tubos por el método del remache soldado expuesto en la página 68.



La presentación y montaje de las piezas se realiza con ayuda de barras y sargentos.



* Véase glosario.

PROTECCIÓN DE LOS TRABAJOS

CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL

Las reglas para proteger los trabajos metálicos son sencillas, pero se han de respetar. Veamos cuáles son.

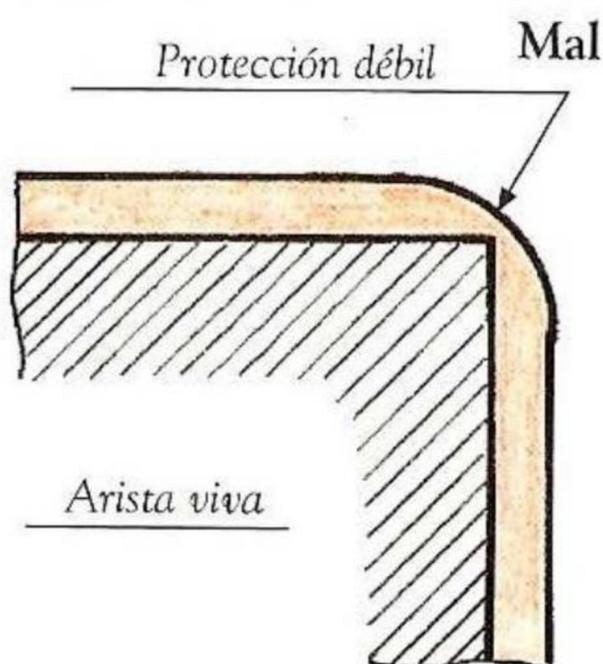
La protección ha de adaptarse al medio: interior, exterior, en la costa junto al mar, etc.

Cuando se prepara un trabajo, se debe pensar en la protección, en simplificar las uniones o en dejarlo preparado de cara a un proceso de galvanización.

Finalmente, una vigilancia y un mantenimiento periódicos lo mantendrán en perfecto estado de conservación.

El acero se ve atacado por el óxido en cuanto se juntan tres elementos: el HIERRO contenido en el acero, el AGUA y el OXÍGENO (en realidad basta con aire húmedo). Por lo tanto, será suficiente cubrir los trabajos correctamente preparados con una película estanca (pintura o galvanizado) para protegerlos con eficacia.

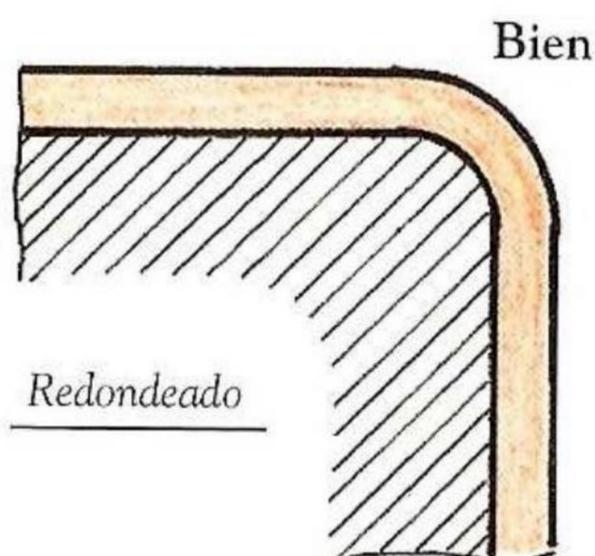
PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE



Las superficies deberán estar limpias, sin restos de grasa, exentas de óxido. Las soldaduras se picarán y cepillarán cuidadosamente para eliminar cualquier rastro de escoria.

También conviene eliminar las aristas vivas y sobre todo las rebabas.

←
Comportamiento de la película de protección en una arista viva.



CASO PARTICULAR DE LOS TUBOS

Cuando un cuerpo hueco queda herméticamente cerrado y las condiciones iniciales son tales que pueden favorecer el desarrollo de la corrosión, en el interior del tubo se establece rápidamente un nuevo equilibrio: el índice de humedad disminuye y el aire no puede renovarse, haciendo que la corrosión se detenga por sí misma.



GALVANIZADO

La galvanización en caliente es un método de protección del acero por inmersión de los trabajos previamente decapados en un baño de zinc fundido.

Para que un elemento se pueda galvanizar se ha de preparar antes de empezar a trabajar con él.

REGLAS QUE SE DEBEN RESPETAR PARA PODER GALVANIZAR

Al contrario que en las piezas para pintar, **no ha de haber ningún componente cerrado**, ya que en el momento de introducir la estructura en el baño de zinc a 450 °C, la atmósfera y los vapores encerrados en los elementos huecos podrían provocar una explosión. Todos los elementos huecos deberán quedar comunicados con el resto de las piezas y con el exterior.

Evite los elementos superpuestos.

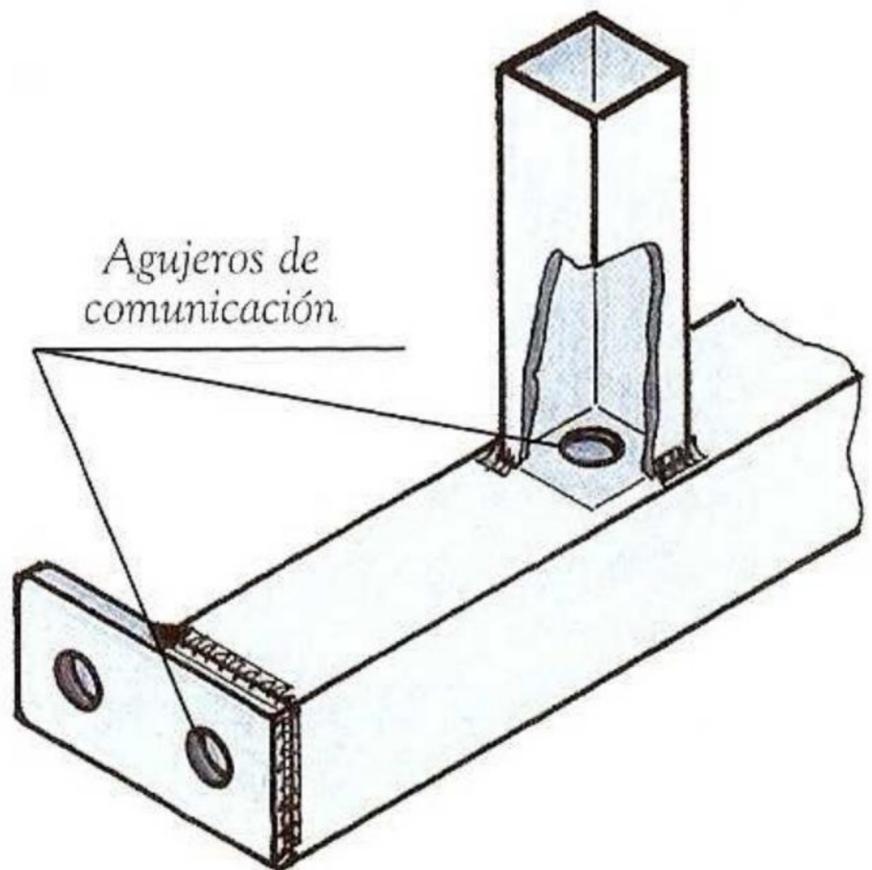
Ejemplo: soldadura de una pletina a un tubo.

El tratamiento no puede circular entre las paredes. Si se agrieta la película de zinc, puede formarse óxido.

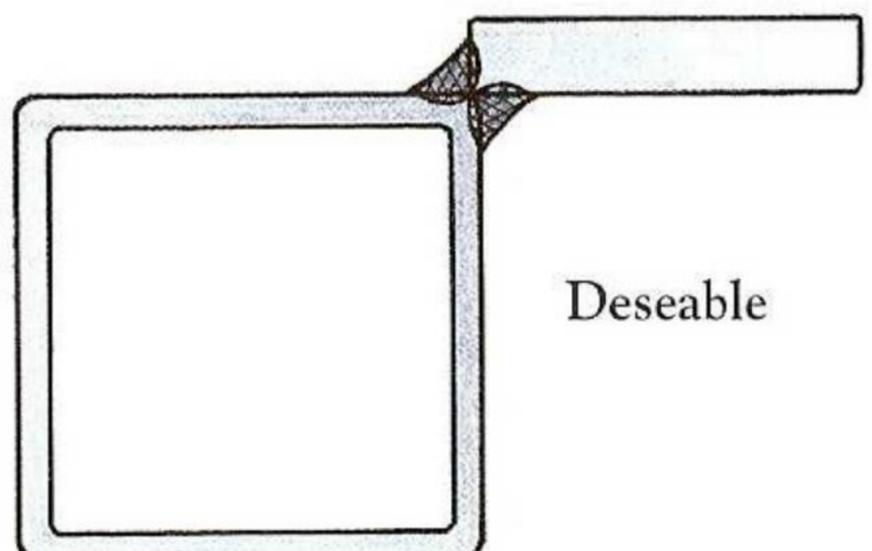
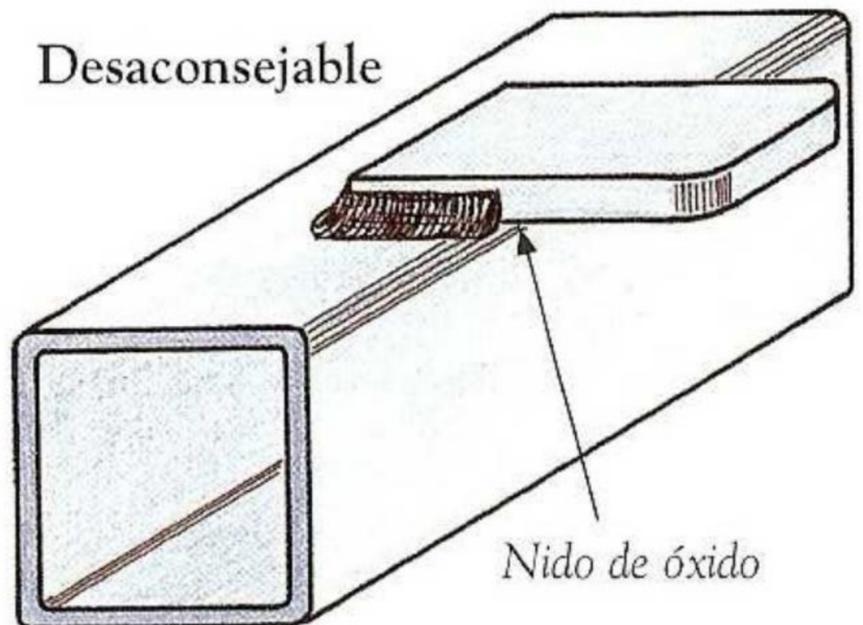
Solución: la soldadura debe formar un anillo cerrado con el riesgo añadido de que se produzcan deformaciones. Es **mejor** modificar la estructura.

Advertencia

Se puede pintar encima del galvanizado. En este caso, espere a que se haya oscurecido un poco y utilice pinturas con un contenido de zinc elevado.



Desaconsejable

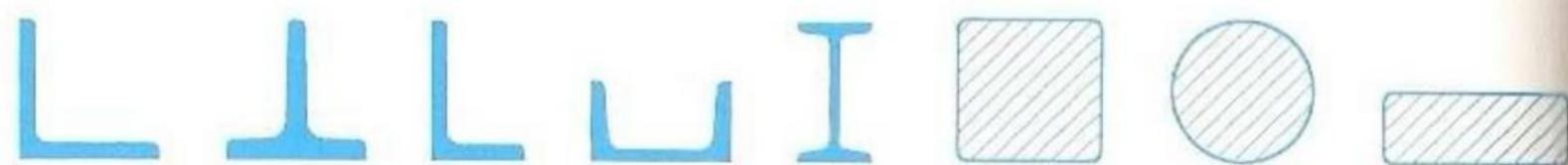


FORMAS COMERCIALES Y CLASIFICACIÓN DE PERFILES

El conjunto de perfiles macizos (redondos, cuadrados, planos, etc.) o angulares (L, T, I, U, etc.) laminados y disponibles en el comercio se suelen llamar laminados comerciales o hierros comerciales.

CLASIFICACIÓN DE PERFILES Y SECCIONES COMERCIALES CORRIENTES

– Perfiles laminados en caliente

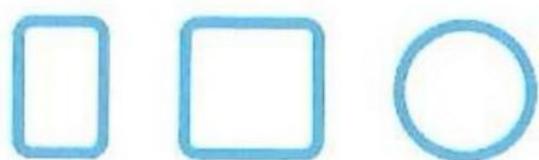


– Perfiles laminados en frío



Acabados en frío, estos perfiles tienen un aspecto más acabado, decapado y engrasado. Las aristas son vivas.

– Perfiles huecos (tubos)



– Perfiles en frío



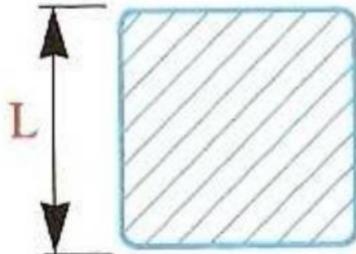


PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE

- De aspecto basto, incluso calaminados, y aristas redondeadas.

CUADRADOS

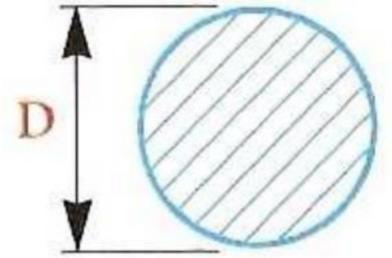
Cotas en mm y peso lineal en kg/m



Cota L en mm	Peso en kg/m
6	0,280
7	0,382
8	0,505
10	0,785
12	1,130
14	1,540
15	1,770
16	2,010
18	2,540
20	3,140
22	3,800
25	4,910
28	6,150
30	7,070
35	9,610
40	12,600
45	15,900
50	19,600

REDONDOS

Diámetros en mm y peso lineal en kg/m

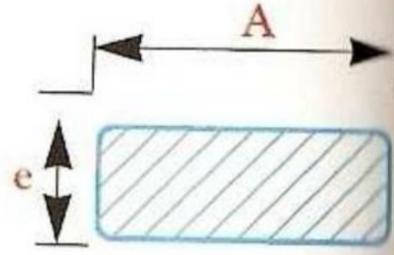


Diámetro D en mm	Peso en kg/m
5	0,154
6	0,222
7	0,302
8	0,395
10	0,617
12	0,888
14	1,210
15	1,390
16	1,580
18	2,000
20	2,470
22	2,980
24	3,550
25	3,850
28	4,830
30	5,550
32	6,310
35	7,550
40	9,870
45	12,500
50	15,400

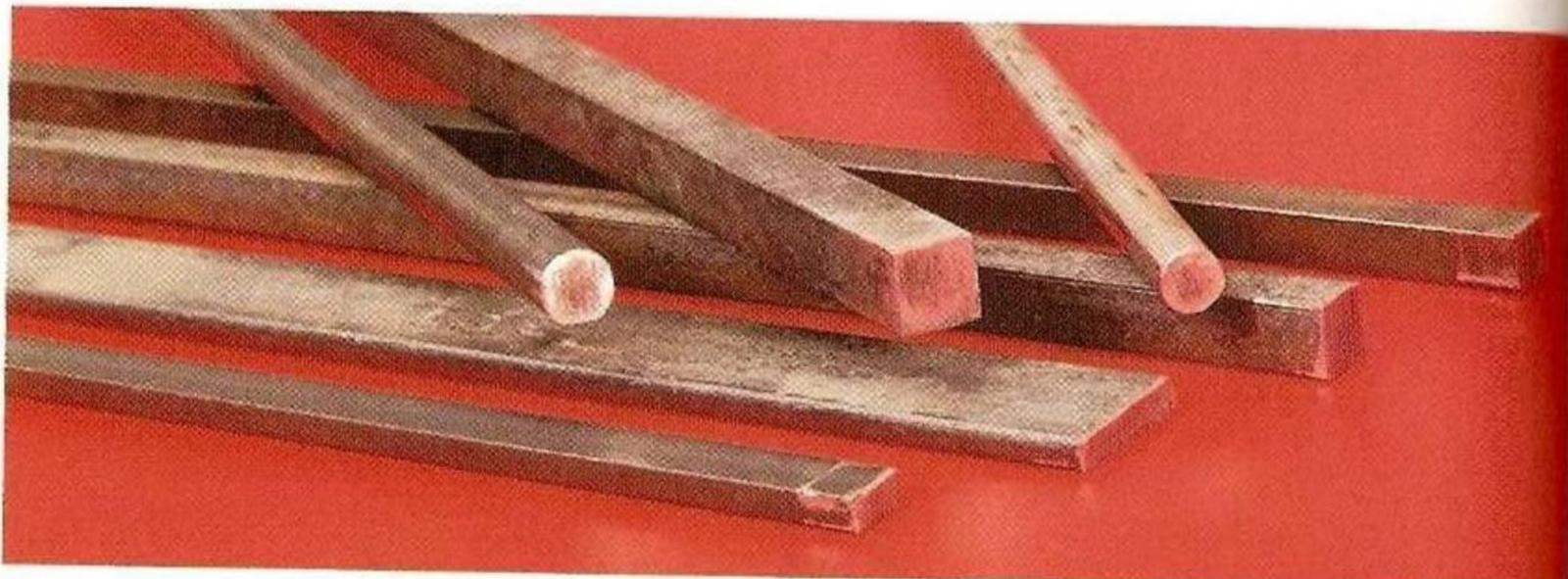


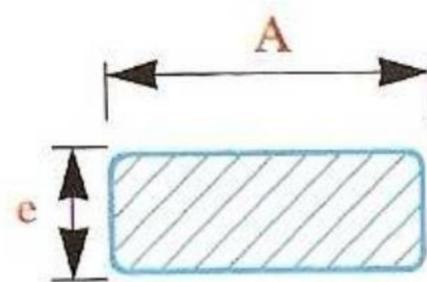
HIERROS PLANOS

Cotas en mm y peso lineal en kg/m

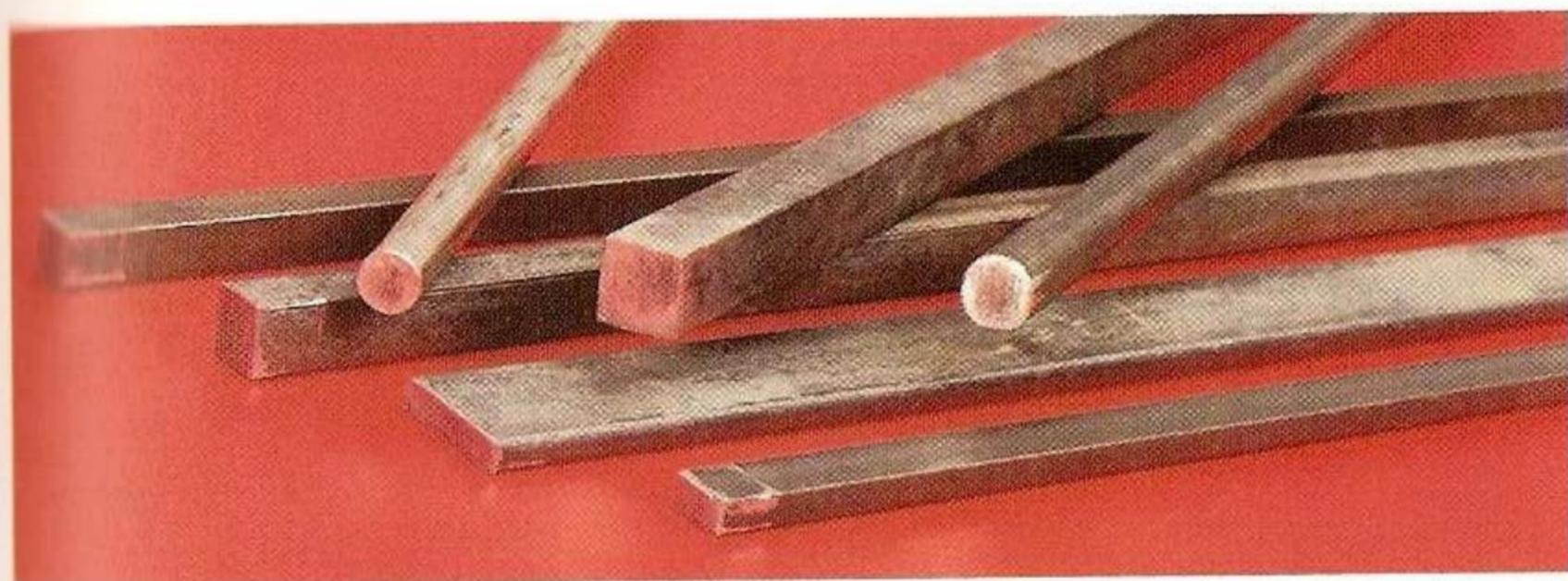


Anchura A en mm	Espesor e				
	3	4	5	6	8
10	0,236	0,314	0,392	0,472	
12	0,283	0,377	0,472	0,565	0,754
14	0,330	0,440	0,550	0,660	0,880
16	0,377	0,503	0,628	0,754	1,006
20	0,472	0,628	0,785	0,942	1,26
25	0,590	0,785	0,981	1,18	1,57
30	0,707	0,942	1,18	1,41	1,88
35		1,099	1,37	1,65	2,20
40		1,256	1,57	1,88	2,51
45		1,413	1,77	2,12	2,83
50		1,570	1,96	2,36	3,14
60		1,884	2,36	2,83	3,77
70		2,198	2,75	3,30	4,40
80		2,512	3,14	3,77	5,02
90			3,53	4,24	5,65
100			3,92	4,71	6,28





en mm							
10	12	15	20	25	30	40	50
1,099							
1,256							
1,57	1,88	2,36					
1,96	2,36	2,94					
2,36	2,83	3,53	4,71				
2,75	3,30	4,12	5,50				
3,14	3,77	4,71	6,28	7,85	9,42		
3,53	4,24	5,30	7,07	8,83	10,60		
3,93	4,71	5,89	7,85	9,81	11,80		
4,71	5,65	7,07	9,42	11,80	14,10	18,80	
5,50	6,59	8,24	11,00	13,70	16,50	22,00	27,50
6,28	7,54	9,42	12,60	15,70	18,80	25,10	31,40
7,07	8,48	10,60	14,10	17,70	21,20	28,30	
7,85	9,42	11,80	15,70	19,60	23,60	31,40	39,30

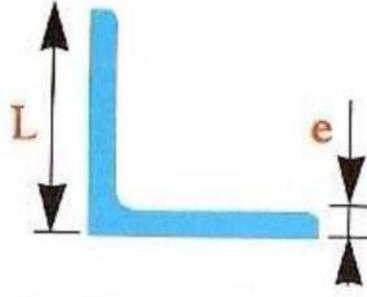




ÁNGULOS

DE ALAS IGUALES

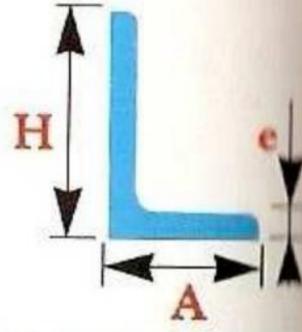
Cotas en mm
y peso lineal
en kg/m



Dimensiones en mm: L x e	Peso en kg/m
20 x 20 x 3	0,88
25 x 25 x 3	1,12
30 x 30 x 3	1,36
35 x 35 x 3,5	1,84
40 x 40 x 4	2,42
45 x 45 x 4,5	3,04
50 x 50 x 5	3,77
60 x 60 x 6	5,42
70 x 70 x 7	7,38
80 x 80 x 8	9,63
90 x 90 x 9	12,20
100 x 100 x 10	15,10

DE ALAS DESIGUALES

Cotas en mm
y peso lineal
en kg/m

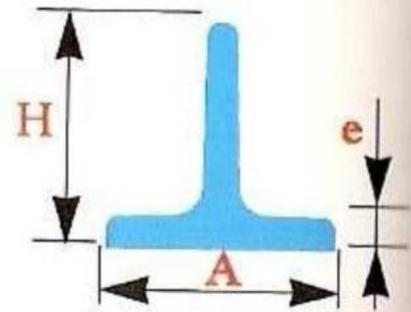


Dimensiones en mm: H x A x e	Peso en kg/m
30 x 20 x 3	1,12
40 x 20 x 4	1,77
40 x 25 x 4	1,93
45 x 30 x 4	2,25
50 x 30 x 5	2,96
60 x 40 x 5	3,76
70 x 50 x 6	5,40
80 x 40 x 6	5,41
80 x 50 x 7	6,79
80 x 60 x 7	7,36
90 x 70 x 8	9,60
100 x 50 x 8	8,99

HIERROS EN T

SIMPLE T

Cotas en mm y peso lineal en kg/m



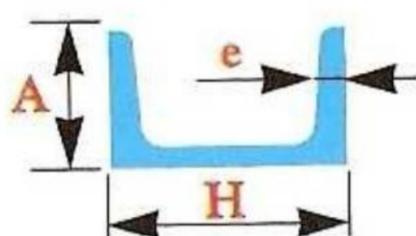
Dimensiones en mm: H x A x e	Peso en kg/m
20 x 20 x 3	0,88
25 x 25 x 3,5	1,29
30 x 30 x 4	1,77
35 x 35 x 4,5	2,33

Dimensiones en mm: H x A x e	Peso en kg/m
40 x 40 x 5	2,96
50 x 50 x 6	4,44
60 x 60 x 7	6,23
70 x 70 x 8	8,32



FORMA EN U

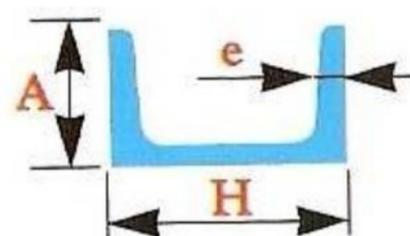
Cotas en mm
y peso lineal
en kg/m



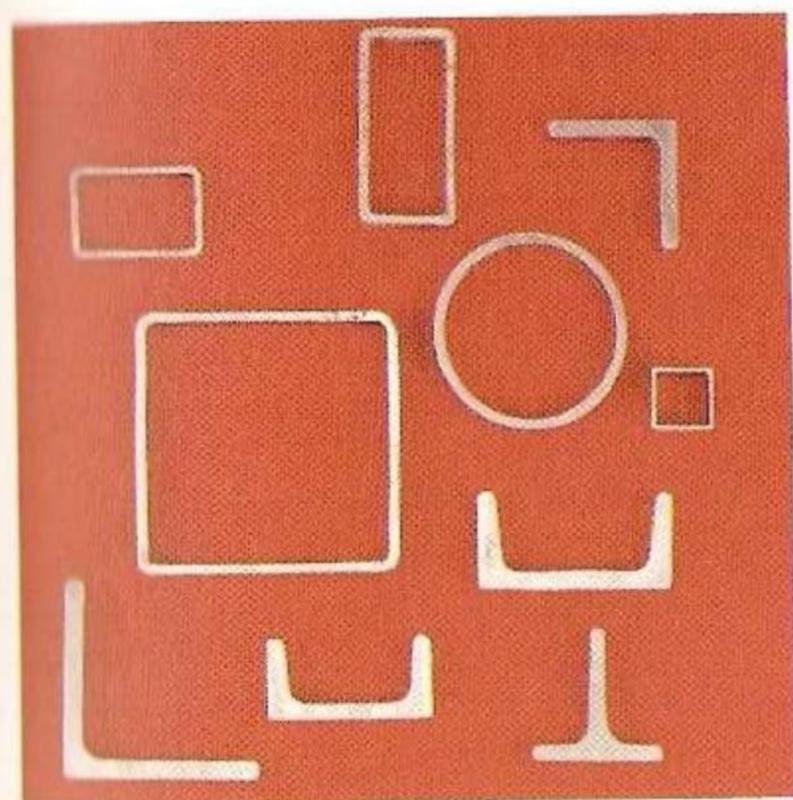
Dimensiones en mm: H x A x e	Peso en kg/m
30 x 15 x 4	1,70
35 x 17,5 x 4	2,15
40 x 20 x 5	2,87
40 x 35 x 5	4,87
50 x 25 x 5	3,86
50 x 38 x 5	5,59
60 x 30 x 6	5,07
65 x 42 x 5,5	7,09
70 x 40 x 6	6,77

PERFIL NORMALIZADO EN U

Cotas en mm
y peso lineal
en kg/m

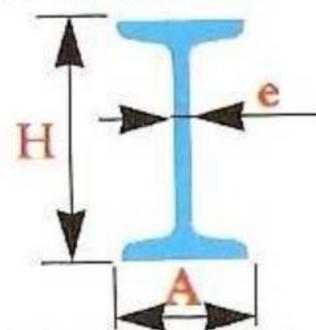


Dimensiones en mm: H x A x e	Peso en kg/m
80 x 45 x 6	8,64
100 x 50 x 6	10,60
120 x 55 x 7	13,40
140 x 60 x 7	16,00
160 x 65 x 7,5	18,80
180 x 70 x 8	22,00
200 x 75 x 8,5	25,30



PERFIL NORMALIZADO EN I

Cotas en mm
y peso lineal
en kg/m



Dimensiones en mm: H x A x e	Peso en kg/m
80 x 42 x 3,9	5,95
100 x 50 x 4,5	8,32
120 x 58 x 5,1	11,20
140 x 66 x 5,7	14,40
160 x 74 x 6,3	17,90
180 x 82 x 6,9	21,90
200 x 90 x 7,5	26,30
220 x 98 x 8,1	31,10
240 x 106 x 8,7	36,20

Advertencia

El peso lineal (por metro de longitud) se facilita a título orientativo. Las barras se venden tanto al peso como por metros.



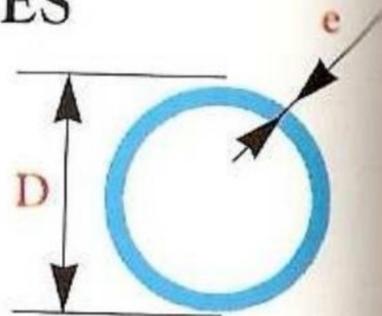
PERFILES HUECOS (TUBOS)

- Los tubos redondos atornillables también llamados **tubos-gas**.
- Los tubos redondos para construcción, en ocasiones llamados de **herrero**.
- Los tubos cuadrados.
- Los tubos rectangulares.

TUBOS-GAS SOLDADOS ATORRAJABLES

Según norma DIN 2440

Diámetros en mm y peso lineal en kg/m



Diámetro nominal en pulgadas	Diámetro exterior D en mm	Espesor e en mm								
		2	2,35	2,65	2,9	3,25	3,65	4,05	4,5	4,85
1/4	13,5	0,57	0,65							
3/8	17,2	0,75	0,85							
1/2	21,3		1,10	1,22		1,45				
3/4	26,9		1,41	1,58		1,89				
1	33,7				2,21	2,44		2,96		
1 1/4	42,4				2,84	3,14		3,84		
1 1/2	48,3				3,26	3,61		4,42		
2	60,3					4,56	5,10		6,17	
2 1/4	70,0					5,34	5,96			
2 1/2	76,1					5,80	6,51		7,92	
3	88,9					6,81		8,47		10,04
3 1/2	101,6						8,74	9,72		11,55

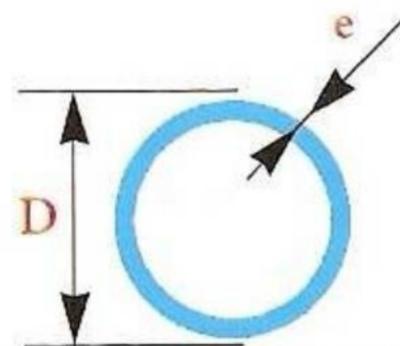
- En este apartado tan sólo se expone una pequeña muestra de las secciones más habituales disponibles en el mercado.

Por otra parte, existe una infinidad de perfiles destinados a la industria que, en ocasiones, se pueden encontrar en chatarrerías autorizadas o en establecimientos de reciclaje a precios muy interesantes. En este caso, debemos prestar atención a los matices del acero y a su soldabilidad.



TUBOS REDONDOS EN ACERO

Diámetros en mm y peso lineal en kg/m

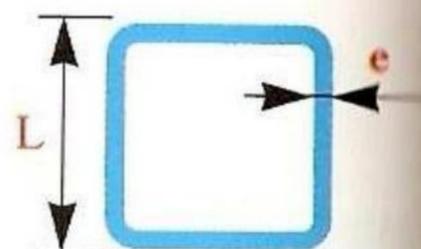


Diámetros exteriores D en mm	Espesor e en mm						
	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3
10	0,182	0,222	0,260	0,314			
12	0,221	0,271	0,320	0,388			
14	0,260	0,321	0,379	0,462	0,592		
16	0,300	0,370	0,438	0,536	0,691		
18	0,339	0,419	0,497	0,610	0,789		
20	0,379	0,469	0,556	0,684	0,888	1,08	
22	0,418	0,518	0,616	0,758	0,986	1,20	
25	0,477	0,522	0,704	0,869	1,13	1,39	1,63
28	0,537	0,666	0,793	0,980	1,28	1,57	1,85
30	0,576	0,715	0,852	1,05	1,38	1,70	2,00
32	0,616	0,765	0,911	1,13	1,48	1,82	2,15
35	0,675	0,838	1,00	1,24	1,63	2,00	2,37
38	0,734	0,912	1,09	1,35	1,78	2,19	2,59
40	0,773	0,958	1,15	1,42	1,87	2,31	2,74
42	0,813	1,01	1,21	1,50	1,97	2,44	2,89
45	0,872	1,09	1,30	1,61	2,12	2,62	3,11
50	0,971	1,21	1,44	1,79	2,37	2,93	3,48
55		1,33	1,59	1,98	2,61	3,24	3,85
60		1,46	1,74	2,16	2,86	3,55	4,22
70				2,53	3,35	4,16	4,96
80				2,90	3,85	4,78	5,70
90				3,27	4,34	5,39	6,44
100				3,64	4,83	6,01	7,18
108				3,94	5,23	6,50	7,77
114				4,16	5,52	6,87	8,21
120				4,38	5,82	7,24	8,66

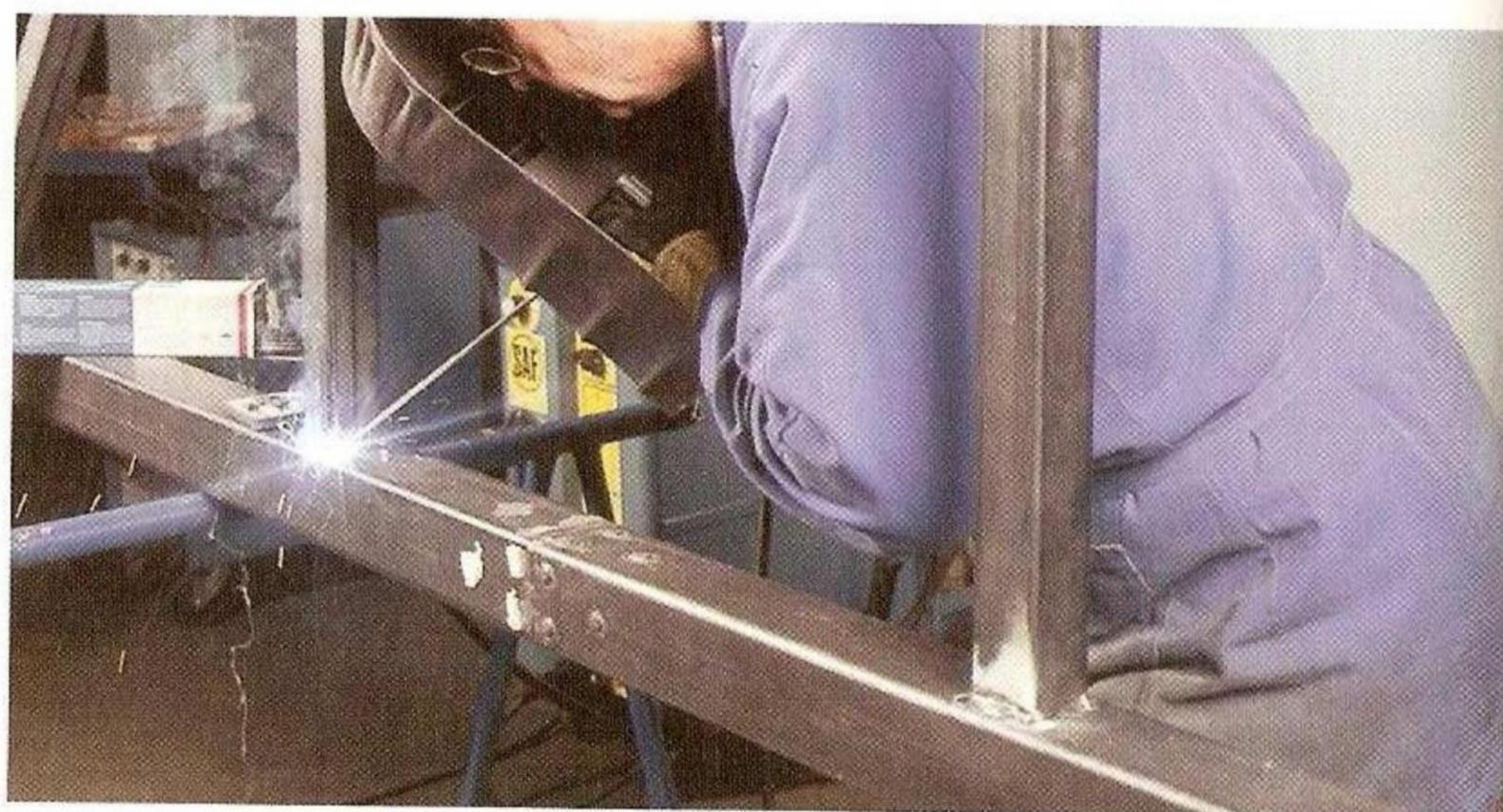


TUBOS CUADRADOS EN ACERO

Dimensiones en mm y peso lineal en kg/m



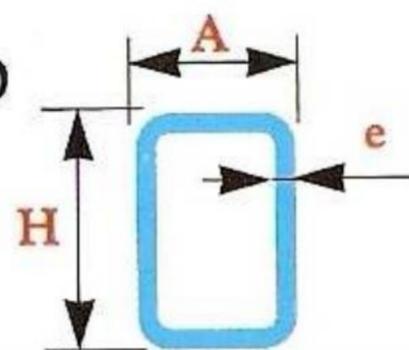
Cotas exteriores L en mm	Espesor e en mm						
	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3
10	0,231	0,283	0,332				
12	0,281	0,345	0,407	0,495			
16	0,382	0,471	0,558	0,683	0,798		
20	0,482	0,597	0,708	0,871	1,05	1,25	1,42
25	0,608	0,754	0,897	1,11	1,36	1,64	1,89
30	0,734	0,911	1,09	1,34	1,68	2,03	2,36
35		1,07	1,27	1,58	1,99	2,42	2,83
40		1,22	1,46	1,81	2,31	2,82	3,30
45				2,05	2,62	3,21	3,77
50				2,28	2,93	3,60	4,25
60				2,76	3,56	4,39	5,19
70				3,23	4,19	5,17	6,13
80				3,70	4,82	5,96	7,07
90				4,17	5,45	6,74	8,01





TUBOS RECTANGULARES EN ACERO

Dimensiones en mm y peso lineal en kg/m



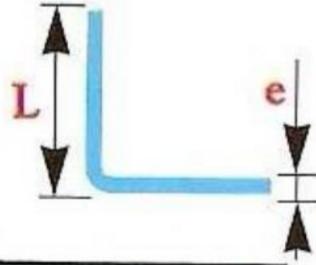
Cotas exteriores H x A en mm	Espesor e en mm						
	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3
20 x 10	0,357	0,440	0,520	0,636			
25 x 10	0,420	0,518	0,614	0,754	0,893		
25 x 20	0,545	0,675	0,803	0,989	1,21		
30 x 10	0,482	0,597	0,708	0,871	1,05		
30 x 15	0,545	0,675	0,803	0,989	1,21		
30 x 20	0,608	0,754	0,897	1,11	1,36		
35 x 10	0,545	0,675	0,803	0,989	1,21		
35 x 20	0,671	0,832	0,991	1,22	1,52		
40 x 10		0,754	0,897	1,11	1,36		
40 x 20		0,911	1,09	1,34	1,68		
40 x 25		0,989	1,18	1,46	1,83	2,23	
40 x 30		1,07	1,27	1,58	1,99	2,42	2,83
50 x 10		0,211	1,09	1,34	1,68		
50 x 20		1,07	1,27	1,58	1,99	2,42	2,83
50 x 25		1,15	1,37	1,70	2,15	2,62	3,07
50 x 30				1,81	2,31	2,82	3,30
50 x 40				2,05	2,62	3,21	3,77
60 x 10				1,58	1,99		
60 x 20				1,81	2,31	2,82	3,30
60 x 30				2,05	2,62	3,21	3,77
60 x 40				2,28	2,93	3,60	4,25
60 x 50				2,52	3,25	3,99	4,72
80 x 20				2,28	2,93	3,60	4,25
80 x 30				2,52	3,25	3,99	4,72
80 x 40				2,76	3,56	4,39	5,19
80 x 50				2,99	3,88	4,78	5,66
100 x 40				3,23	4,19	5,17	6,13
100 x 55				3,46	4,50	5,56	6,60
100 x 60				3,70	4,82	5,96	7,07



PERFILES EN FRÍO

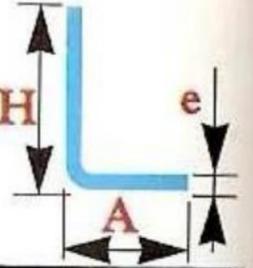
– Perfiles conformados en frío a partir de tiras de chapa (flejes).

ÁNGULOS DE ALAS IGUALES
Cotas en mm
y peso lineal en kg/m



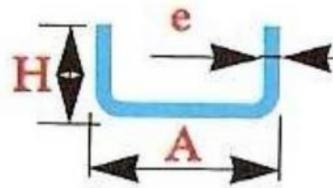
Dimensiones en mm L x e	Peso en kg/m
10 x 10 x 1,5	0,204
15 x 15 x 2	0,420
16 x 16 x 1,5	0,325
20 x 20 x 2	0,576
25 x 25 x 2	0,733
30 x 30 x 2	0,890
30 x 30 x 3	1,296
35 x 35 x 3	1,532
40 x 40 x 2	1,205
40 x 40 x 3	1,767

ÁNGULOS DE ALAS DESIGUALES
Cotas en mm
y peso lineal en kg/m



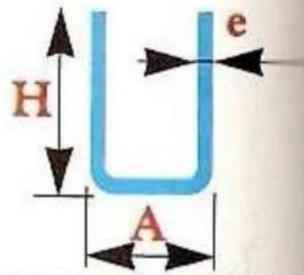
Dimensiones en mm H x A x e	Peso en kg/m
15 x 10 x 1,5	0,265
20 x 15 x 2	0,497
30 x 20 x 2	0,735
40 x 20 x 2	0,880
40 x 30 x 3	1,532
50 x 30 x 3	1,767
60 x 30 x 3	2,000
80 x 30 x 3	2,475
100 x 30 x 3	2,945
100 x 50 x 3	3,415

FORMA EN U. ALAS IGUALES
Cotas en mm
y peso lineal en kg/m



Dimensiones en mm H x A x e	Peso en kg/m
10 x 10 x 1	0,210
15 x 15 x 2	0,605
20 x 20 x 2	0,840
25 x 25 x 2	1,075
30 x 30 x 2	1,309
40 x 40 x 2	1,780

FORMA EN U. ALAS DESIGUALES
Cotas en mm y peso lineal en kg/m



Dimensiones en mm H x A x e	Peso en kg/m
20 x 15 x 1,5	0,590
20 x 30 x 2	0,995
30 x 14 x 2	1,060
30 x 25 x 2	1,230
40 x 25 x 2	1,545
40 x 30 x 2,5	1,995

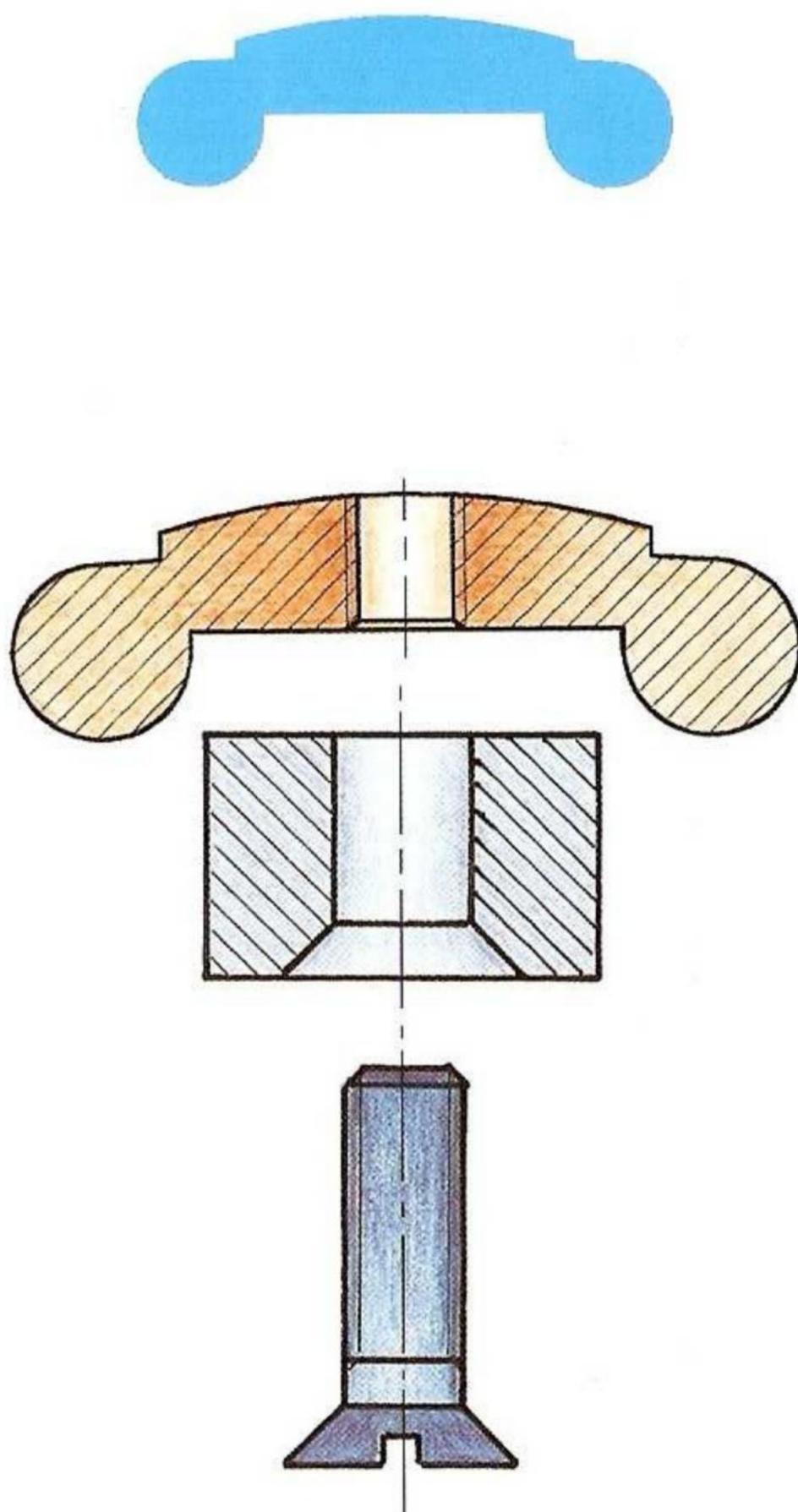


– Citaremos además algunos perfiles interesantes disponibles en el comercio.

PASAMANOS

– Se utilizan en la fabricación de barandillas de escaleras y balcones; estos perfiles se fijan a una pletina o a un perfil cuadrado que pueda adaptarse a su dimensión interior.

Ejemplo: pasamanos de 45 mm fijado a una pletina de 20 x 12 mm.



Advertencia

Es preferible un montaje atornillado, como puede verse en el esquema, que permita pintar con antioxidante en el momento del montaje para evitar así la corrosión.

MEDIA CAÑA

– Algunas dimensiones están disponibles en el comercio; deberá informarse en su proveedor habitual.

– Utilizado durante mucho tiempo en la confección de fallebas *, se puede recuperar fácilmente de las ventanas antiguas.

* Véase glosario.



GLOSARIO

Bisel: corte oblicuo al eje de la barra.

Calamina: óxido de hierro que se forma en la superficie de las barras durante el laminado.

Calaminada: barra en bruto procedente de un laminado y recubierta de óxido.

Canales: grave defecto caracterizado por la formación de un surco a lo largo del cordón de soldadura.

Escoria: revestimiento fundido que se ha de eliminar con un martillo de punta una vez finalizada la soldadura; su función consiste en proteger el metal fundido.

Escoteado (ángulo): ángulo de un perfil metálico en el que se realiza un recorte para facilitar su ensamblaje.

Falleba: dispositivo para acerrojar puertas y ventanas compuesto por dos varillas que se desplazan por rotación de una empuñadura.

Inclusión de escoria: grave defecto de la soldadura, caracterizado por la presencia de escoria en el interior del cordón.

Maleable: se dice de un metal que se deja forjar con facilidad.

Mordazas: placas de metal blando que se colocan en los tornillos de banco para evitar que se marquen las piezas.

Pulir: suprimir las irregularidades de una superficie; en este caso, amolar la soldaduras.

Soldabilidad: propiedad física de un metal que lo hace apto para ser soldado.

Vástago: pieza metálica fijada en el extremo de una barra para facilitar un empalme preciso.

ÍNDICE

LA SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO	3
Nociones de soldabilidad	4
Esquema de un dispositivo de soldadura	5
El arco eléctrico	6
Elección de un equipo	7
Equipos de soldadura por onduladores	10
LA SOLDADURA POR ARCO CON ELECTRODO REVESTIDO	12
Preparación de los bordes	13
Preparación del electrodo	13
Reglas para la ejecución de la soldadura	15
Soldadura borde con borde en el mismo plano	29
Soldadura en ángulo interno denominada «automático-manual»	30
Soldadura vertical ascendente	32
Soldadura vertical descendente	33
Seguridad e higiene en la soldadura eléctrica por arco	35
DEFORMACIONES	44
Causas y efectos	44
Evitar las deformaciones	47
ENSAMBLAR	55
Realización de ángulos en perfiles	55
Realización de diferentes uniones	68
Colocación de pernios para soldar	70
Unión de tubos cilíndricos	72
Cómo empalmar tubos	78
PROTECCIÓN DE LOS TRABAJOS	80
Preparación de la superficie	80
Galvanizado	81
FORMAS COMERCIALES Y CLASIFICACIÓN DE PERFILES	82
GLOSARIO	94

En esta obra, el autor ha reunido y sintetizado su experiencia como profesor con jóvenes profesionales de la metalistería.

Le invitamos a descubrir las técnicas básicas de la soldadura por arco eléctrico.

Este libro añadirá una nota profesional a sus trabajos y le guiará paso a paso en todos ellos.

Le planteamos un gran número de uniones en diferentes perfiles con una indicación para elegir la sección más adecuada.

Las explicaciones están ilustradas con más de 250 fotografías, dibujos

o cuadros. ¡Manos a la obra y a soldar!



susaeta
ediciones sa

Campezo, s/n - 28022 Madrid
Tel.: 913 009 100 - Fax: 913 009 118
Impreso en España
www.susaeta.com
ediciones@susaeta.com

No está permitida la reproducción del contenido de este libro, ni su tratamiento informático.

D.L.: M-3447620
ISBN 84-305-3036-3



9 788430 530366

Ref. 773-5