

PROCESOS DE UNIÓN Y ENSAMBLE



CONCEPTO DE MATERIA

Todos los cuerpos que forman parte del universo están constituidos por materia y energía.

Definiremos a la materia como todo lo que tiene un lugar en el espacio y tiene masa.

Dimensiones de las partículas de la materia

a) Partículas macroscópicas: Son visibles a simple vista. Dimensión: $> a 1000\mu$.

b) Partículas microscópicas: Son visibles con ayuda del microscopio. Dimensiones: entre 1000μ y 200μ .

c) Partículas ultramicroscópicas: Son visibles con ayuda del ultramicroscopio. Dimensiones: entre 200μ y $1m\mu$.

d)- Partículas invisibles: Son los átomos, iones, moléculas. Dimensión: $< a 1m\mu$.

$$1 \text{ micrón } (\mu) = 0,001 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ mm}$$

$$1 \text{ micro-micrón } (m \mu) = 0,000001 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ mm}$$

$$1 \text{ ångström } (\text{Å}) = 0,0000001 \text{ mm} = 10^{-7} \text{ mm}$$

Estados de la materia

La materia se presenta en cuatro (4) formas distintas o estados que se designan por los nombres de estado sólido, estado líquido, estado gaseoso, y estado plasma.

En el estado sólido los cuerpos poseen una forma definida y un volumen propio, independiente a los otros cuerpos.

Los sólidos se caracterizan por su rigidez y por no poder fluir. El sólido cristalino es un tipo particular de materia cuyos elementos constitutivos obedecen a un patrón que por ser periódico, se repite en las tres direcciones en el espacio.

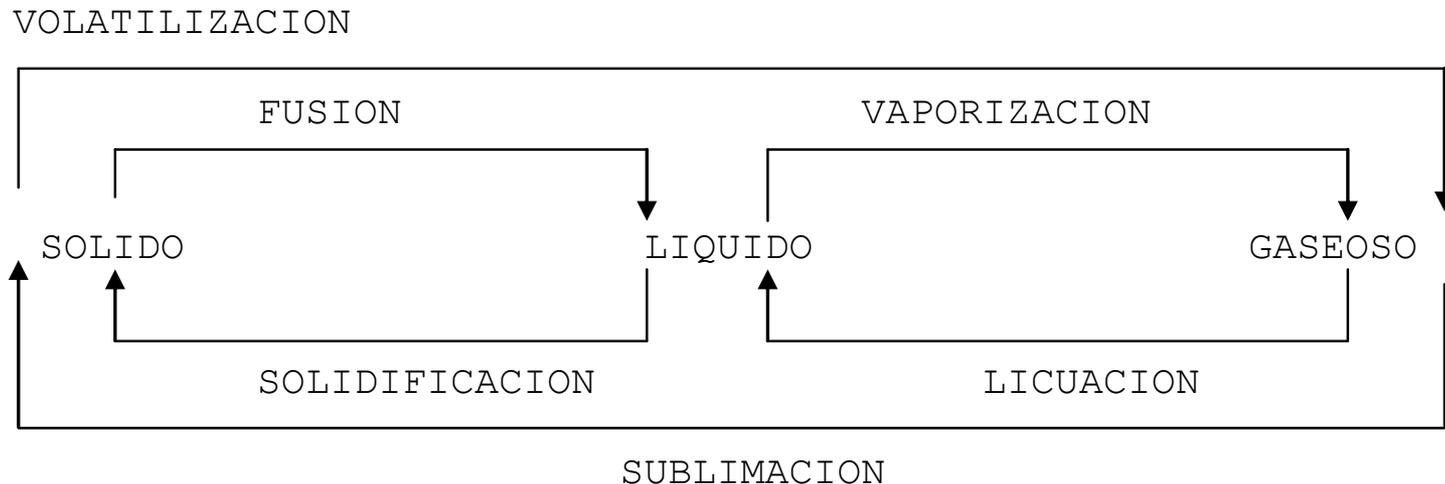
En el estado líquido los cuerpos se adaptan a la forma del recipiente que los contiene, con una superficie libre horizontal determinada por la acción de la gravedad.

Esta capacidad de adaptación que hace los líquidos puedan fluir es muy variable. Para algunos es muy grande y son los llamados líquidos móviles y para otros muy pequeña, líquidos viscosos. Los líquidos tienen volumen propio y son difícilmente compresibles.

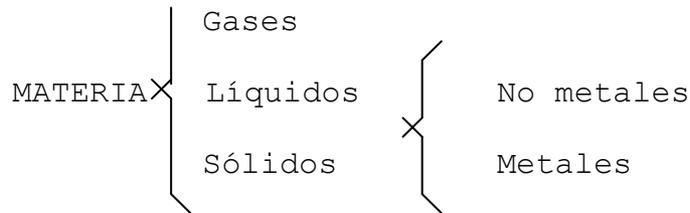
En el estado gaseoso los cuerpos no tienen forma ni volumen propios, pues llenan totalmente el recipiente que los contiene. Los gases son capaces de expansión infinita y son fácilmente compresibles.

En condiciones ordinarias los cuerpos se presentan en un estado físico determinado, pero si se modifican las condiciones que existen sobre el cuerpo, este puede pasar a un nuevo estado.

Estos procesos que originan el cambio de estado se esquematizan en el siguiente cuadro:



Concepto de Metal:



Los metales son cuerpos que se caracterizan por una serie de propiedades que los diferencian de los demás cuerpos.

- Forman óxidos no volátiles que a su vez pasan a hidróxido por hidrólisis.
- Poseen elevada conductividad térmica y eléctrica.
- Son dúctiles y maleables.
- Poseen brillo, dureza y resistencia característicos.

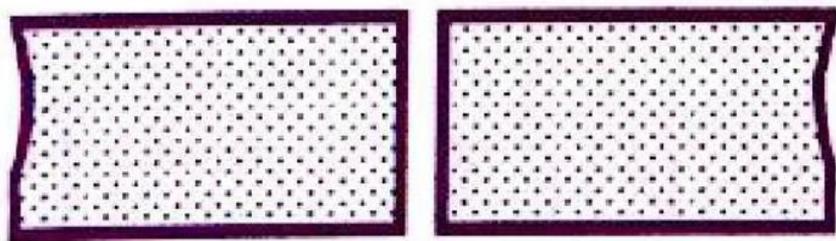
La soldadura es un proceso de unión de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos (o más) partes mediante la aplicación conveniente de calor o presión. La integración de las partes que se unen mediante soldadura se denomina un ensamble soldado.

Muchos procesos de soldadura se obtienen solamente por calor, sin aplicar presión; otros mediante una combinación de calor y presión; y unos más únicamente por presión, sin aportar calor externo.

La soldadura es un proceso relativamente nuevo. Su importancia comercial y tecnológica se deriva de lo siguiente:

Ventajas de la soldadura:

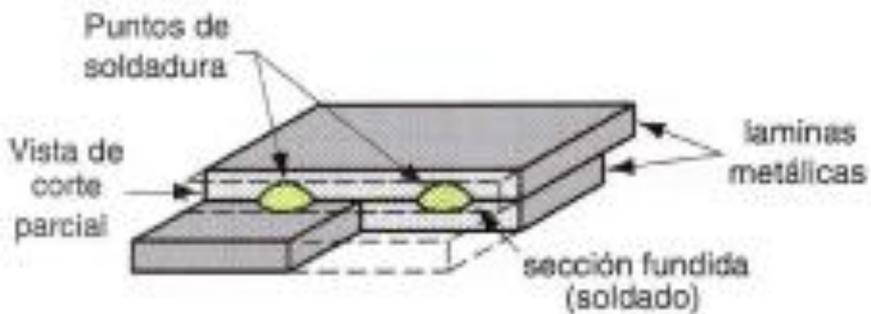
- La soldadura proporciona una unión permanente. Las partes soldadas se vuelven una sola unidad.
- La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales, si se usa un metal de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a la de los materiales originales y se emplean las técnicas de soldadura adecuadas.
- En general, la soldadura es la forma más económica de unir componentes, en términos de uso de materiales y costos de fabricación. Los métodos mecánicos alternativos de ensamblaje requieren alteraciones más complejas de las formas (por ejemplo, taladrado de orificios) y adición de sujetadores (remaches o tuercas). El ensamblaje mecánico resultante por lo general es más pesado que la soldadura correspondiente.
- La soldadura no se limita al ambiente de fábrica. Puede realizarse en el campo.



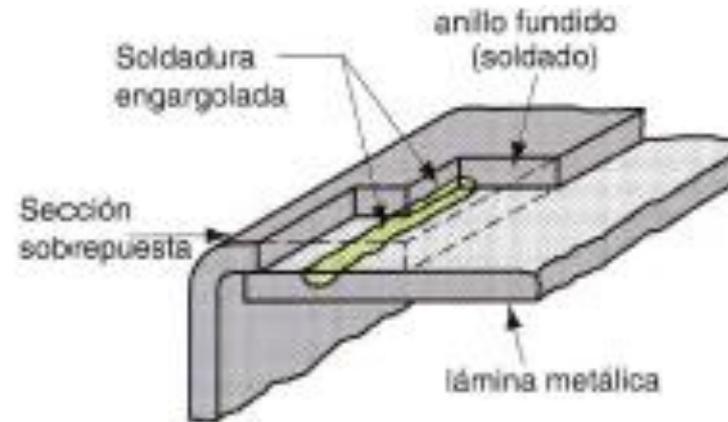
partes que se van
van a soldar



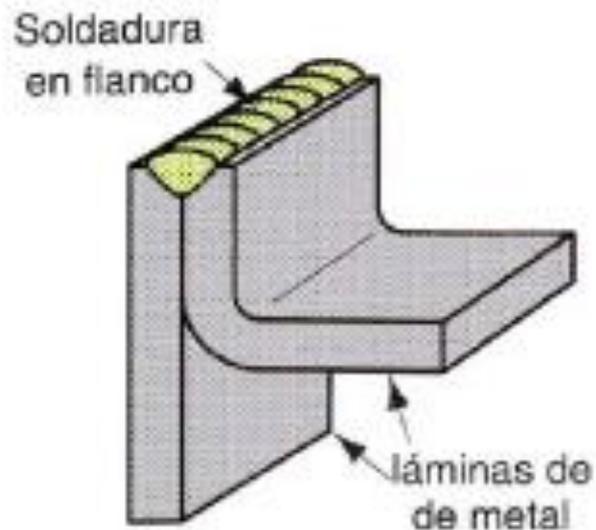
TIPOS DE SOLDADURAS



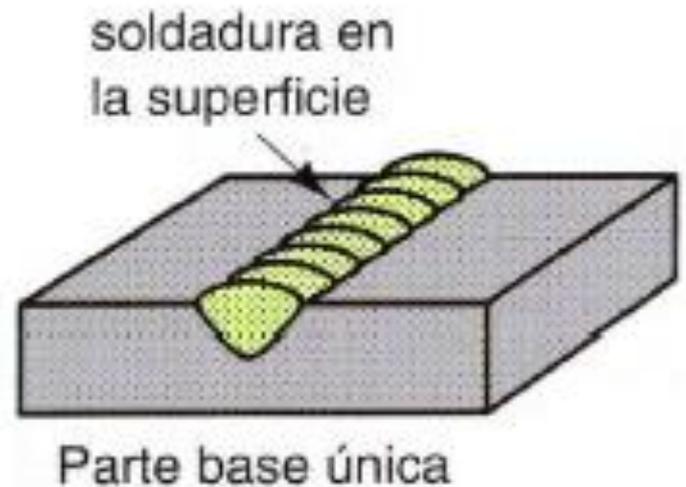
Unión por puntos



Unión engargolada

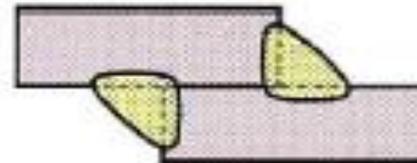
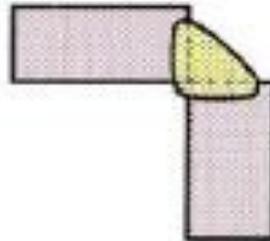
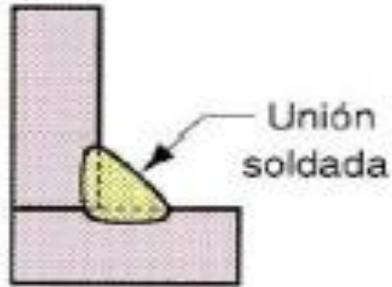


Unión en flanco

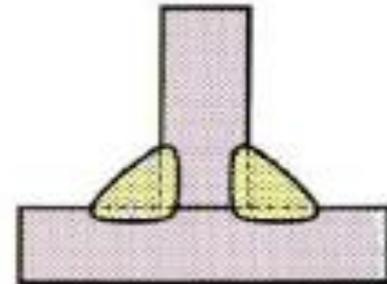


Unión en superficie

Unión de esquina con filete externo



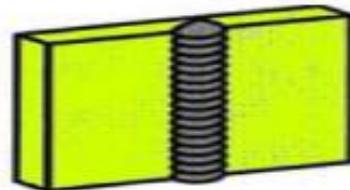
Unión en T con doble filete



Unión de esquina con filete interno

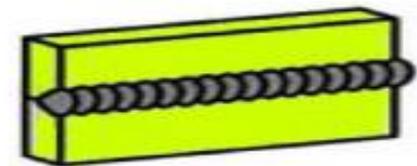


Posición horizontal

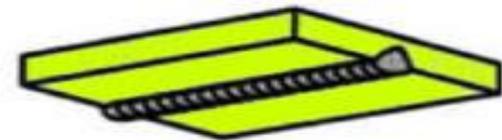


Posición vertical

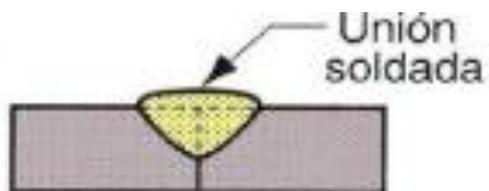
Unión sobrepuesta con doble filete



Posición horizontal



Posición de cabeza



Unión a tope sin bisel



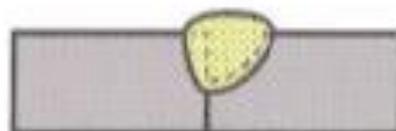
Unión con bisel por un solo lado



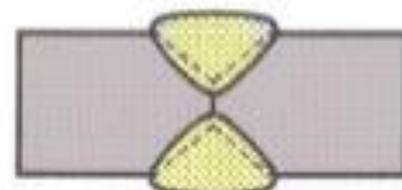
Unión con doble bisel (V)



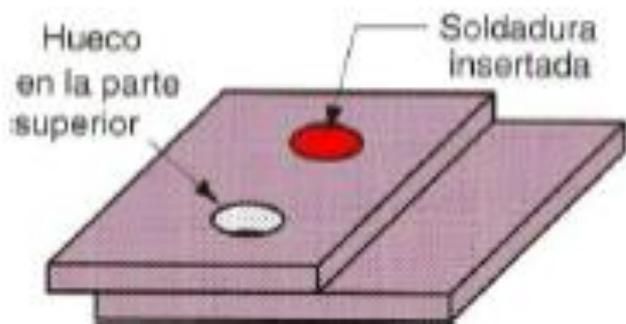
Unión con bisel en U



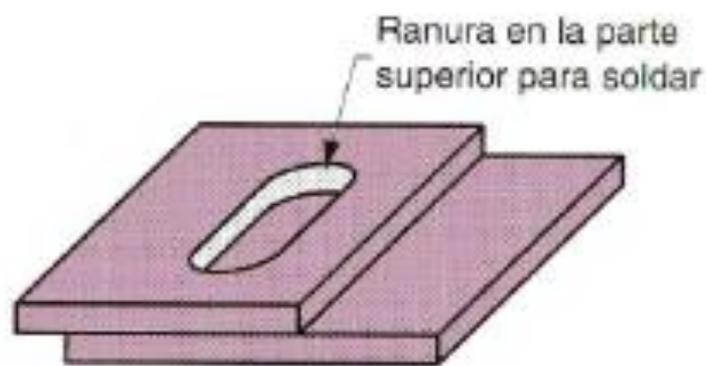
Unión con bisel en J



Con doble bisel (superior e inferior)



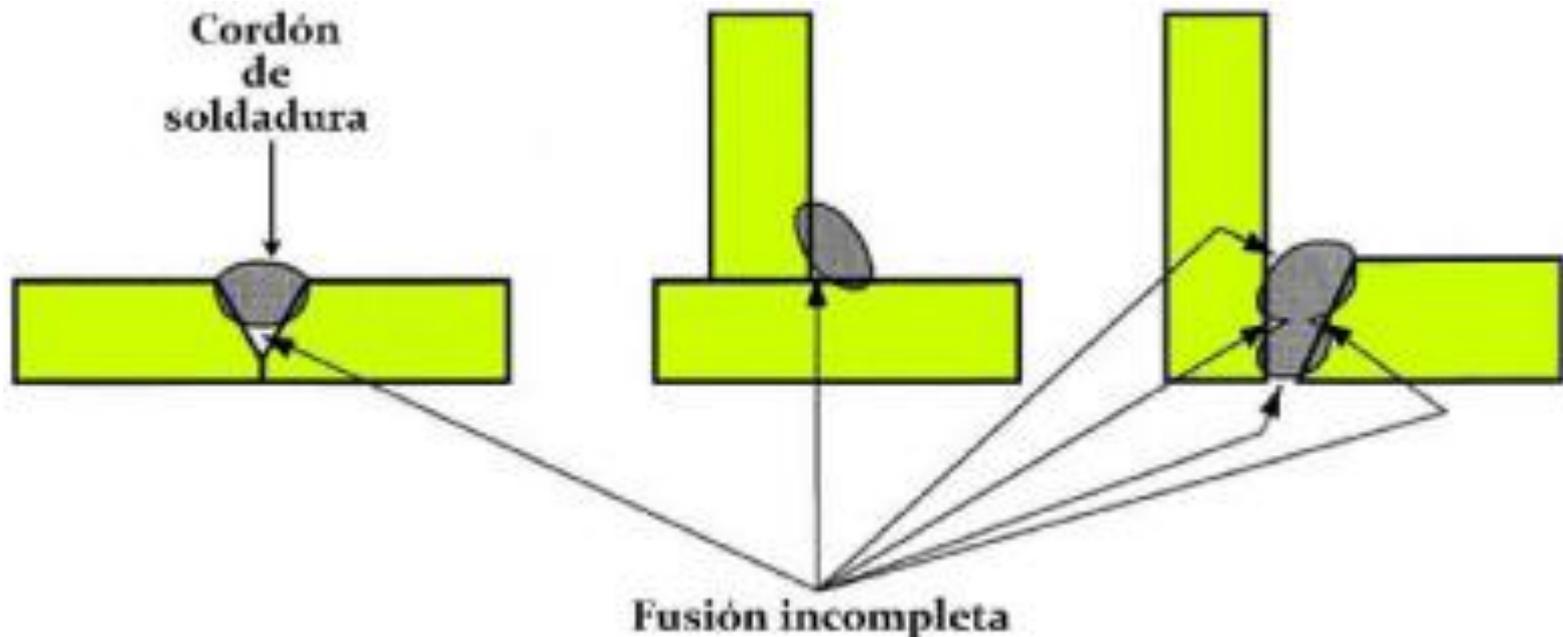
Unión con inserto



Unión con ranura

También tiene ciertas limitaciones y desventajas (o desventajas potenciales):

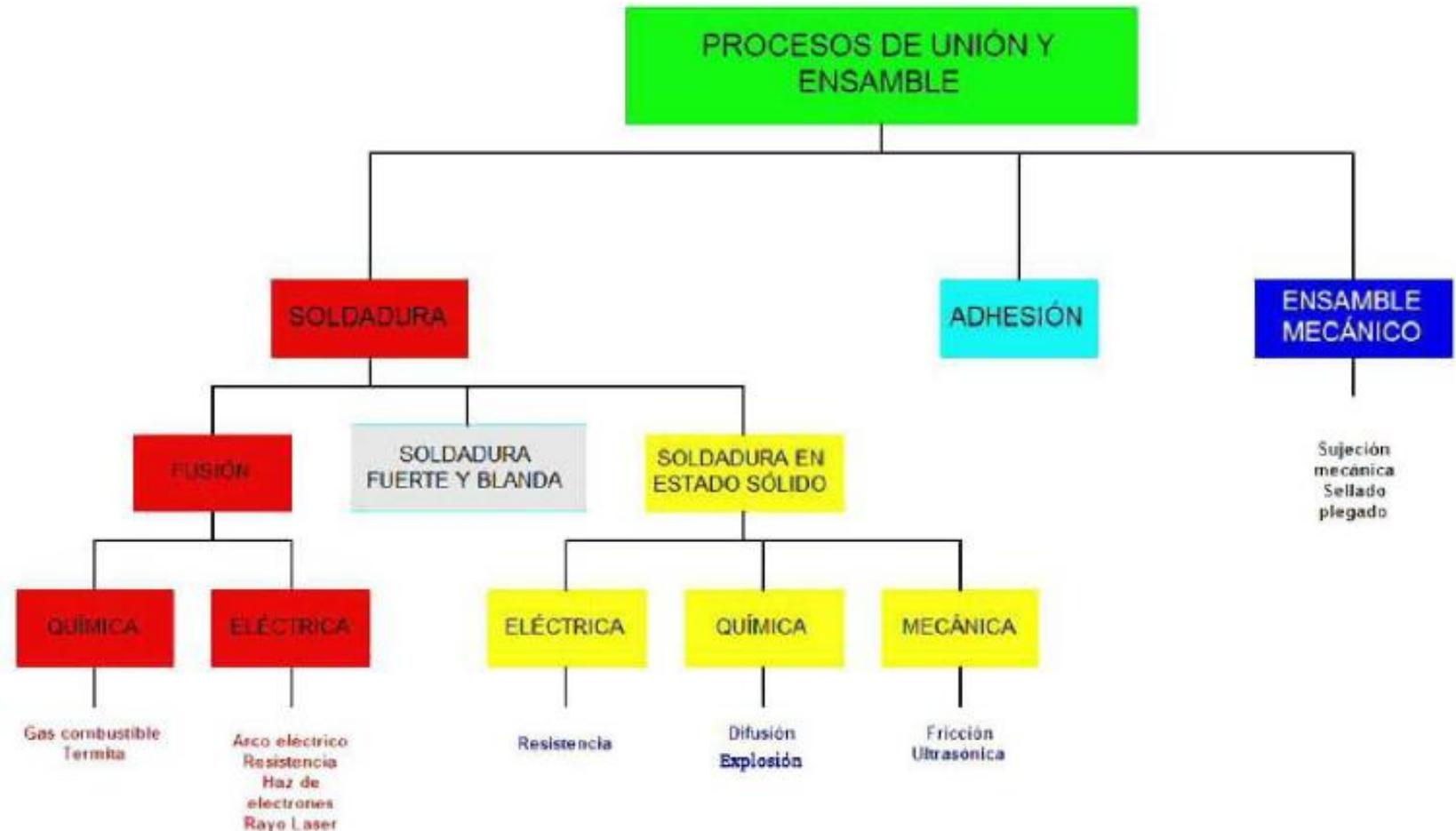
- La mayoría de las operaciones de soldadura se realizan en forma manual y son elevadas en términos de costo de mano de obra. Muchas operaciones de soldadura se consideran cuestiones especializadas y no son muchas las personas que las realizan.
- Casi todos los procesos de soldadura implican el uso de mucha energía, y por consiguiente son peligrosos.
- Dado que la soldadura obtiene una unión permanente entre los componentes, no permite un desensamble adecuado. Si se requiere un desensamble ocasional de producto (para reparación o mantenimiento), no debe usarse la soldadura como método de ensamble.
- La unión soldada puede padecer ciertos defectos de calidad que son difíciles de detectar. Los defectos pueden reducir la resistencia de la unión



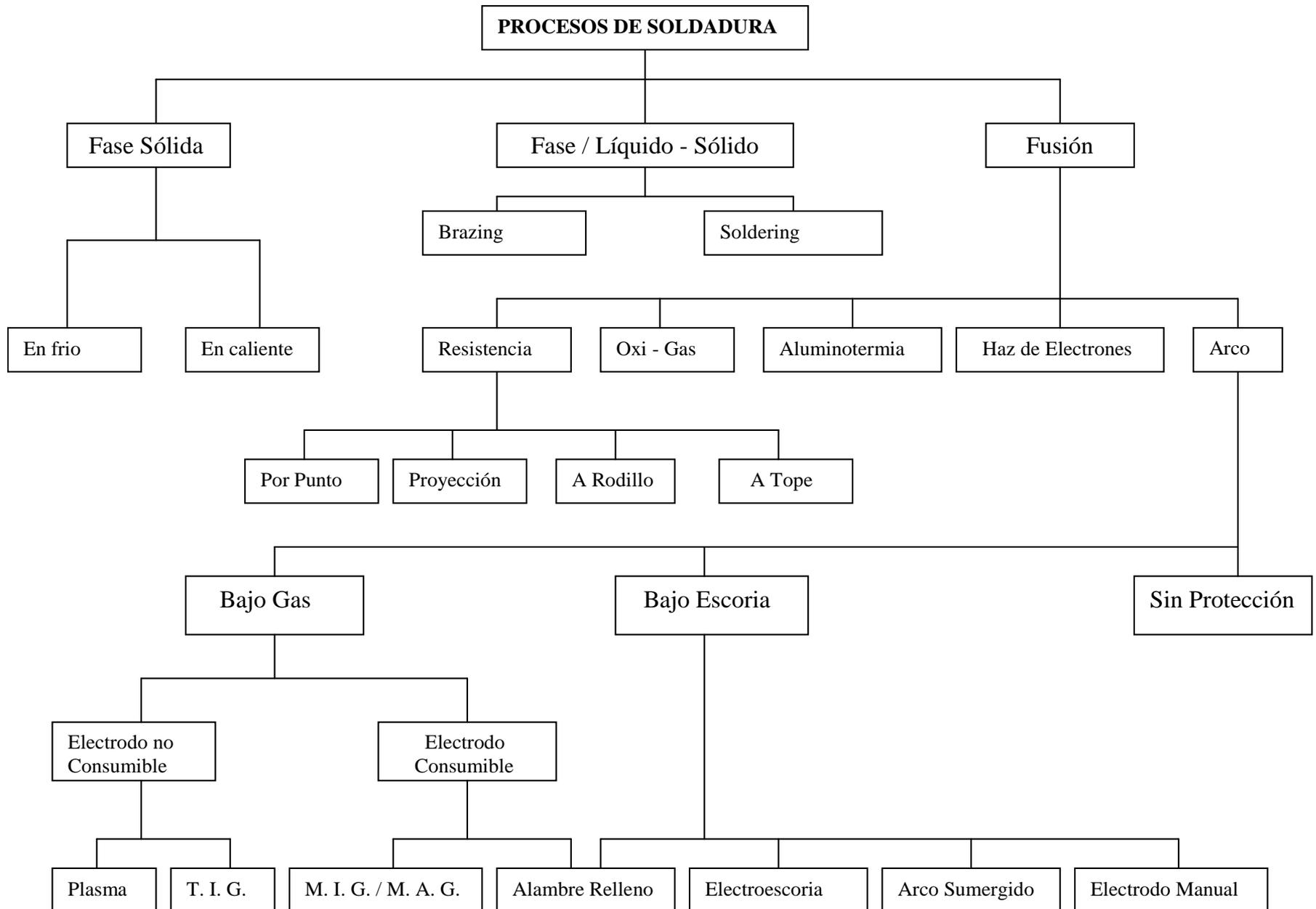
Concepto de soldadura

En primera instancia podemos definir la soldadura como la unión metalúrgica de dos entidades sólidas mediante el aporte de energía.

De todas maneras el primer paso hacia la comprensión de cómo se produce esta unión, lo constituye el análisis de los fenómenos que intervienen cuando se produce el contacto de dos superficies metálicas sólidas.



2.1 Clasificación de los procesos de soldadura



Recordaremos que los metales están constituidos por cristales.

Cada uno de estos cristales está formado mediante un arreglo periódico especial de átomos que dan lugar a lo que llamamos retículo cristalino.

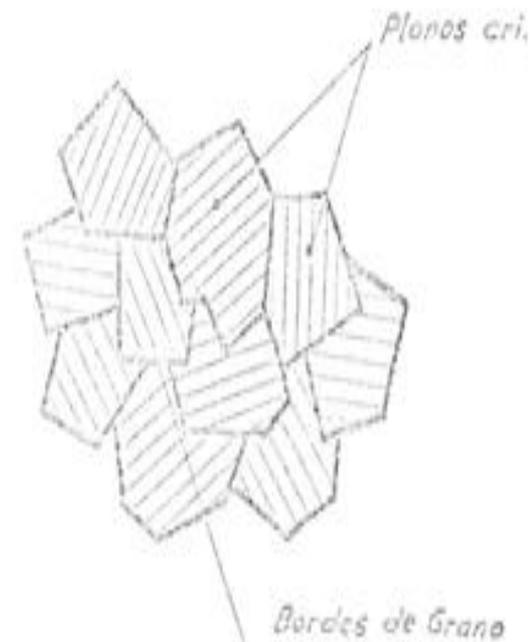
El tamaño medio de estos cristales varía entre unos micrones y varios centímetros según el caso y cada cristal está separado de sus vecinos por una zona de transición asimilable a una superficie, que se conoce como borde de grano.

El borde de grano es entonces el lugar en el cual la orientación de los ejes cristalinos cambia para dar lugar a los que corresponden a los granos.

Los bordes de grano desempeñan un papel importante en la determinación de las propiedades mecánicas de un metal.

En este sentido se ha comprobado que a bajas temperaturas los bordes de grano son en general por lo menos tan resistentes como los granos mismos, es decir, no son causa de debilitamiento del material.

En las mismas se observa que la superficie de fractura no sigue los bordes de grano sino que pasa por granos mismos.

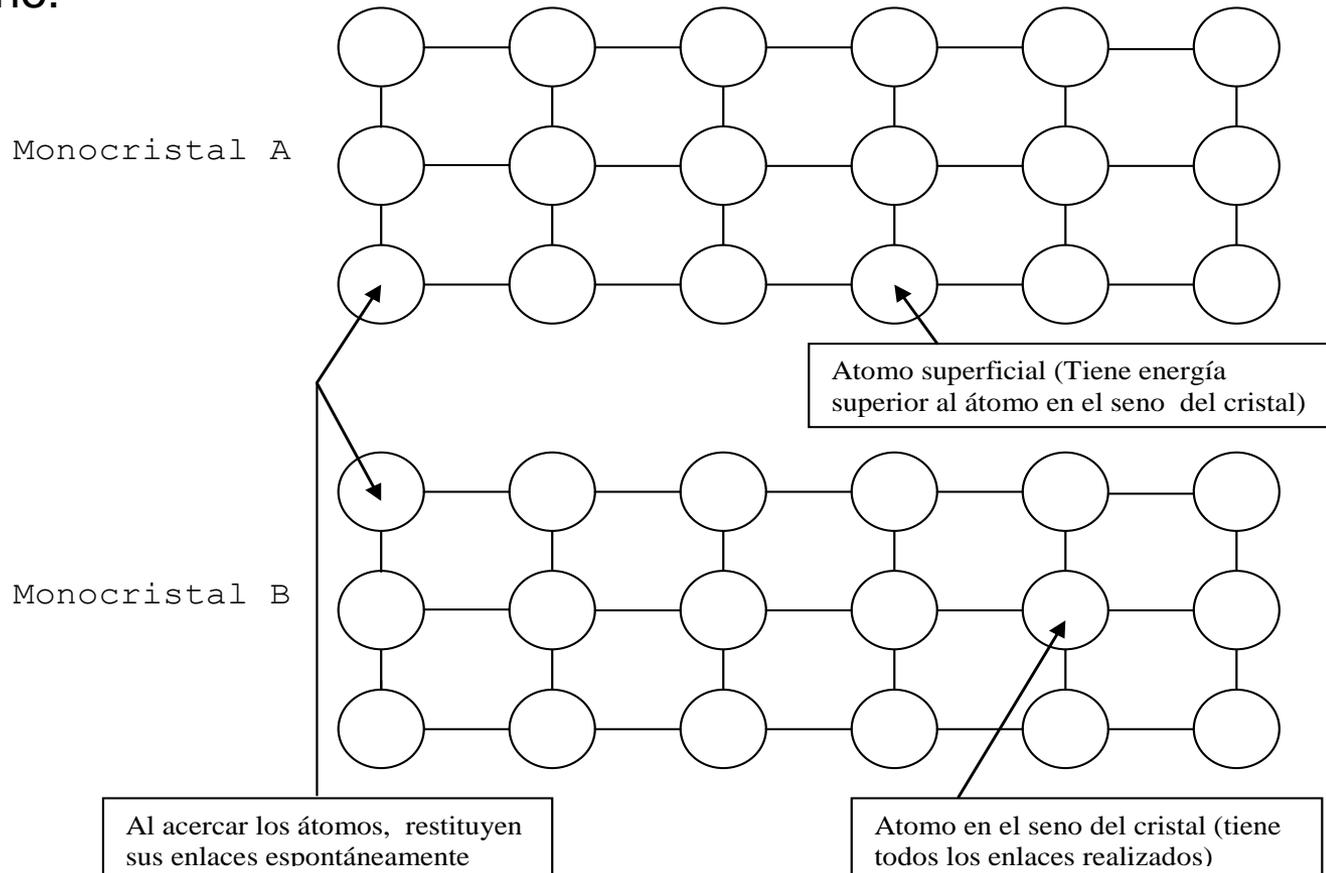


SOLDADURA IDEAL

Si consideramos ahora un átomo cualquiera en el interior de un cristal, el mismo se halla ligado a sus vecinos por las fuerzas de enlace que caracterizan a estos sólidos.

Sin embargo los átomos que se encuentran en la superficie libre no podrán completar su enlace.

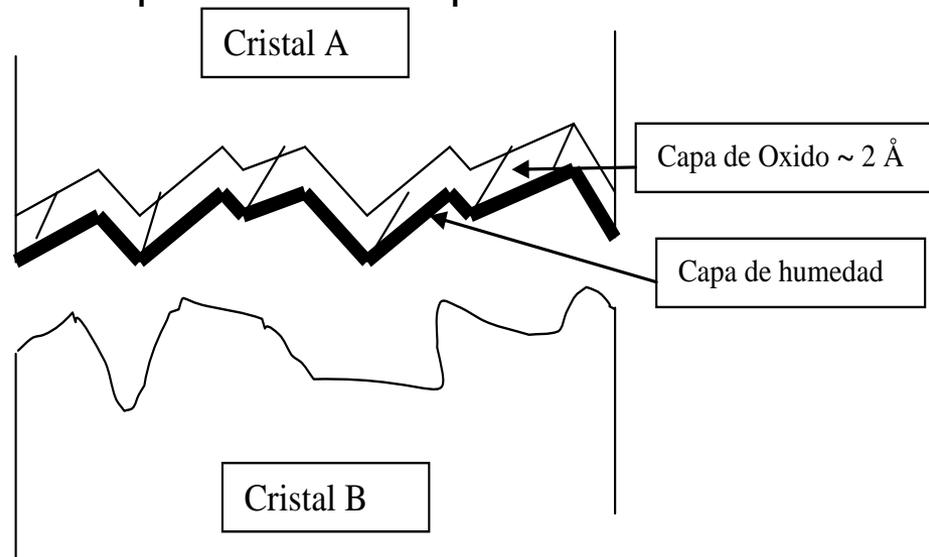
Si en estas condiciones ponemos en adecuado contacto dos superficies de este tipo, se establecerán dichos enlaces contribuyendo a que se forme algo así como un borde de grano.



Los átomos pueden ser considerados esencialmente como cargas eléctricas en movimiento. De esta manera cuando dos átomos se aproximan, los mismos interactuarán con fuerzas de atracción o repulsión, según la distribución mutua de cargas positivas y negativas y la distancia que los separe.

En la posibilidad de reproducir en forma controlada este fenómeno, lo que da origen a los procesos de soldadura.

Hemos considerado dos superficies planas ideales como para que se establezca un intimo contacto entre las mismas, pero la naturaleza de las superficies reales, las superficies metálicas raramente se encuentran en este estado, lo que impide en la práctica la reproducción del proceso descrito anteriormente.



Para comprender los procesos de soldadura reales es necesario analizar las características de las superficies reales, tal como ocurre en la naturaleza.

Cualquier superficie real examinada bajo el microscopio, es extremadamente irregular.

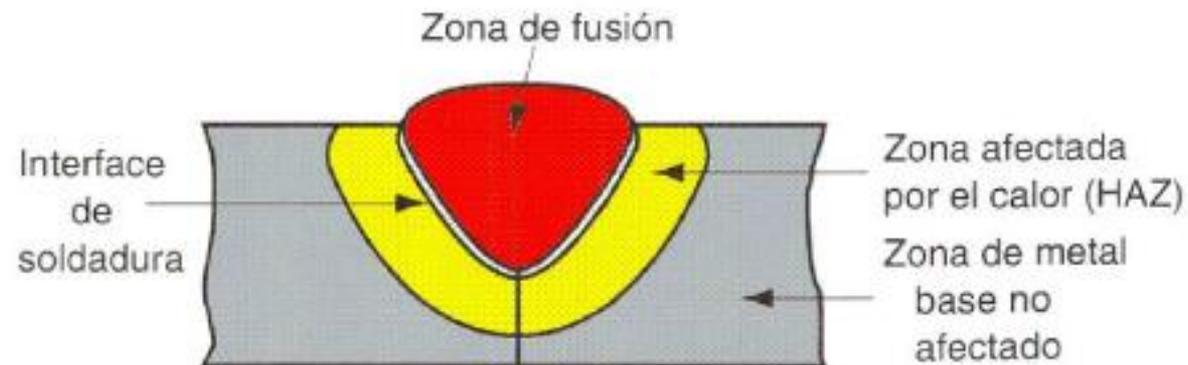
Para comprender los procesos de soldadura reales es necesario analizar las características de las superficies reales, tal como ocurre en la naturaleza, cualquier superficie real examinada bajo el microscopio, es extremadamente irregular.

La misma está constituida por **PICOS Y VALLES** variables entre unos 200 diámetros atómicos en las superficies más perfectas que el hombre puede lograr, hasta 104 diámetros atómicos para superficies desbastada

Dado que estas irregularidades se encuentran distribuidas al azar, es sumamente improbable poco mas que algunos átomos se pongan en contacto íntimo necesario para que experimenten fuerzas de atracción, magnitud que generalmente no supera 1 Å.

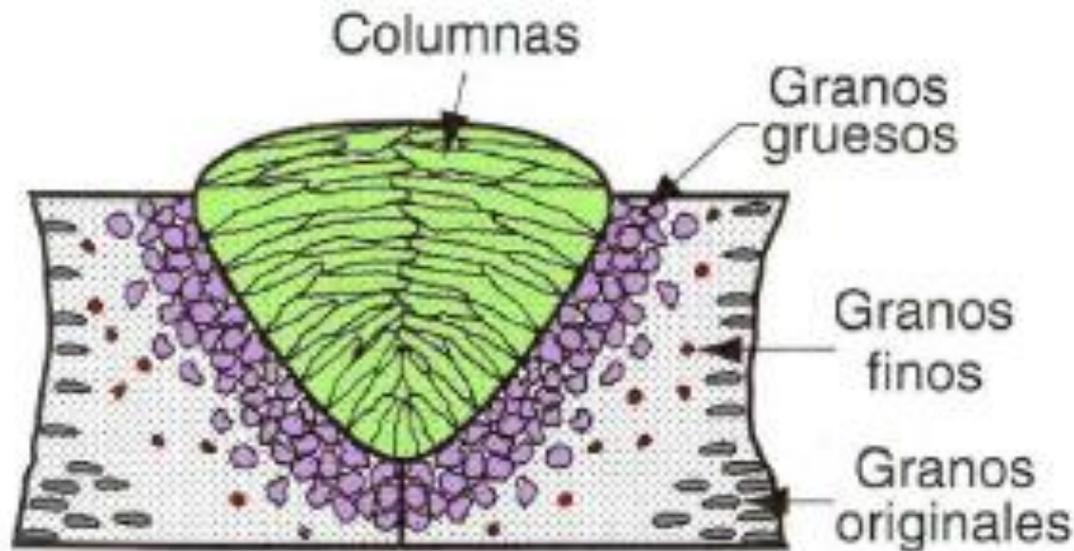
Otro impedimento que se presenta para lograr la soldadura ideal lo constituye la presencia inevitable de **CAPAS DE ÓXIDO** y humedad adheridas a las superficies metálicas.

Estas capas tienen en general espesores relativamente grandes con relación a los diámetros atómicos del metal, con estructuras cristalinas distintas y propiedades mecánicas que difieren también del mismo.



Del análisis anterior surgen las dificultades que se presentan para lograr una unión metálica adecuada.

Al poner dos cuerpos reales en contacto; la "ciencia" de la soldadura se ocupó de estudiar los medios prácticos para producir uniones átomo a átomo a través de superficies metálicas preexistentes y en un número suficiente para otorgar resistencia satisfactoria.



DEFINIREMOS ENTONCES CON MAYOR PRECISIÓN A LA SOLDADURA COMO:

“El proceso mediante el cual podemos restituir los átomos de las superficies libres”.

Los recursos empleados para lograr este objetivo nos permitirán hacer una clasificación de los procesos de soldadura.

Una forma de lograr el contacto íntimo de dos superficies necesario para la producción de una soldadura, es someter a los mismos a una presión recíproca. Si esta es de magnitud adecuada, será capaz de romper las **capas de óxido y humedad y deformar la superficie**, de manera de lograr el contacto necesario.

Esto da origen a lo que se conoce como soldadura por presión o más generalmente como soldadura en **FASE SÓLIDA**.

Este proceso puede o no ser asistido por energía térmica, pero debe tenerse en cuenta que cuando así ocurre la temperatura del proceso debe mantenerse por debajo del punto de fusión de los materiales intervinientes.

El principal efecto buscado con el empleo de energía térmica es en este caso, reducir la tensión de fluencia de los materiales que se sueldan, así como **disociar los óxidos y volatilizar la humedad**.

Otro camino para lograr la soldadura, es emplear energía térmica para fundir localmente las piezas que se desean unir, y de esta manera lograr la eliminación de las capas mencionadas y el íntimo contacto de las piezas por **coalescencia de material en estado líquido**.

Esto se conoce en general como **SOLDADURA POR FUSIÓN**.

SOLDADURA POR RESISTENCIA

El pasaje de la corriente eléctrica a través de ciertos conductores genera calor. La cantidad de calor generado es tanto mayor cuanto mayor es la resistencia del conductor. Basamos este principio en el efecto Joule $Q = 0,24 I^2 R t$
Donde: Q : Cantidad de calor generado; I : Intensidad de corriente; R : Resistencia:
T : Tiempo

Si la cantidad de calor generado es la suficiente, que nos permita fundir el material, lograremos poner en contacto íntimo los átomos en las superficies reales mencionadas con anterioridad.

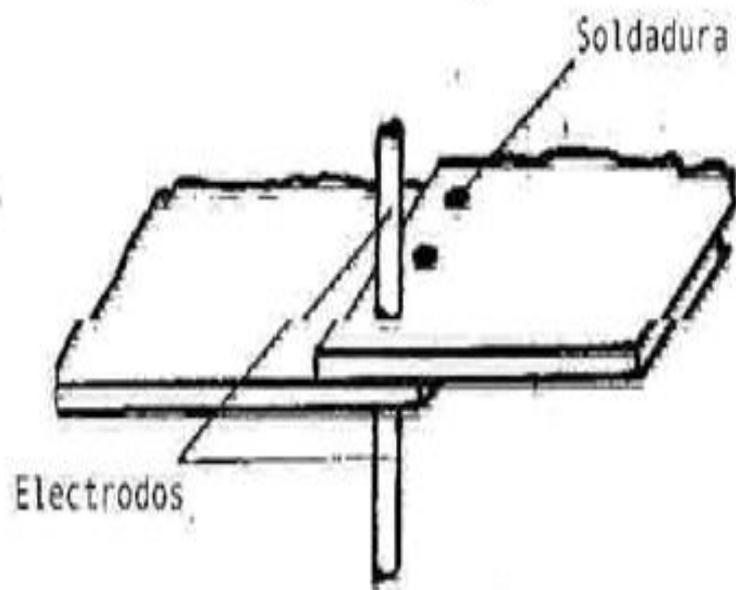
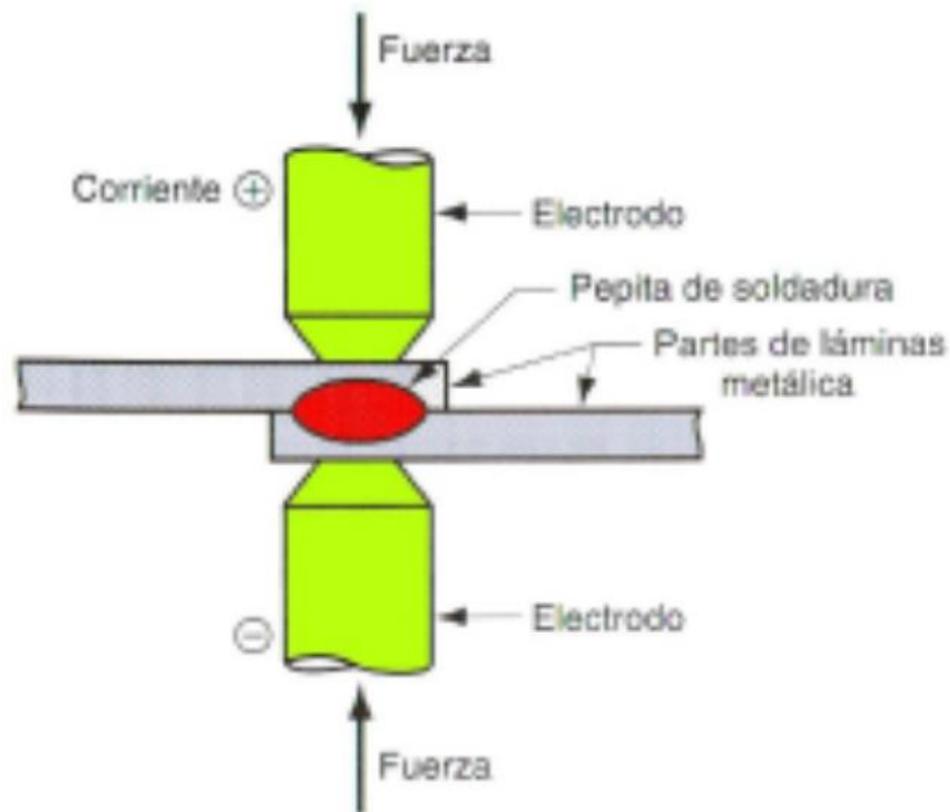


Fig. 6



FUENTE DE ENERGÍA EN LA SOLDADURA POR RESISTENCIA

La energía calorífica aplicada a la operación de soldadura depende del flujo de corriente, la resistencia del circuito y el intervalo del tiempo en que se aplica la corriente. Esto se expresa mediante la ecuación:

$$H = I^2 \cdot R \cdot t$$

Donde:

H = calor generado, en W/seg. o J;

I = corriente, en A;

R = resistencia eléctrica, en Ω ; y

t = tiempo, en segundos.

La corriente usada en las operaciones de soldadura por resistencia es muy alta, por lo común de 5.000 a 20.000 A, aunque el voltaje es relativamente bajo, normalmente menos de 10Amp.

La duración de la corriente es breve en la mayoría de los procesos, tal vez de 0,1 a 0,4 seg. en una operación de soldadura de puntos normal.

Las razones por las que la corriente es tan alta en la soldadura por resistencia son:

- 1) el término al cuadrado en la ecuación amplifica el efecto de la corriente y .
- 2) la resistencia es muy baja, alrededor de 0,0001 Ω .

LA RESISTENCIA EN EL CIRCUITO DE SOLDADURA ES LA SUMA DE:

- 1) la resistencia de los electrodos,
- 2) la resistencia de las partes de trabajo,
- 3) las resistencias de contacto entre los electrodos y las partes de trabajo y
- 4) la resistencia de contacto de las superficies empalmantes.

La situación ideal es que las superficies empalmantes sean la resistencia más grande en la suma, dado que ésta es la posición deseada para la soldadura.

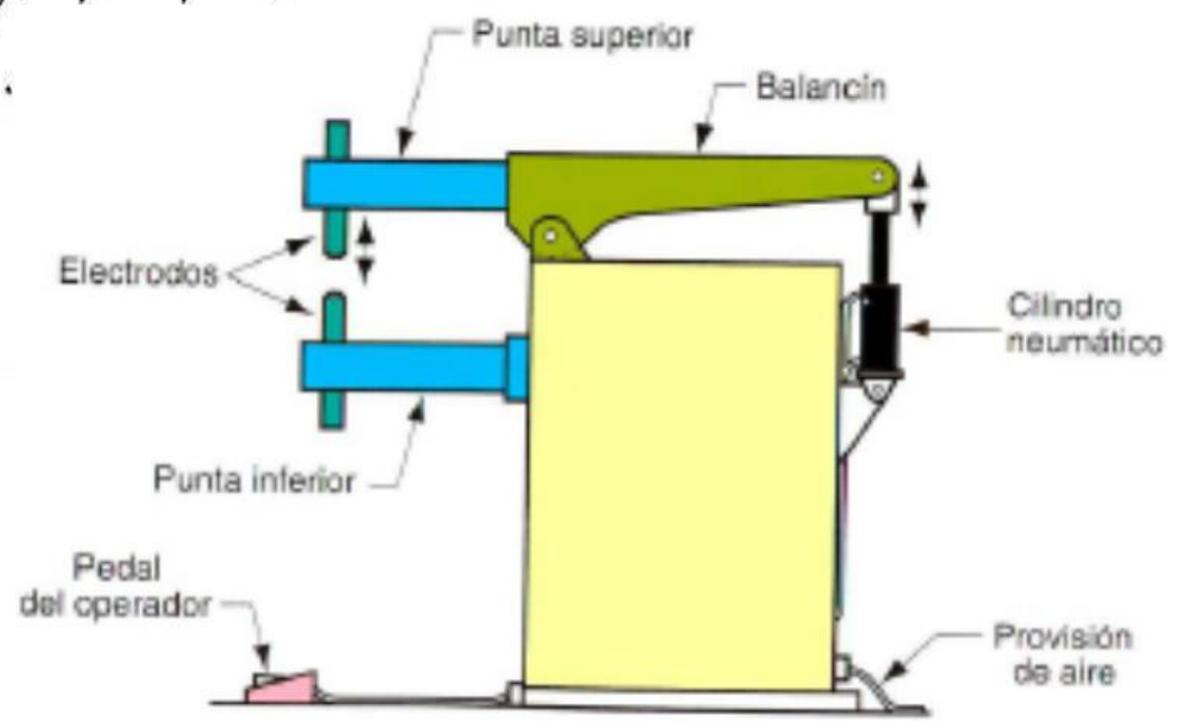
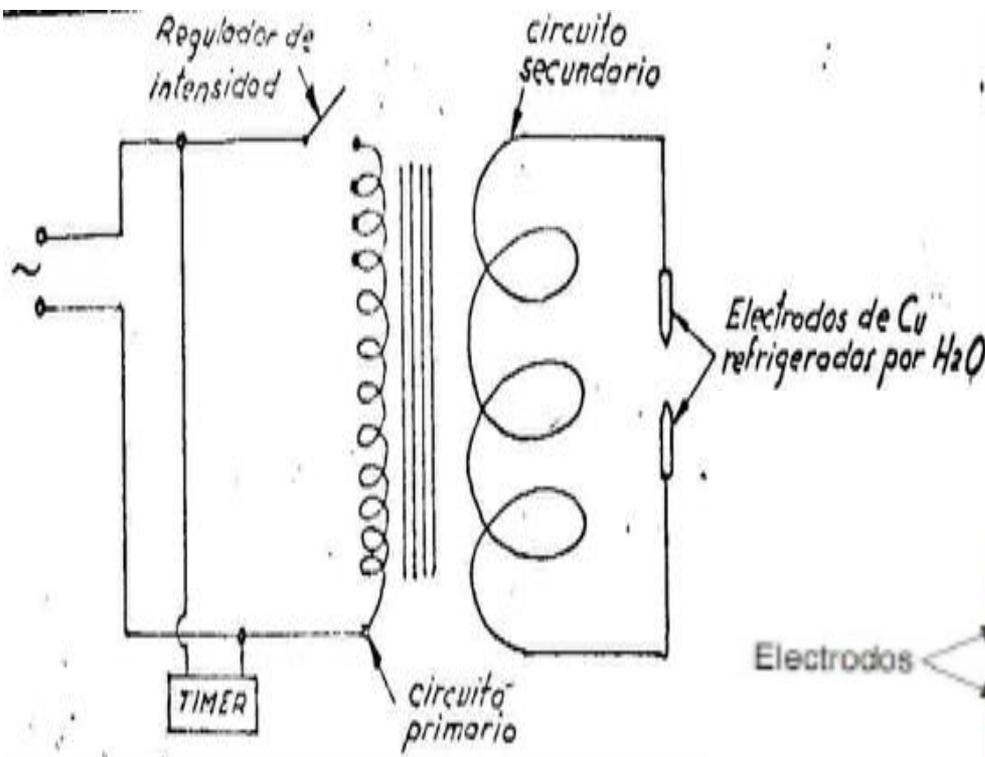
La resistencia de los electrodos se minimiza usando metales con resistividades muy bajas, tales como el cobre.

La resistencia de las partes de trabajo es una función de las resistividades de los metales base implícitos y los espesores de las partes.

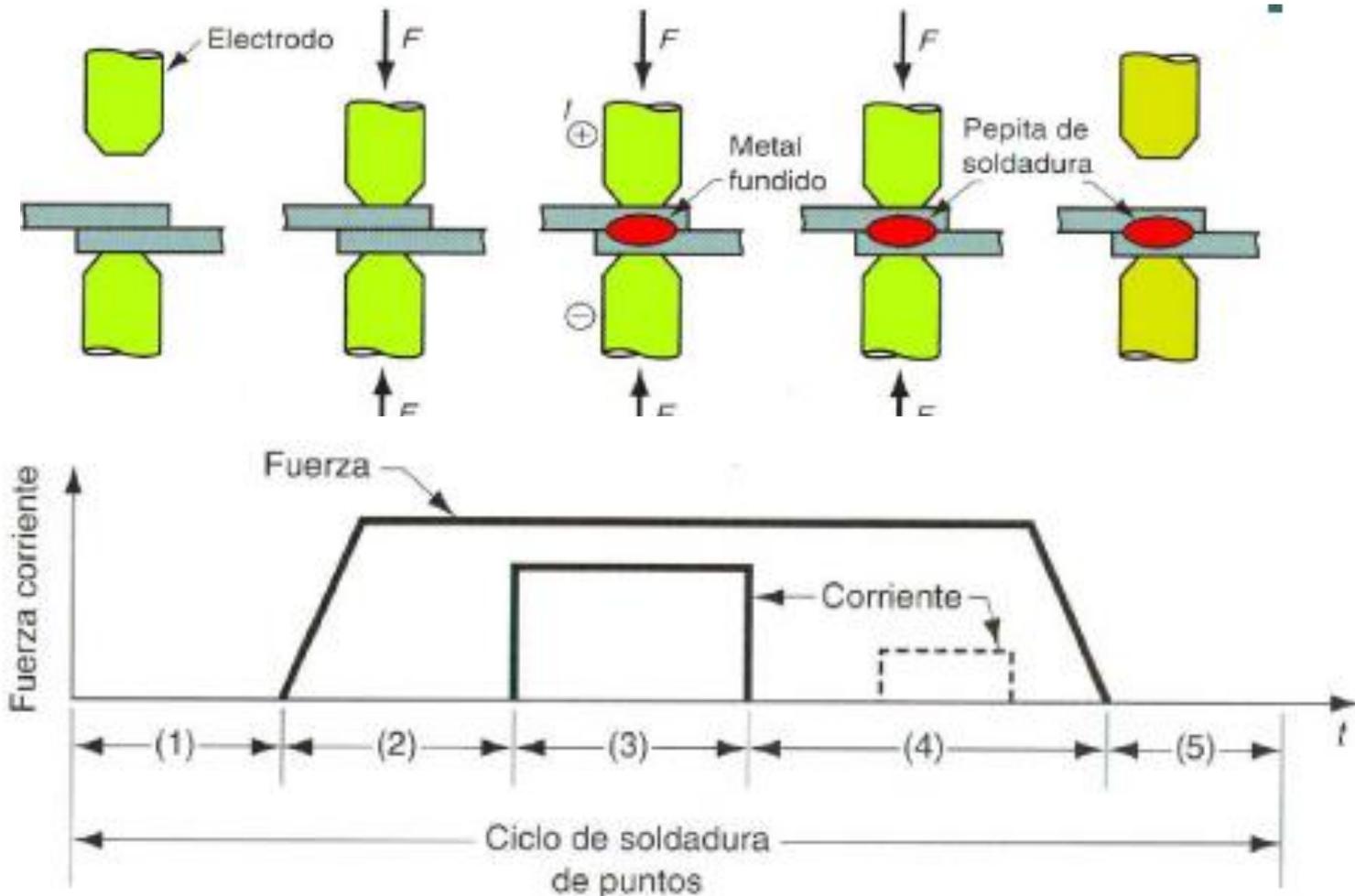
La resistencia de contacto entre los electrodos y las partes se determina mediante las áreas de contacto (tamaño y forma del electrodo) y la condición de las superficies (por ejemplo, la limpieza de las superficies de trabajo y el óxido en el electrodo).

Por último, la resistencia en las superficies empalmantes depende del acabado de la superficie, la limpieza, el área de contacto y la presión. No debe existir pintura, grasa, suciedad u otros contaminantes que separen las superficies que hacen contacto.

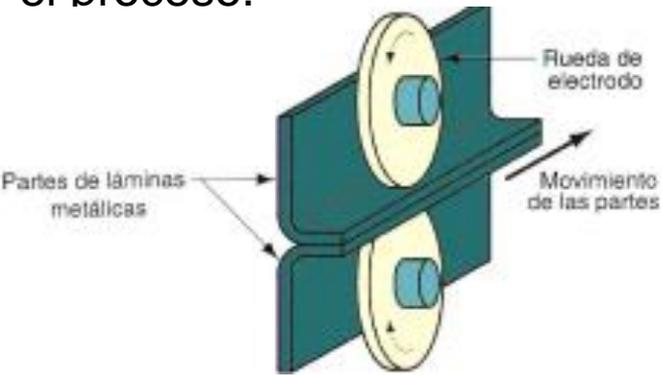
Este método es ampliamente utilizado para la unión de chapas. Consiste en ubicar las piezas a soldar, superpuestas entre dos electrodos de cobre refrigerados y hacer circular un pulso de corriente capaz de fundir una porción de la interface.



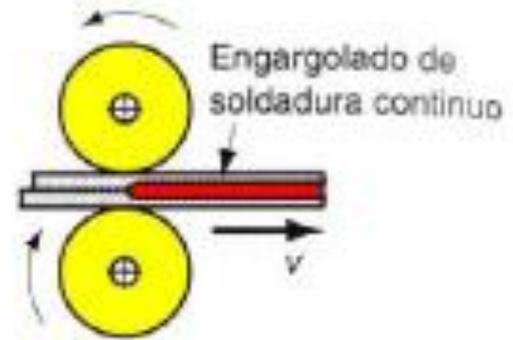
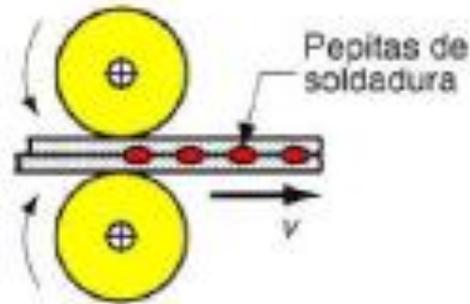
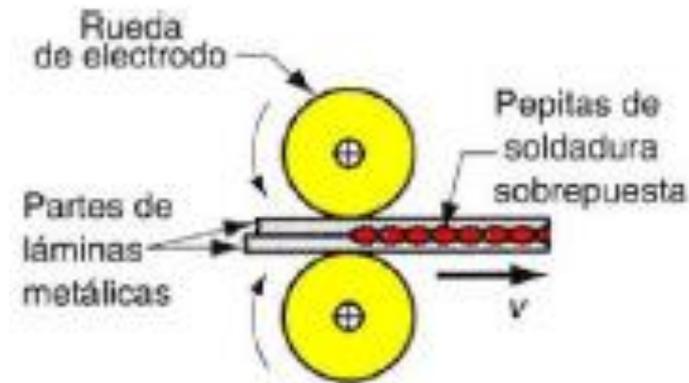
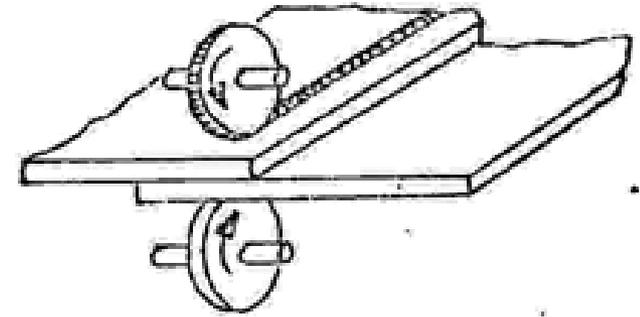
En los procesos de soldadura por resistencia, tan importante como el ciclo de corriente es el de presión. Es así como las máquinas proveen en general ciclos de presión variables de modo de ajustarlos a las necesidades del caso. Un ciclo de corriente y presión típico en la soldadura por puntos lo vemos en el siguiente gráfico:



A los efectos de lograr la fusión localizada en la zona que nos interesa, es importante conocer la distribución de resistencias generadas en los elementos que intervienen en el proceso.



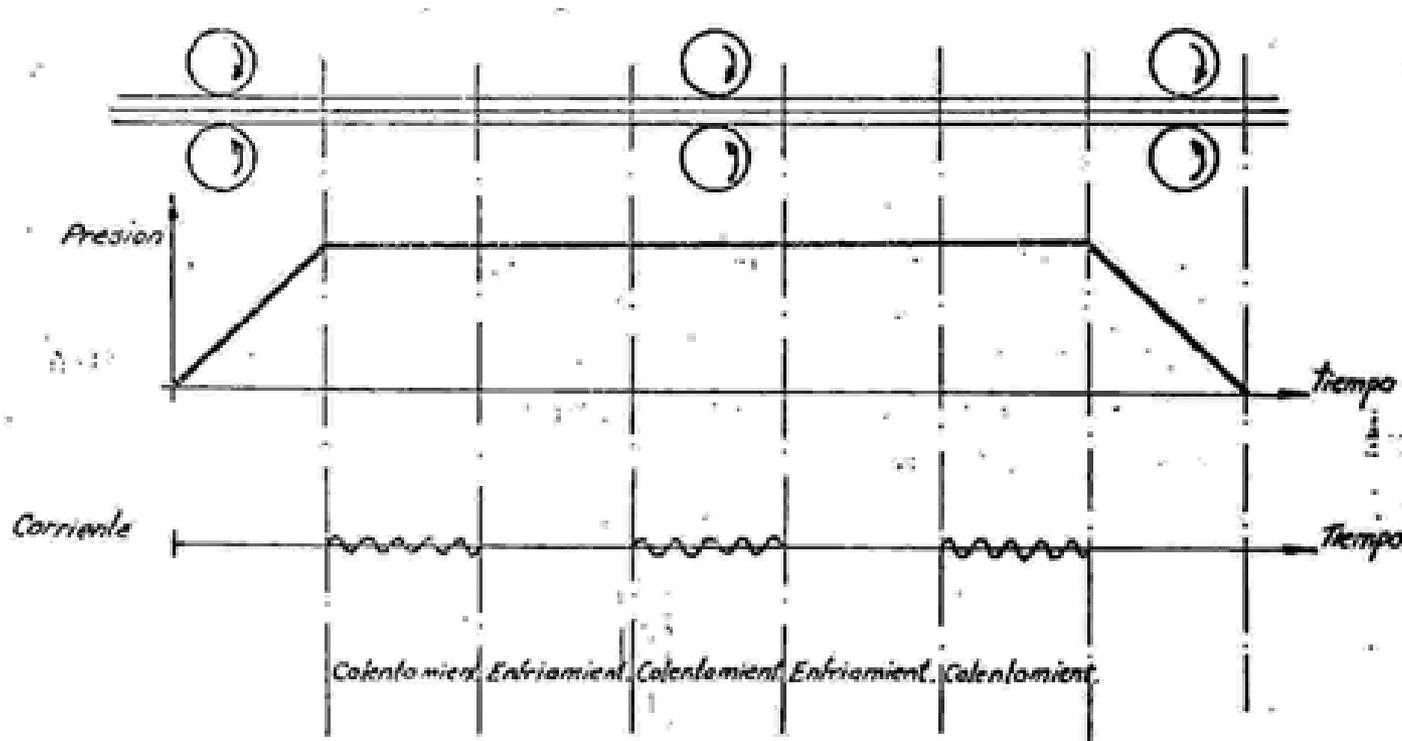
SOLDADURA DE ENGARGOLADO



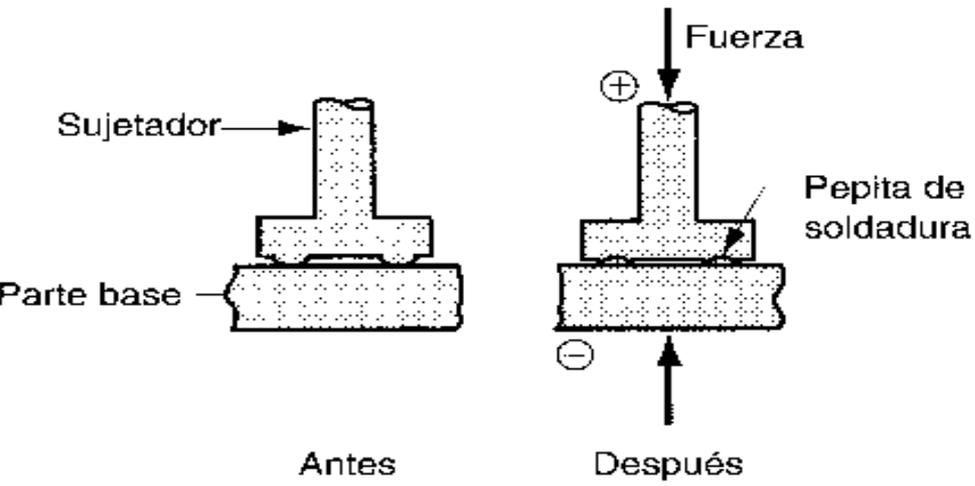
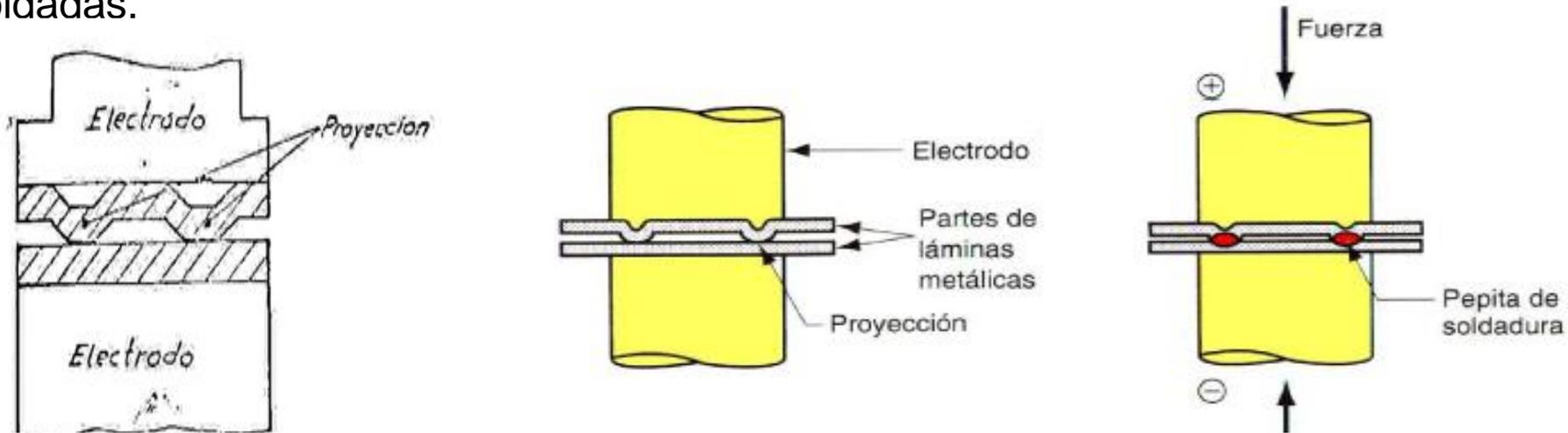
Este método es una variante del anterior, en el cual como electrodos se utilizan un par de ruedas que permiten efectuar mediante una serie de disparos de corriente, intermitentes, una secuencia de soldaduras superpuestas parcialmente, logrando así una unión continua y estanca.

Los ciclos de presión y corriente típico para este proceso, se indican en la figura siguiente:

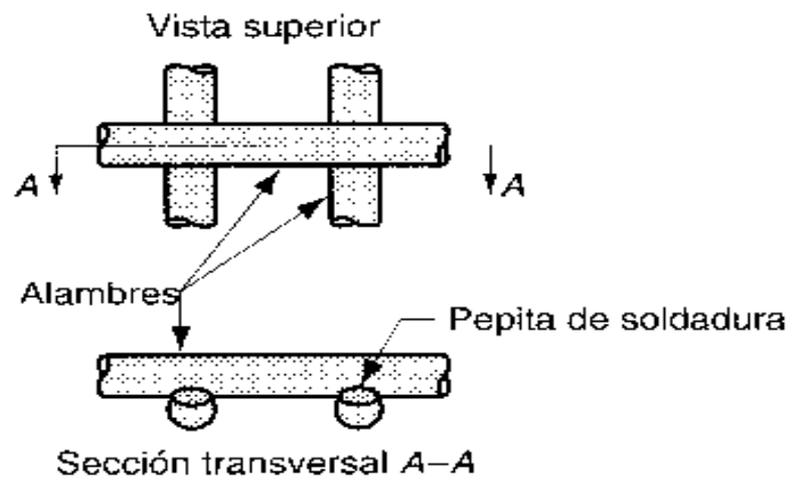
En la soldadura engargolada por resistencia, los electrodos con forma de varilla de la soldadura de puntos se sustituyen con ruedas giratorias, como se muestran en la figura, y se hace una serie de soldaduras de puntos sobrepuestas a lo largo de la unión. El proceso produce uniones herméticas y sus aplicaciones industriales incluyen la producción de tanques de gasolina, silenciadores de automóviles y otros recipientes fabricados con láminas de metal. Técnicamente, la soldadura engargolada por resistencia es igual que la soldadura de puntos, excepto que los electrodos en ruedas introducen ciertas complejidades



En este método se efectúa una proyección sobre la superficie de una de las partes a soldar, tal como se indica en la figura que sigue: El objeto es restringir el flujo de corriente en la zona determinada por la proyección, lo que en general hace al proceso más controlable, en especial a lo que se refiere a la geometría resultante de la soldadura. Tiene además la ventaja de permitir electrodos de gran sección y por lo tanto más durables. Esto a su vez se traduce en una menor indentación sobre las piezas soldadas.



(a)



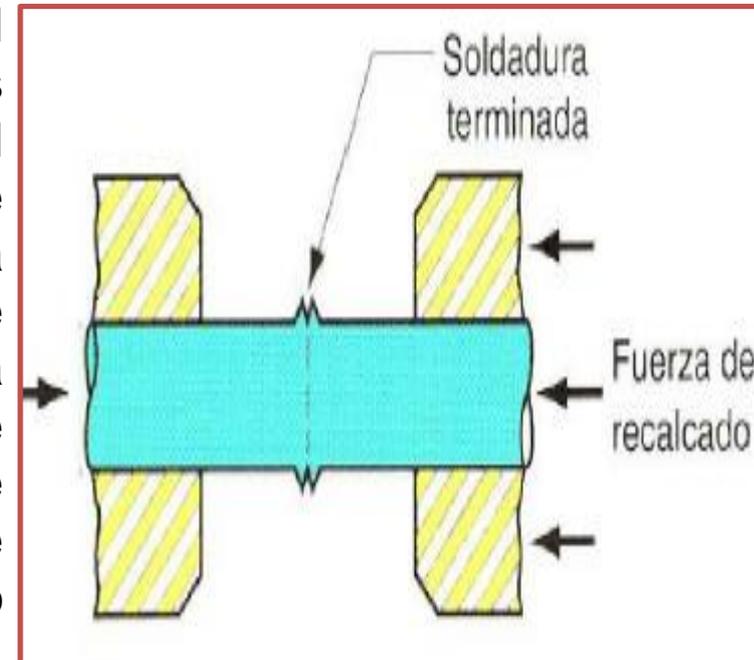
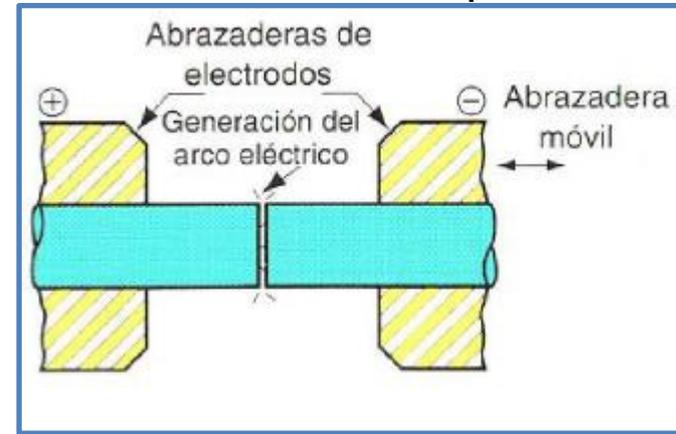
(b)

Otras operaciones de soldadura por resistencia: Además de los procesos de soldadura por resistencia principales recién descritos, deben señalarse varios procesos adicionales en este grupo:

- instantánea,
- a tope con recalado,
- por percusión y
- por resistencia de alta frecuencia.

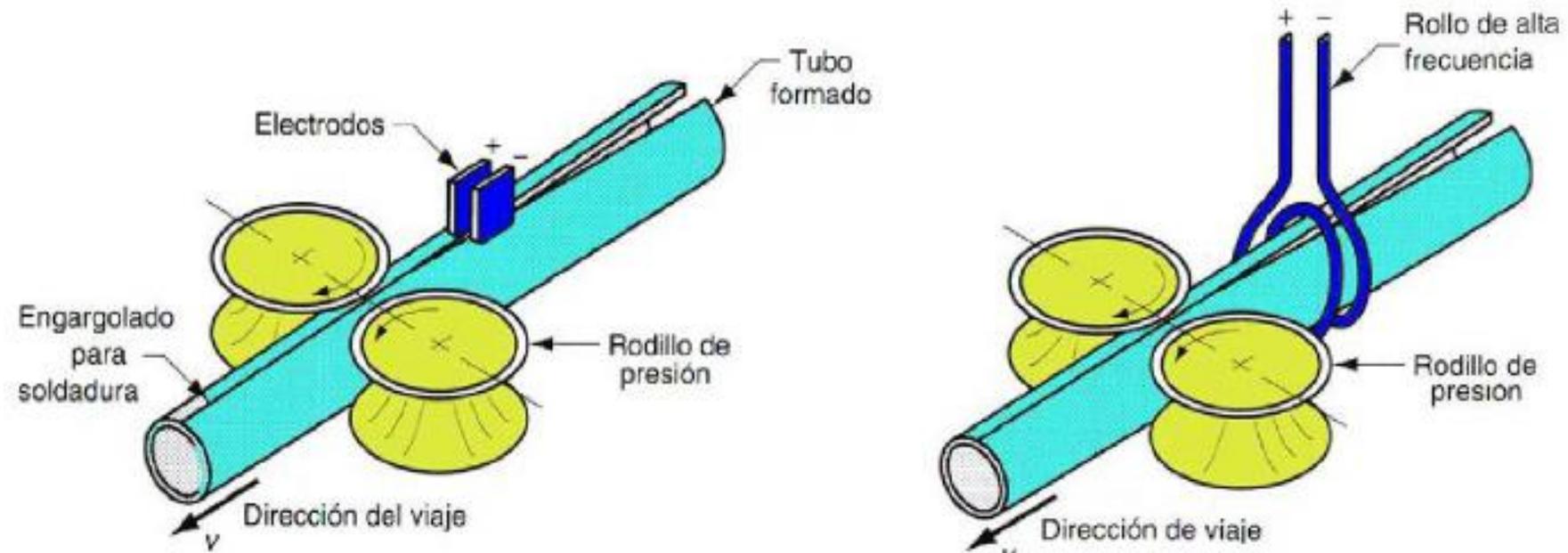
En la soldadura instantánea, usada normalmente para uniones empalmadas, se ponen en contacto o se acercan las dos superficies que se van a unir y se aplica una corriente eléctrica para calentar las superficies hasta su punto de fusión, después de lo cual las superficies se oprimen juntas para formar la soldadura.

Los dos pasos se detallan en la figura. Además del calentamiento por resistencia, se generan ciertos arcos (llamados destellos instantáneos, de ahí el nombre) dependiendo del alcance del contacto entre las superficies empalmantes, por lo que la soldadura instantánea se clasifica en ocasiones en el grupo de soldadura con arco eléctrico. Por lo general, la corriente se detiene durante el recalado. Se desborda un poco de metal de la unión, al igual que contaminantes en las superficies, que después debe maquillarse para proporcionar una unión de tamaño uniforme.



LA SOLDADURA POR RESISTENCIA DE ALTA FRECUENCIA, es un proceso en el cual se usa una corriente alterna de alta frecuencia para el calentamiento, seguido de la aplicación rápida de una fuerza de recalado para producir coalescencia, igual que en la figura 26(a). Las frecuencias están en el rango de 10 a 500 kHz y los electrodos hacen contacto con el trabajo en la vecindad inmediata de la unión soldada.

En una variación del proceso, denominada soldadura por inducción de alta frecuencia, igual que en la figura 26(b). El rollo no hace contacto físico con el trabajo. Las aplicaciones principales de la soldadura por resistencia de alta frecuencia y de la soldadura por inducción de alta frecuencia son la soldadura empalmada de engargolados longitudinales en conductos y tubos metálicos.

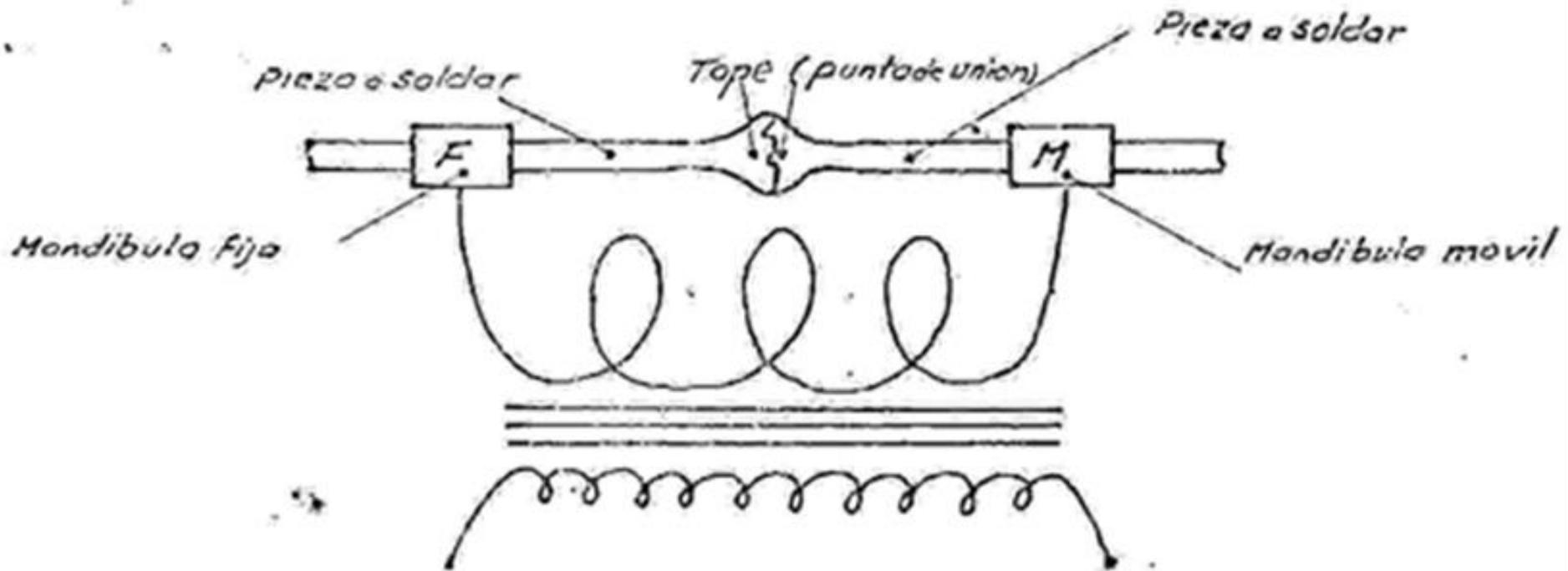


Resistencia de alta frecuencia

Inducción de alta frecuencia

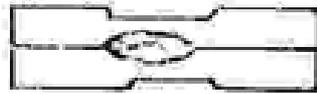
SOLDADURA POR RESISTENCIA A TOPE

Es el mismo equipo que se usa para la soldadura por puntos o por costura. Únicamente se reemplazan los electrodos o las ruedas por dos mandíbulas, una fija y otra móvil.

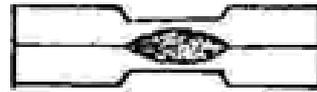


Una variante de la soldadura por resistencia a tope es la llamada soldadura por chispa. En esta ocasión los topes a soldar son rugosos, con la finalidad de crear pequeños arcos hasta que el metal se licúa. Luego se produce un acercamiento final de los topes, con presión y gran chisporroteo.

Los defectos más comúnmente encontrados en soldadura por resistencia son las siguientes.



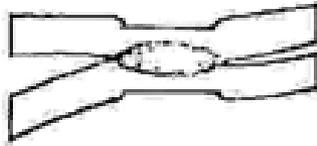
Falta de Simetría



Excesiva indentación



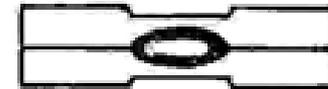
Fusion de la Superficie



Distorsión



Expulsión de la interfase



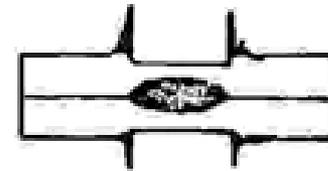
Punto hueco



Pegado



Fisuras



Crestas

Materiales utilizados en los electrodos de las máquinas de soldar por resistencia.

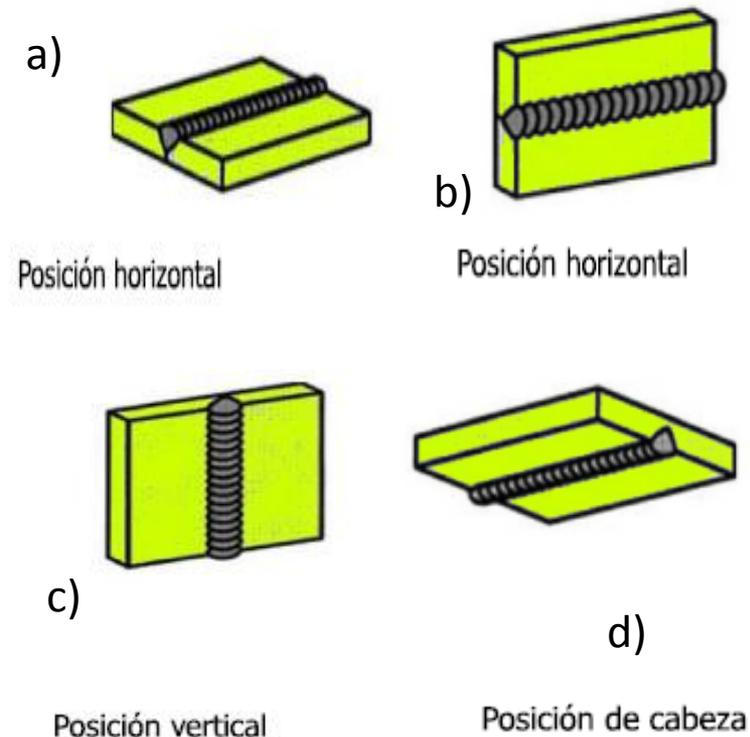
Originalmente se empleó cobre electrolítico, muy buen conductor, pero se observó que perdía su forma con suma facilidad.

Actualmente se utilizan aleaciones de Cu-circonio, Cu-berilio, Cu-cadmio y la aleación comúnmente más usada es la de Cu-cromo por lo menos en los equipos de soldadura por puntos.

Las pautas siguientes se aplican a la soldadura con arco eléctrico:

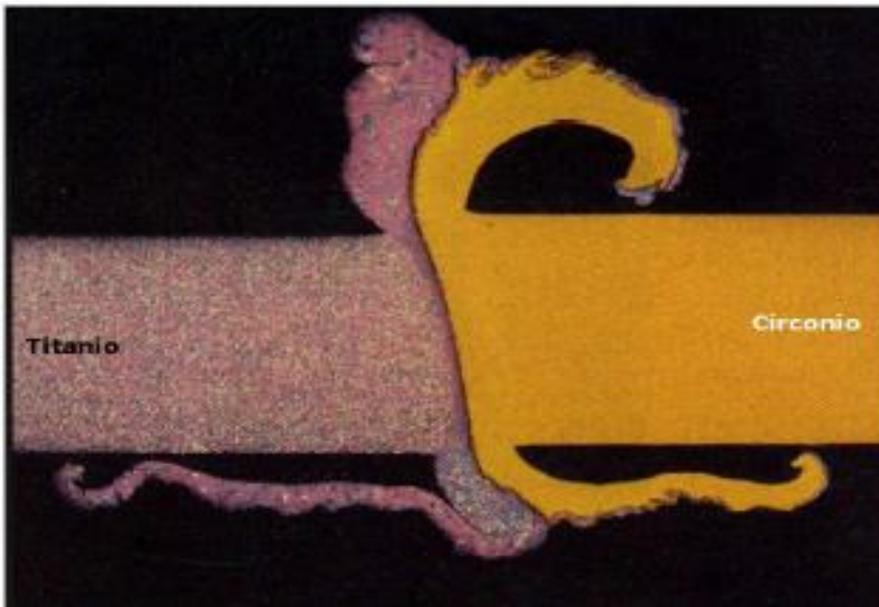
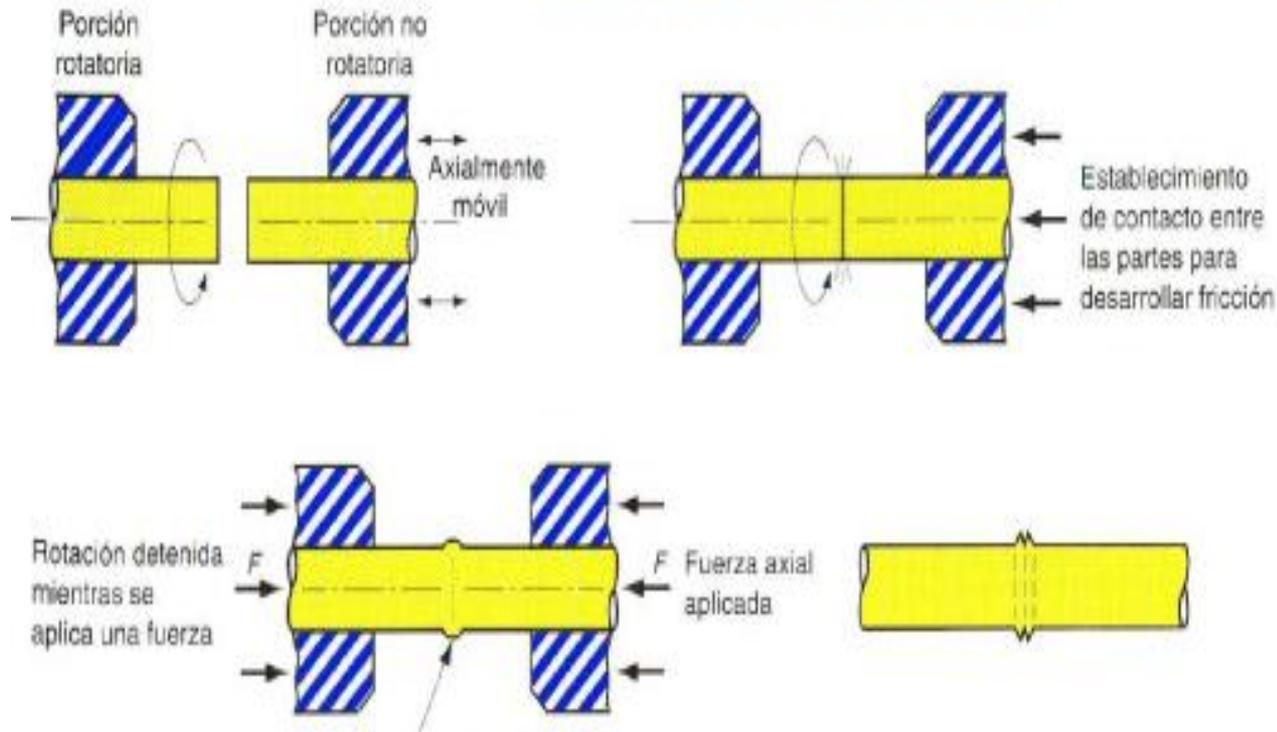
- 1) Es importante que las partes que se van a soldar se ajusten bien, para mantener el control de las dimensiones y reducir la distorsión. En ocasiones se requiere aplicar un maquinado para obtener un ajuste satisfactorio.
- 2) El ensamble debe proporcionar espacio de acceso, con el fin de permitir que la pistola para soldadura alcance el área de trabajo.
- 3) Cuando sea posible, el diseño del ensamble debe permitir que se realice una soldadura plana, dado que ésta es la posición de trabajo más conveniente y rápida. Las posiciones para soldadura posibles se definen en la figura. La posición de cabeza abajo es la más difícil.

Las siguientes guías de diseño se aplican para la soldadura de puntos por resistencia



- 1) La lámina de acero de bajo carbono de hasta 3,25 mm es el metal ideal para la soldadura de puntos por resistencia.
- 2) La resistencia y rigidez adicionales en componentes de láminas metálicas planas se obtienen mediante: a) partes de refuerzo de soldadura de puntos sobre ellas o b) la formación de rebordes y relieves dentro de ellas.
- 3) El ensamble soldado de puntos debe proporcionar acceso para que los electrodos alcancen el área de soldadura.
- 4) Se requiere una suficiente superposición de las partes de láminas metálicas para que la punta del electrodo haga un contacto adecuado en la soldadura de puntos. Por ejemplo, para lámina de acero de bajo carbono, la distancia de sobreposición debe variar aproximadamente seis veces el grosor de la materia prima para láminas con un grosor de 3,2 mm, y alrededor de 20 veces el espesor para láminas delgadas de 0,5 mm.

Soldadura por fricción



Soldura por fricción
entre barras de titanio
y circonio.

La unión se produce
por el calor generado
por el frotamiento

Fuente de energía en la soldadura con arco eléctrico: En la soldadura con arco eléctrico se usan tanto la corriente continua (CC) como la corriente alterna (CA). Las máquinas de CA son menos costosas de adquirir y operar, pero por lo general están limitadas a la soldadura de metales ferrosos. El equipo de CC puede usarse en todos los metales con buenos resultados y generalmente se destaca por un mejor control del arco eléctrico.

Proceso de soldadura con arco eléctricos	Eficiencia de transferencia de calor f_1 típica
metálica con arco protegido	0,9
metálica con arco eléctrico y gas con núcleo de fundente	0,9
con arco sumergido	0,95
de tungsteno con arco eléctrico y gas	0,7

TABLA . Eficiencias de transferencia de calor para varios procesos de soldadura con arco eléctrico.

En todos los procesos de soldadura con arco eléctrico, la energía para conducir la operación es el producto de la corriente I que pasa por el arco eléctrico y el voltaje E a través de éste.

Esta energía se convierte en calor, pero no todo el calor se transfiere a la superficie del trabajo. La convección, la conducción, la radiación y las salpicaduras representan pérdidas que reducen la cantidad de calor utilizable.

El efecto de las pérdidas se expresa mediante la eficiencia de transferencia de calor f_1 .

Algunos valores representativos de f_1 para varios procesos de soldadura con arco eléctrico se proporcionan en la tabla.

La eficiencia de transferencia de calor es mayor para los procesos de soldadura con arco eléctrico que usan electrodos consumibles, debido a que gran parte del calor consumido para fundir el electrodo se transfiere al trabajo como metal fundido.

El proceso con el valor f_1 más bajo en la tabla es la soldadura de tungsteno con arco eléctrico y gas, que usa un electrodo no consumible.

La eficiencia de fusión f_2 reduce más el calor disponible para la soldadura. El equilibrio de energía resultante en la soldadura con arco eléctrico se define mediante:

$$HRw = I \cdot E \cdot f_1 \cdot f_2 = U_m \cdot A_w \cdot v$$

donde :

HRw = velocidad de ingreso de energía generada por la fuente.

Las unidades de HRw que son el resultado de los amperes x voltaje son watts, que son iguales a joules/segundo.

I = corriente, en A.

E = voltaje, en V.

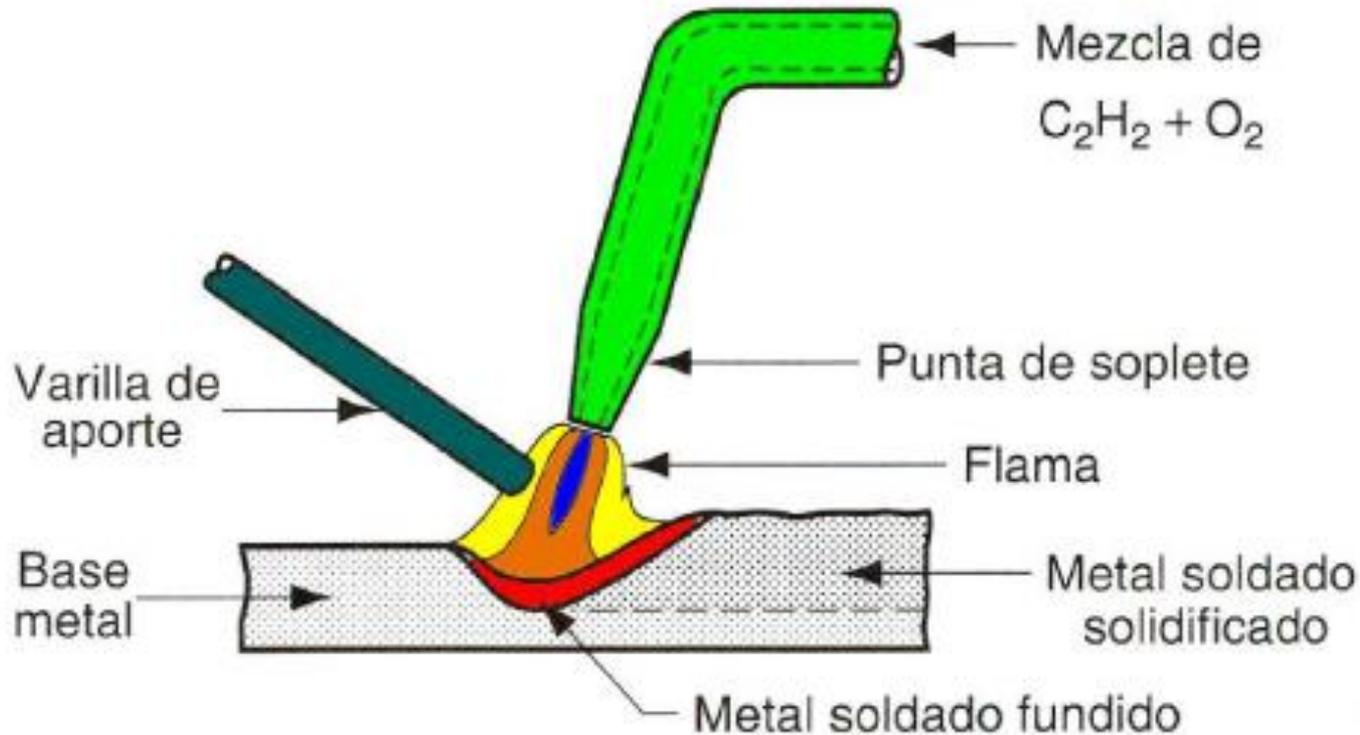
f_1 y f_2 son eficiencias de transferencia de calor y de fusión.

U_m = energía unitaria para fundir el metal (J/mm³).

A_w = área de la sección transversal de la soldadura (mm²).

v = velocidad de la soldadura (mm/min.).

SOLDADURA OXI – GAS



Una fuente de energía térmica para soldadura por fusión debe satisfacer cuatro requerimientos básicos:

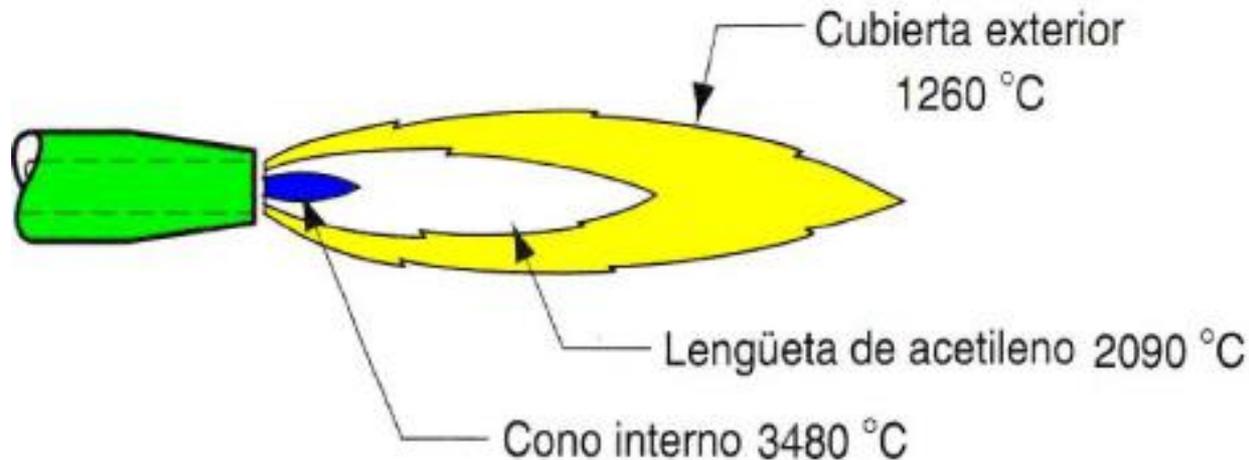
- Producir energía con una velocidad suficiente para satisfacer a la demanda del proceso.
- Debe producir esta energía a una alta temperatura.
- El calor producido debe estar contenido en una zona restringida.
- No debe producir daño metalúrgico al material bajo proceso o al aporte que se emplea.

Idealmente debería proveer algún tipo de protección de la pileta líquida a alta temperatura contra la contaminación de los gases atmosféricos. Una llama producto de la combustión de hidrocarburos cumple aproximadamente con los requisitos anteriores. Las temperaturas promedio de la combustión para distintos gases, se indican a continuación:

Oxi – acetileno	3000 °C
Oxi – propano	2500 °C
Oxi – hidrógeno	2200 °C

De estos gases el único que satisface los tres primeros requerimientos indicados más arriba, es el acetileno. El acetileno (C_2H_2) tiene un elevado calor de combustión y produce una llama intensa y concentrada cuando se quema oxígeno. Es por tanto adecuado para la soldadura.

Soldadura oxiacetilénica: En este proceso se aprovecha el ciclo térmico de la reacción química que significa quemarse el acetileno en el seno del oxígeno. Ya sea para soldar o cortar, es el método oxi-gas industrialmente más utilizado.



La soldadura con oxiacetileno, es un proceso de soldadura por fusión realizado mediante una flama de alta temperatura a partir de la combustión del acetileno y el oxígeno. La flama se dirige mediante un soplete de soldadura. En ocasiones se agrega un metal de aporte y se llega a aplicar presión entre las superficies de las partes que hacen contacto. Cuando se usa metal de aporte, normalmente está en forma de varillas de diámetros que van desde 1,6mm hasta 9.5mm. La composición del aporte debe ser similar a la de los metales base. Con frecuencia se recubre el aporte con un fundente, lo cual ayuda a limpiar las superficies, evita la oxidación y se produce una mejor unión soldada.

El acetileno (C₂H₂) es el combustible más popular entre el grupo de soldadura con oxígeno y gas combustible porque soporta temperaturas más altas que cualquiera de los otros, hasta de 3.480 °C). La flama en la soldadura con oxiacetileno se produce mediante la reacción química del acetileno y el oxígeno en dos etapas. La primera etapa se define mediante la reacción:



De la cual sus dos productos son combustibles, lo que conduce a la reacción de la segunda etapa:





Las dos etapas de la combustión son visibles en la flama de oxiacetileno que emite el soplete.

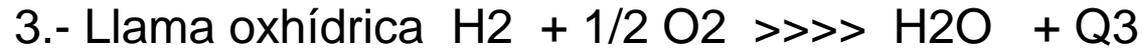
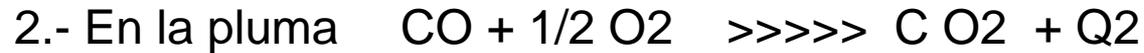
Cuando la mezcla de acetileno y oxígeno está en la razón 1:1, como se describe en las fórmulas de reacción química, la flama resultante es similar a la de la figura, y se denomina una flama neutral.

La reacción de la primera etapa se aprecia como el cono interno de la flama (que tiene un color blanco brillante), en tanto que la reacción de la segunda etapa se exhibe en la cubierta externa (que casi no tiene color, pero posee matices que van del azul al naranja).

La temperatura máxima se alcanza en la punta del cono interno; las temperaturas de la segunda etapa son, de algún modo, menores que las del cono interno. Durante la soldadura, la cubierta externa se extiende y protege de la atmósfera circundante las superficies de trabajo que se unen

El calor total liberado durante las dos etapas de la combustión es de $55 \times 10^6 \text{ J/m}^3$ de acetileno. Sin embargo, debido a la distribución de la temperatura en la flama, la forma en la que ésta se extiende sobre la superficie de trabajo y se pierde en el aire, así como las densidades de energía y las eficiencias de transferencia de calor en la soldadura con oxiacetileno son relativamente bajas: $f_1 = 0,10$ a $0,30$.

Sin tratar de ser demasiado precisos diremos que las reacciones químicas que se producen en la llama son las siguientes:



En el dardo interviene como combustible el C_2H_2 y como comburente el O_2 suministrado. En la pluma en cambio actúan como elemento combustible los gases de combustión del dardo y como comburente el oxígeno del aire.

Variando la relación entre el O_2 y el C_2H_2 en la mezcla de gas que provee la torcha es posible cambiar la eficiencia de la combustión y por lo tanto alterar la naturaleza de la llama. De esta manera tenemos según que la relación de acetileno sea igual a uno, mayor que uno y menor que uno, los siguientes tipos de llama:

$$\frac{C_2H_2}{O_2} = 1$$

Llama neutra

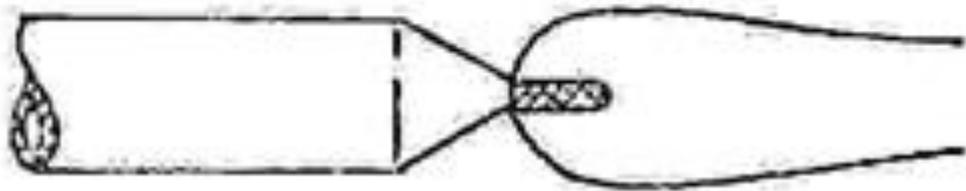
$$\frac{C_2H_2}{O_2} > 1$$

Llama reductora o carburante

$$\frac{C_2H_2}{O_2} < 1$$

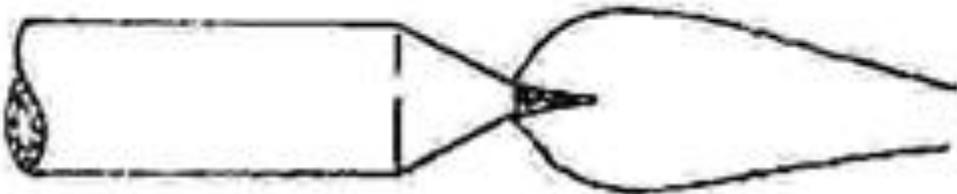
Llama oxidante

Viendo la configuración del dardo podemos determinar con que tipo de llama estamos trabajando.



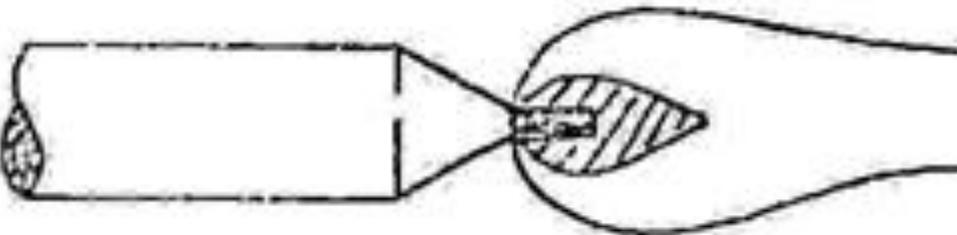
Llamo neutro

Dardo cilíndrico con punta redondeada



Llamo oxidante

Dardo en forma de cono



Llamo carburante

Pluma color amarillo de 2 o 3 veces la longitud del dardo

LLAMA NEUTRA:

Es la más utilizada en soldadura y en precalentamiento. En este sentido se tiene la seguridad de no eliminar o agregar contenido de C al metal base.

LLAMA CARBURANTE:

El exceso de acetileno se descompone en C e H produciéndose partículas microscópicas de carbono incandescente. Estas partículas de C a alta temperatura pueden entrar en solución en el acero fundido, lo que eventualmente puede producir un daño metalúrgico al material.

No obstante el aumento de fluidez que se produce en los aceros como consecuencia del aumento de contenido de C hace que esta técnica sea empleada con frecuencia. Es conocida como “**método Linde**”.

LLAMA OXIDANTE

Este tipo de llama es la que asegura la combustión mas completa y por lo tanto la mayor temperatura de llama de los tres tipos mencionados.

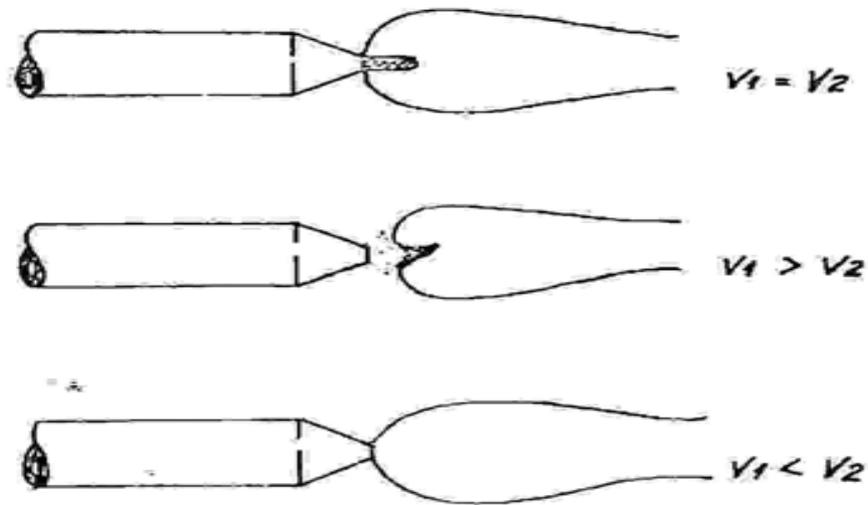
Tiene un efecto decarburante cuando es empleada con aceros y tiende a empobrecer en silicio la pileta de fusión.

Intensidad de la llama

De acuerdo a la intensidad (presión) de los gases por la boquilla del soplete, podemos clasificar la llama en:

Llama dura : gran intensidad de salida
Llama blanda : poca intensidad de salida

En el caso de $V_1 < V_2$, existen serios riesgos de retroceso de llama.



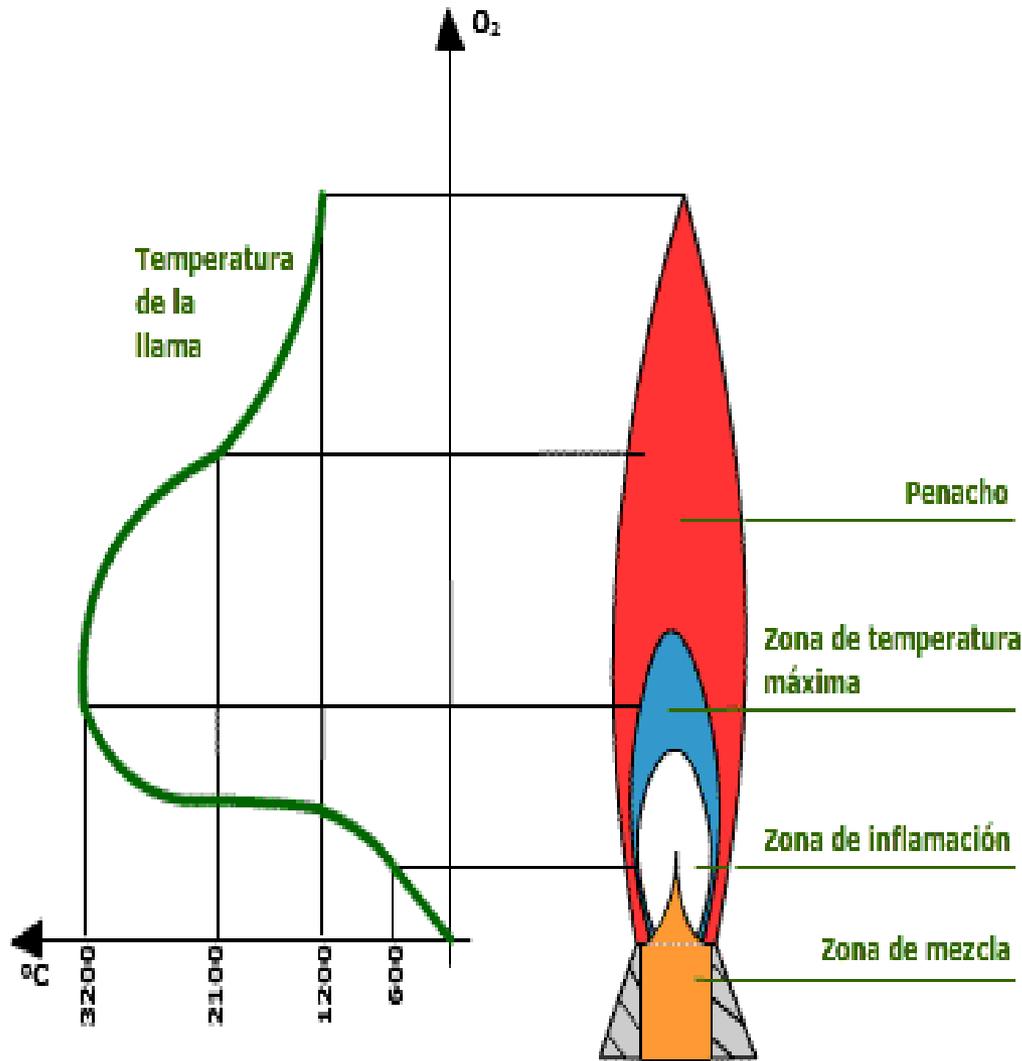
V_1 = velocidad de salida de los gases

V_2 = velocidad de propagación de la llama

Oxígeno: Se obtiene por destilación fraccionada del aire líquido. Es necesario que posea una gran pureza, sobre todo para procesos de oxicrote (99,8 %).

Acetileno: $C_2 Ca + H_2 O > C_2 H_2 + Ca(OH)_2$ Se obtiene en gasógenos pero normalmente se suministra en tubos similares a los de oxígeno. El acetileno a 1,5 Kg/cm² ya es altamente explosivo, lógicamente existen problemas al envasarlo bajo presión en estado puro. Para evitar este inconveniente se mezcla con acetona en una proporción de 1:20 acetona y de esta manera se puede conseguir envasarlo bajo presiones de 15 Kg/cm². Para evitar problemáticas pérdidas de acetona, se llenan los tubos con tierra porosa.

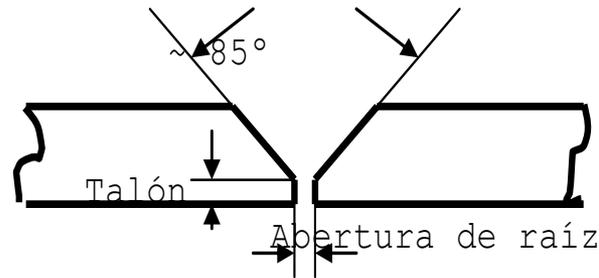
La llama producida en el soplete oxiacetilénico presenta varias zonas:



- ❖ Zona de mezcla, donde se mezclan ambos gases.
- ❖ Dardo, se calienta la mezcla hasta la temperatura de inflamación, pero todavía no ha ardido es de un color verdoso.
- ❖ Zona de inflamación, se produce una elevación muy brusca de temperatura.
- ❖ Zona de temperatura máxima, es la que se emplea durante la soldadura.
- ❖ Penacho, es la zona exterior de la llama, donde se produce la segunda fase de la combustión.

Preparación de las piezas a soldar

Es recomendable soldar sin chaflán hasta espesores de 4 mm. Para espesores superiores a 4 mm la preparación de la junta debe ser la siguiente:



En soldaduras oxiacetilénicas el ángulo de chaflán es siempre superior a las soldaduras eléctricas para electrodo manual.

La soldadura oxiacetilénica es un proceso de mayor lentitud que otros métodos de soldadura por fusión, esto se debe fundamentalmente a que la temperatura de la llama es relativamente baja comparada con la de un arco de soldadura, lo que limita la eficiencia del proceso de transmisión de calor de la llama a la pieza.

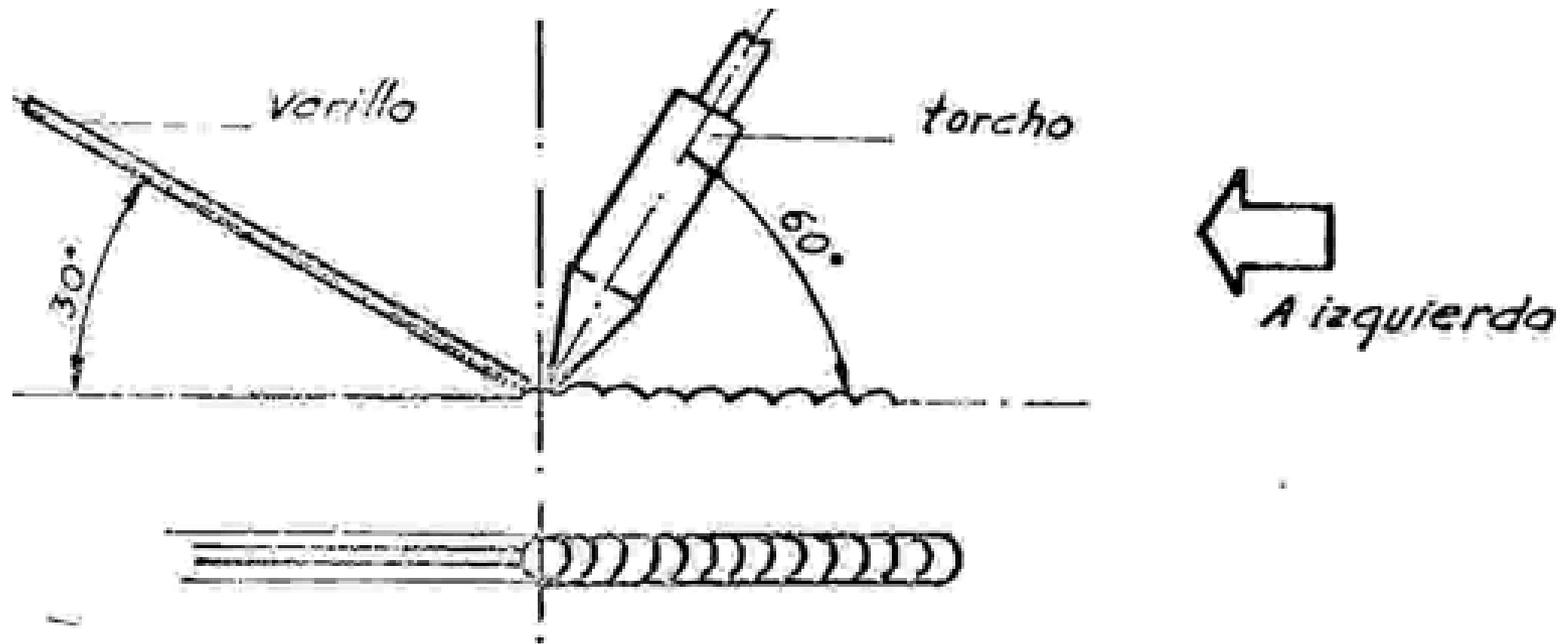
Un ejemplo de velocidades típicas de soldadura en acero al carbono son:

1,8 mm de espesor	aprox. 8	m/hora
3,2 " " "	" 6	m/hora
6,0 " " "	" 3	m/hora
12,0 " " "	" 1,5	m/hora
25,0 " " "	" 0,6	m/hora

Técnicas operativas

Existen dos técnicas básicas en soldadura oxiacetilénica, la soldadura a derecha o “backhand” y soldadura a izquierda o “forehand”.

En la soldadura a izquierda la torcha calienta la placa a soldar adelantándose a la soldadura, mientras que en la técnica a derecha la torcha calienta la soldadura que se va realizando.



La técnica a izquierda es la mas utilizada en metales no ferrosos y en acero inoxidable hasta 5mm de espesor aproximadamente.

La técnica de soldadura a derecha es por el contrario empleada en acero cuando los espesores superan los 5mm. Esto se debe a que esta última técnica permite mayores velocidades de soldadura que la anterior.

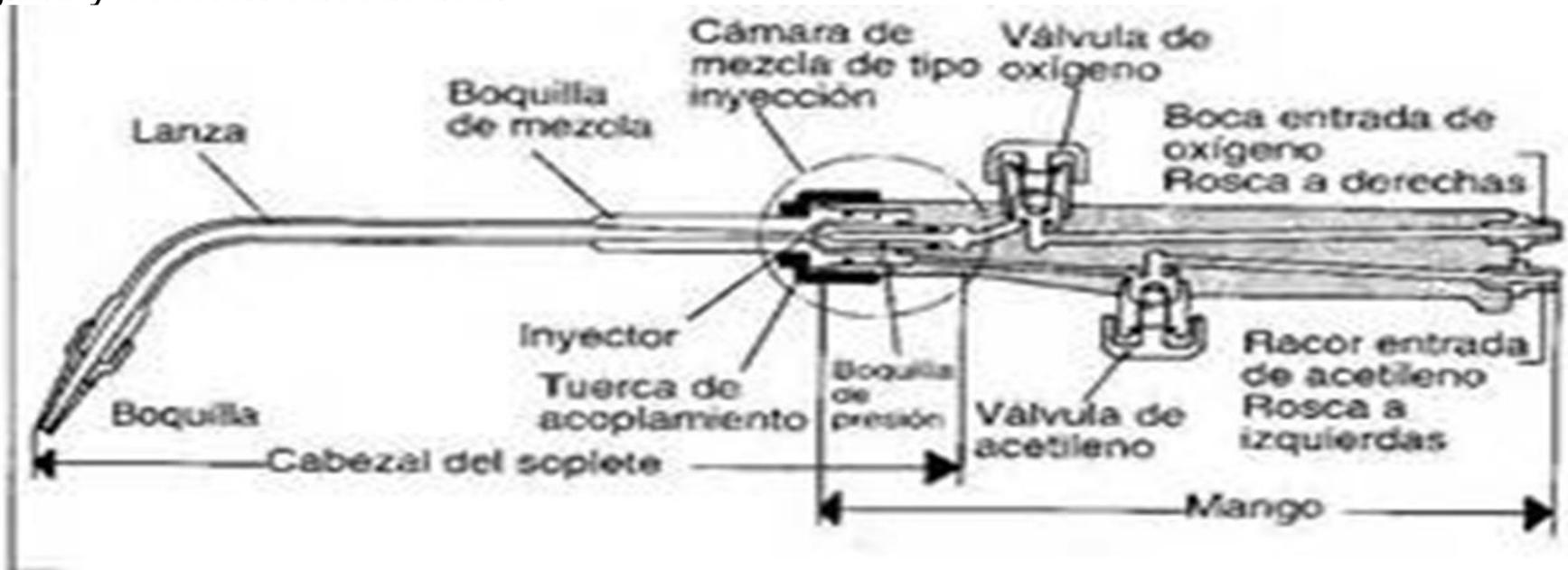
EQUIPAMIENTO

a) Torcha o soplete: Este tiene por objeto mezclar el oxígeno y acetileno para obtener un gas de combustión uniforme y suministrar dicho gas en forma controlada.

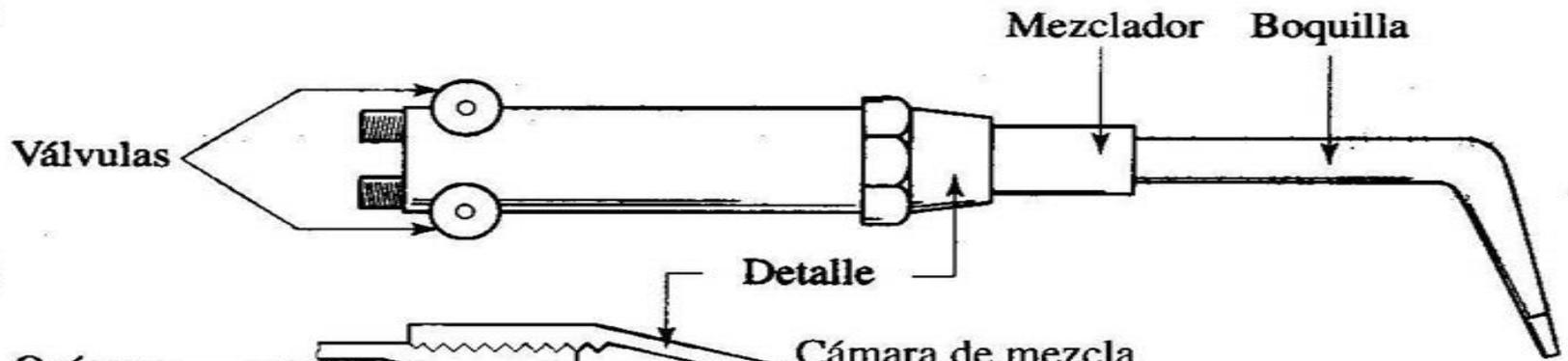
El método de mezclado depende de la forma de provisión de acetileno, en cuanto a presiones se refiere. Surge así el soplete mezclador y el soplete inyector, según sea la presión de suministro mayor o menor a 1 psi.

La estabilidad de la llama, como ya se dijo anteriormente, debe quedar asegurada por el correcto ajuste del caudal de gas, de manera que la velocidad de salida del mismo sea igual a la de quemado.

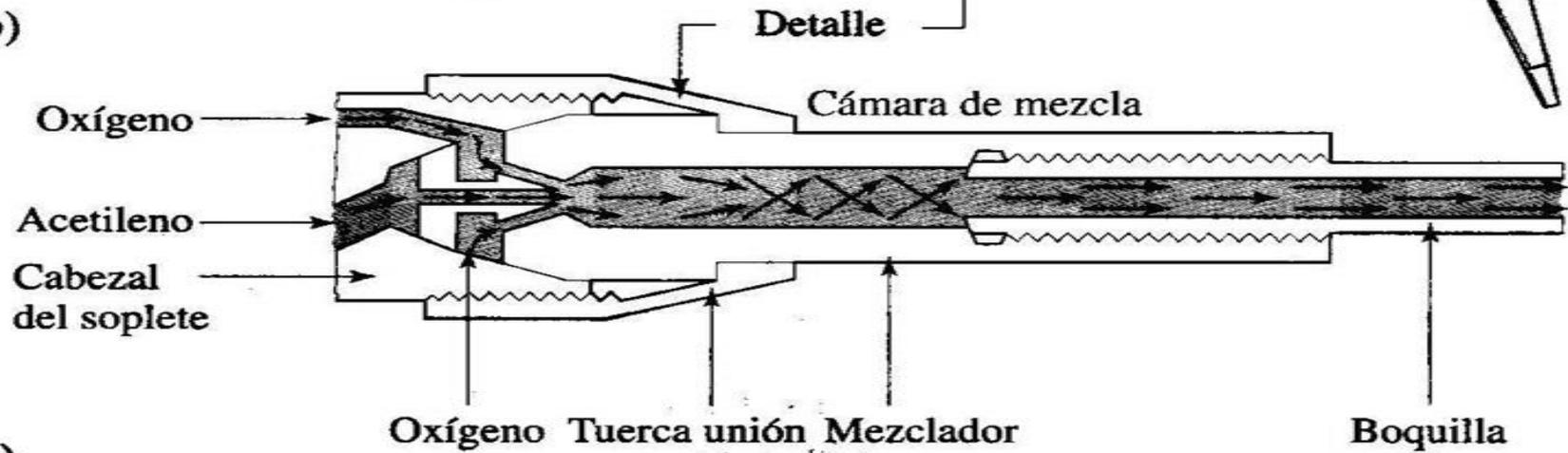
El pico y el inyector de la torcha deben mantener una temperatura lo suficientemente baja como para evitar el precalentamiento de la mezcla y la eventual combustión espontánea en la cámara de mezcla, lo que se logra utilizando elementos de cobre de longitud y sección adecuados.



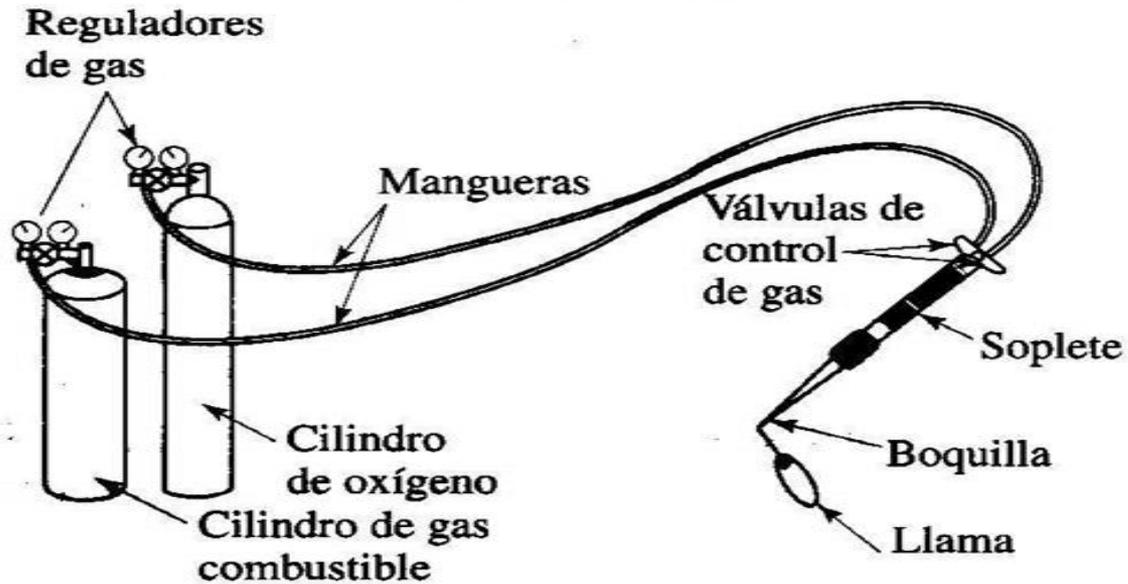
(a)



(b)



(c)

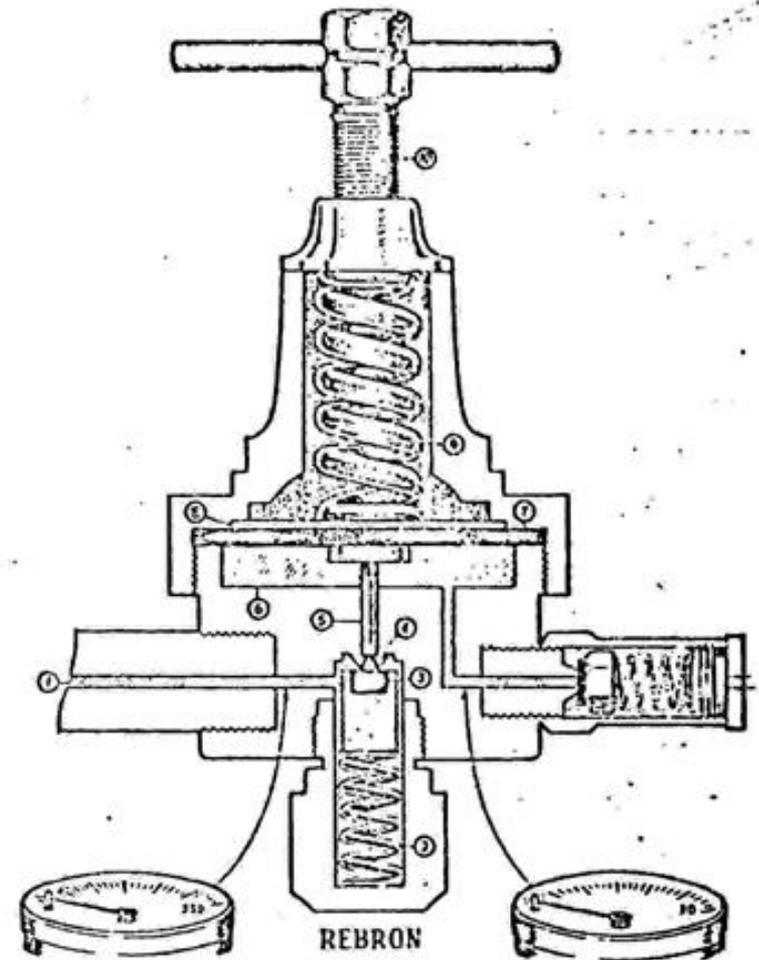


b) Reguladores de presión: Los reguladores tienen por misión reducir la presión de los cilindros hasta un nivel apto para el trabajo, y suministrar el flujo regulable de gas a presión constante. No obstante existen dos tipos de reguladores diferentes, estos son conocidos como “de tobera” y “de vástago”. El principio de funcionamiento no obstante es común a ambos y se indica en la siguiente figura:

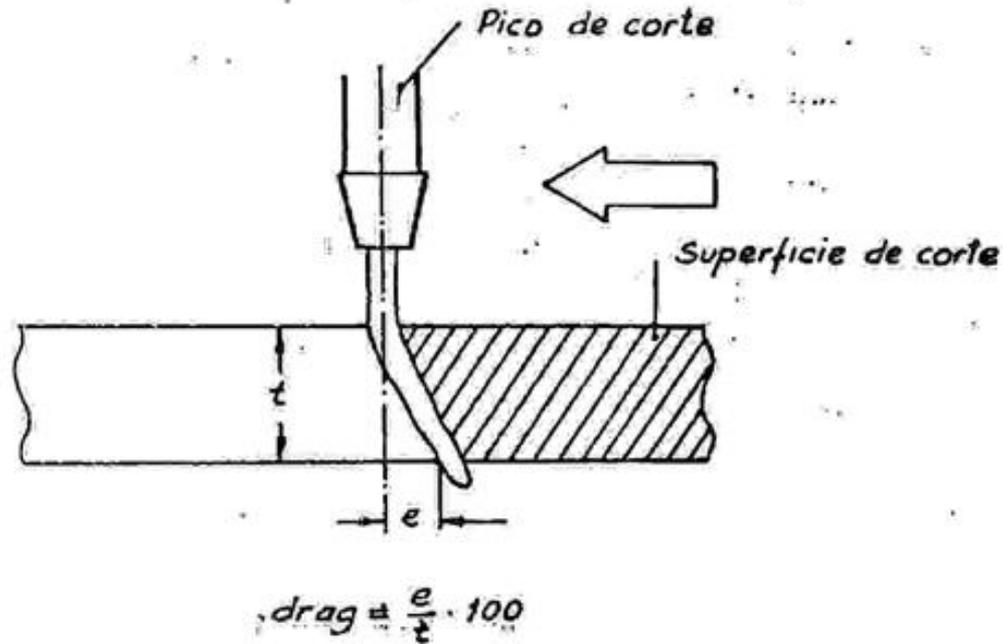
Definimos como oxi-corte el proceso de corte de metales que emplea una reacción química entre el metal que se desea cortar a alta temperatura, y oxígeno de alta pureza.

El principio del método consiste en precalentar una pequeña área del material hasta la temperatura dada, y en proveer una vena de oxígeno sobre dicha área. El oxígeno reacciona violentamente con el metal en la zona precalentada, generando a su vez calor de oxidación, lo que contribuye a aumentar la temperatura del sistema.

Tanto el óxido fundido como el metal en las mismas condiciones, es eliminado por la energía cinética del chorro de oxígeno, produciendo un corte de caras casi paralelas.



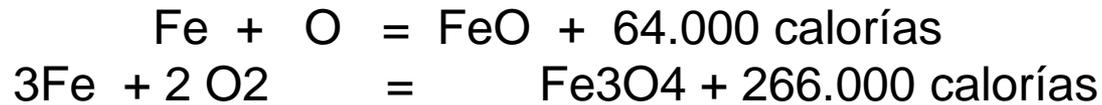
La calidad del corte puede ser referida a un factor o coeficiente de arrastre (drag), que es una medida de desviación del chorro de oxígeno con respecto a la normal a la superficie de corte, producido por el avance de pico con respecto al material



El “drag” aumenta con la velocidad de soldadura. Si el mismo aumenta excesivamente el corte puede llegar a perderse. Si por el contrario el “drag” es muy pequeño significa que el corte es ineficiente, es decir empleando menos velocidad y un mayor consumo de oxígeno que el calculado para el espesor de chapa que se está cortando. El ancho de corte es también un índice de la calidad del mismo. Para cortes de precisión es necesario que dicho ancho sea mantenido por debajo de valores máximos y constantes. En chapas de hasta 2” de espesor dicho valor puede ser por ej. aprox. 5mm. El ancho de corte depende de varios factores, entre ellos el tamaño del pico o inyector, la velocidad del corte y el caudal y presión del gas utilizado.

Reacciones de combustión

Cuando el hierro o el acero es calentado hasta la temperatura de oxidación, la reacción se producirá rápidamente. Las correspondientes ecuaciones son:



La presencia de elementos de aleación en pequeñas cantidades no interfieren en la operación de corte. Sin embargo en cantidades mayores, especialmente el cromo dificultarán e incluso impedirán el proceso de corte.

Esto se debe a que dichos elementos disminuyen la fluidez de la escoria y forman superficies de óxido tenaz sobre la superficie de corte, que impiden la posterior oxidación del Fe.

Para evitar este inconveniente suele emplearse polvo de Fe, para el corte de metales refractarios que es suministrado en la zona del corte mediante algún dispositivo apropiado. Esto aumenta la fluidez de la escoria y permite una adecuada eliminación de la misma de las superficies de corte.

Como ya se dijo anteriormente, la pureza del oxígeno es otro factor de gran importancia sobre la eficiencia del corte. En general la pureza del gas debe ser mayor que 99,8%. A título de ejemplo puede mencionarse que una disminución del 1% en la pureza del oxígeno se traduce en una caída del 25% en la velocidad de corte y un aumento similar en el consumo de dicho gas.

Algunas consideraciones sobre el oxi – corte

Para que se pueda oxicortar es necesario:

- a) Que la temperatura de oxidación del metal sea menor que la temperatura de fusión del mismo. De lo contrario invertiríamos toda la energía en crear una gran laguna de metal fundido y no un corte limpio.
- b) Que la temperatura de fusión de los óxidos sea menor que la temperatura de fusión del metal. De no ser así gastaríamos la energía en fundir óxidos.

Gases de combustión

Al no ser indispensable llegar a la temperatura de fusión de los metales, pueden usarse para el precalentamiento sustitutos del C_2H_2 .

Son ejemplo de ello las mezclas de butano – propano y el hidrógeno, para uso subacuático.

Al oxicortar se modifica la estructura normal del metal en la zona inmediata al corte, convirtiéndose en una zona sumamente frágil.

En muchos casos es necesario amolar *las juntas oxicortadas*.

*El acero inoxidable **NO SE PUEDE OXICORTAR** debido al óxido de Cromo.*

*El acero al **SI SE PUEDE OXICORTAR** hasta un contenido de Si del 4%.*

*Aceros con mas de 6,7% de carbono **NO SE PUEDEN OXICORTAR**.*

El Ni y el Mn no influyen para el oxicorte.

El Mo en los aceros dificulta levemente en cantidades superiores al 0,3%.

SOLDADURAS FUERTE (BRAZING), BLANDA Y PEGADO CON UNIONES ADHESIVAS:

Consideramos tres procesos de unión que son similares a la soldadura en ciertos aspectos:

- 1) la soldadura fuerte,
- 2) la soldadura blanda y
- 3) uniones adhesivas.

La soldadura fuerte y la soldadura blanda usan metales de aporte para juntar y unir dos (o más) partes metálicas con el fin de proporcionar una unión permanente. Es difícil, aunque no imposible, desensamblar las partes después de que se ha hecho una unión o soldadura fuerte o blanda.

En el espectro de procesos de unión, la soldadura fuerte y la soldadura blanda se encuentran entre la soldadura por fusión y la soldadura de estado sólido.

En ambas se añade un metal de aporte, como en la mayoría de las operaciones de soldadura por fusión; sin embargo, no ocurre la fusión de los metales base, en lo cual es similar a la soldadura de estado sólido.

SOLDADURAS FUERTE (BRAZING), BLANDA Y PEGADO CON UNIONES ADHESIVAS:

A pesar de estas incongruencias, la soldadura fuerte y la soldadura blanda generalmente se consideran distintas a la soldadura por fusión. La soldadura fuerte y la soldadura blanda son atractivas en comparación con la soldadura por fusión bajo circunstancias donde:

- ✓ Los metales tienen poca soldabilidad,
- ✓ se unen metales distintos,
- ✓ el intenso calor de la soldadura por fusión puede dañar los componentes que se van a unir,
- ✓ la geometría de la unión no se presta para ninguno de los métodos de soldadura por fusión y
- ✓ no se requiere de una gran resistencia.

El pegado comparte ciertas características con la soldadura fuerte y la soldadura blanda. Utiliza las fuerzas de atracción entre un metal de aporte y dos superficies más cercanas para unir las partes. Las diferencias son que el material de aporte en el pegado no es metálico y el proceso de unión se realiza a temperatura ambiente o sólo un poco más arriba.

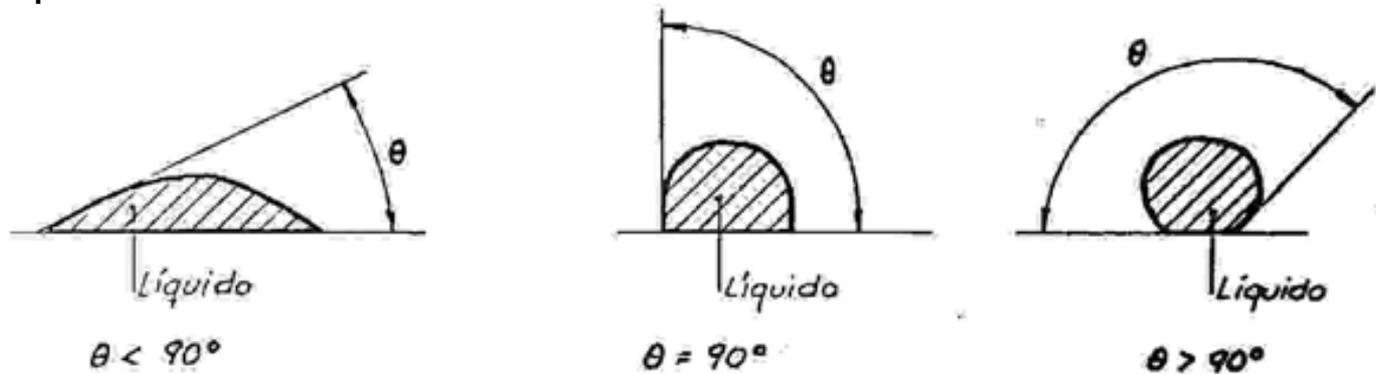
En este tipo de soldadura, el contacto a nivel atómico entre las piezas a soldar se efectúa sin necesidad de fundir una de ellas. Son sus procesos representativos los siguientes:

BRAZING

En este método de soldadura en fase sólido-líquido, no se llega a la fusión del metal base. Como aporte se emplean materiales cuyo punto de fusión es superior a los 300°C (cobres, bronces, latones, etc.). Además del aporte es necesario el uso de fundentes, aunque en algunos materiales de aporte no se requiere el uso del mismo. Tal es el caso del Cu, que se puede soldar con una aleación de Cu fosforoso.

Requisitos que deben cumplir los aportes de Brazing:

a) Deben mojar la superficie

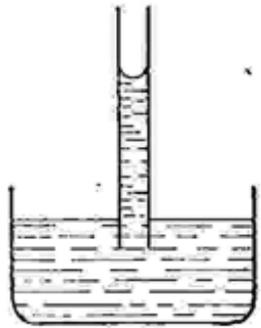


Si $\theta < 90^\circ$ el líquido mojará la superficie pero Si $\theta > 90^\circ$ el líquido no mojará la superficie.

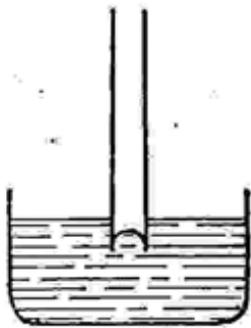
En consecuencia los aportes de Brazing deben tener un ángulo θ menor de 90° . Este ángulo variara de acuerdo a la tensión superficial del aporte y de las fuerzas de atracción superficiales de ambos materiales.

Requisitos que deben cumplir los aportes de Brazing:

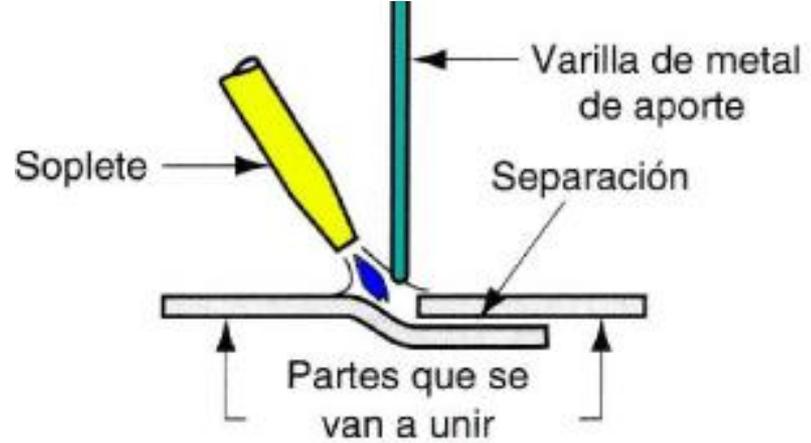
b) Capilaridad: Al poner dos chapas en solapa y agregando en el borde de una de ellas un aporte líquido, se pueden experimentar fenómenos de capilaridad.



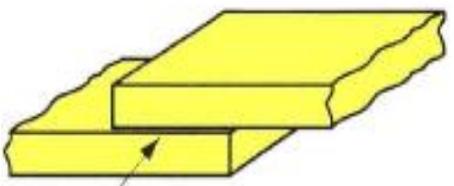
Capilaridad aceptable



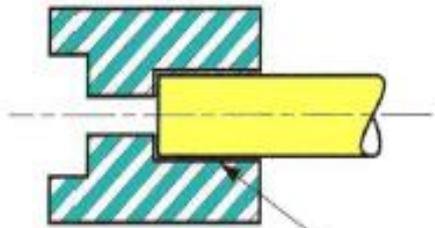
Baja capilaridad



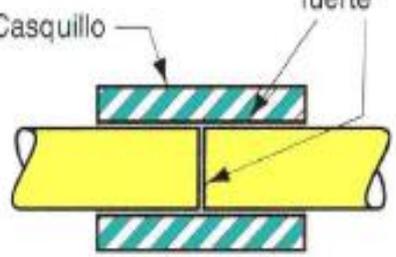
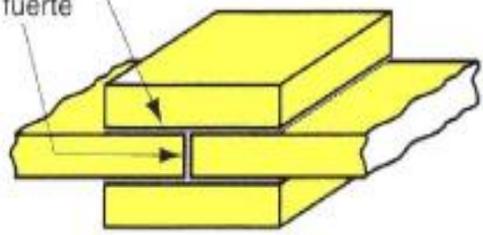
Unión sobrepuesta



Partes cilíndrica

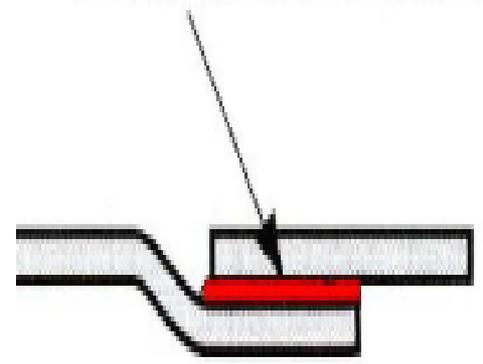


Unión con soldadura fuerte



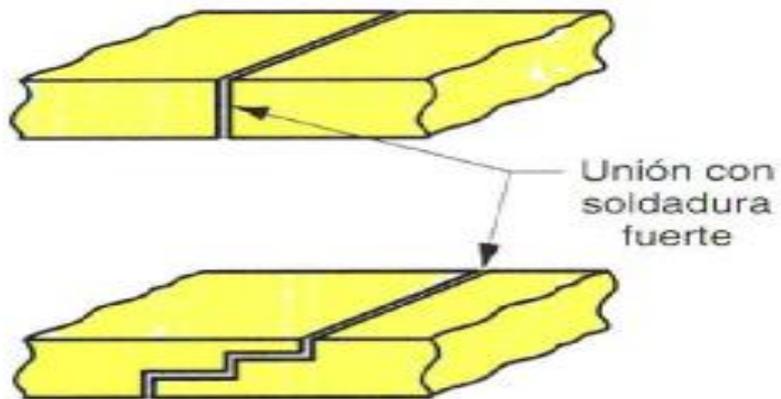
Uso de casquillo

Unión con soldadura fuerte

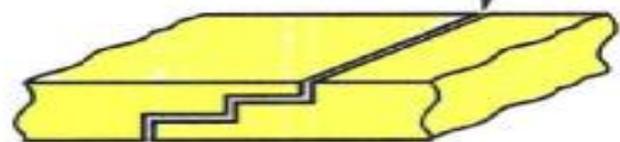


Partes intercaladas

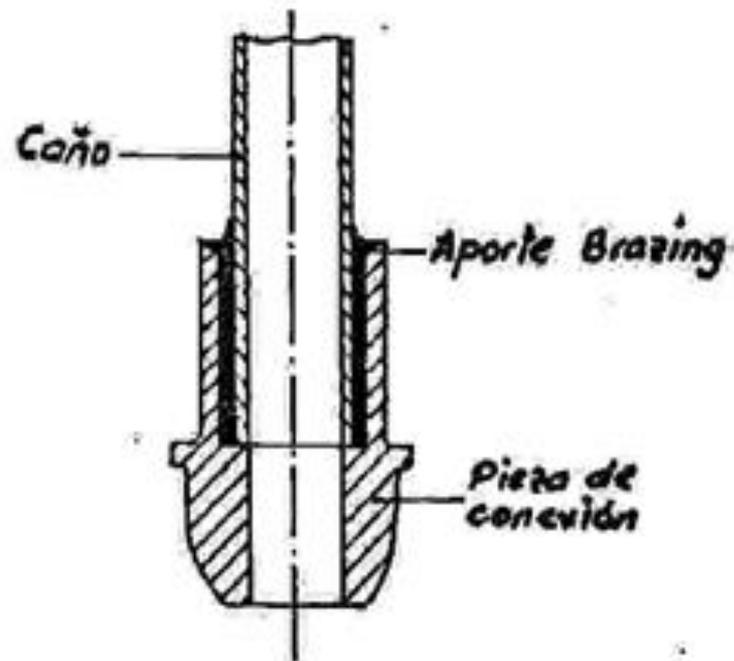
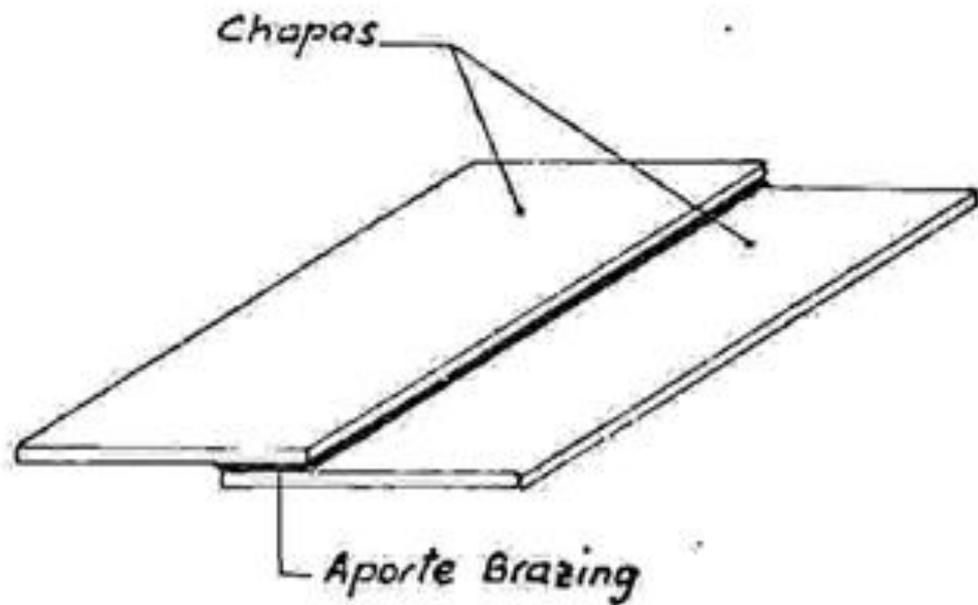
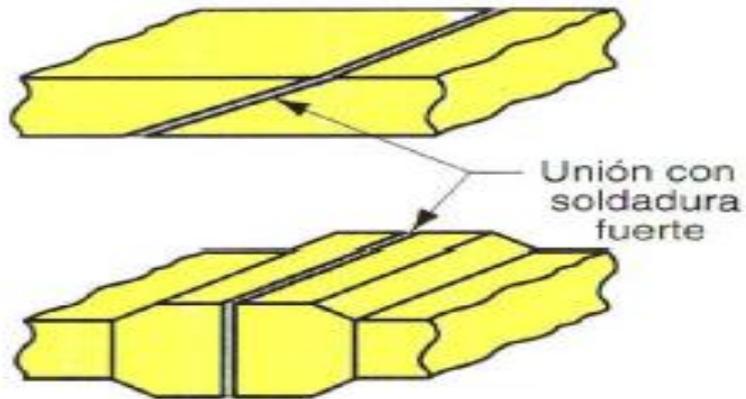
Unión empalmada



Unión empalmada escalonada



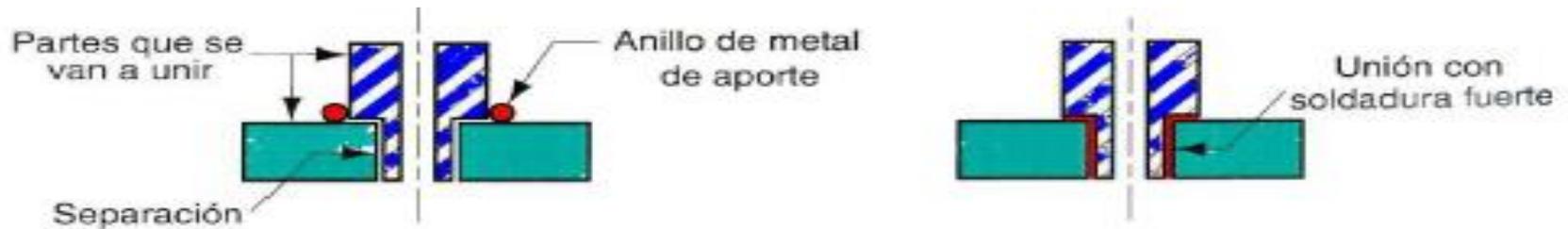
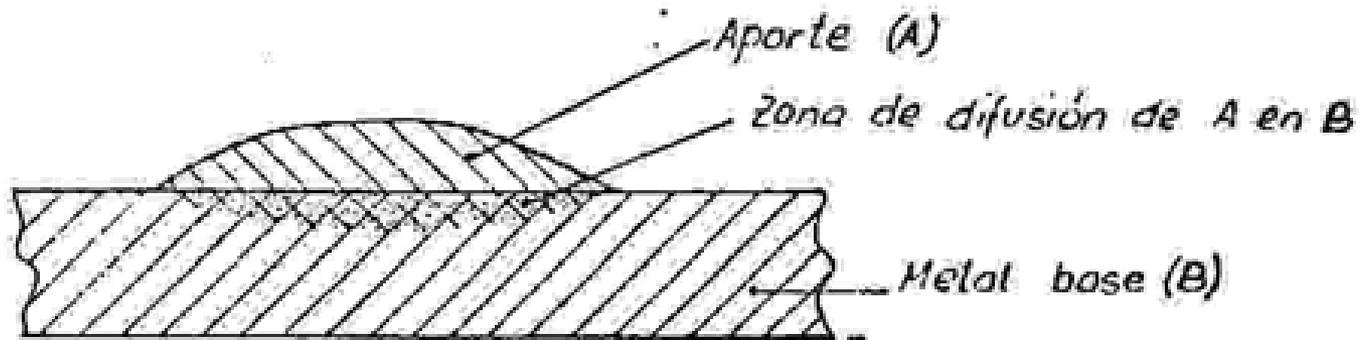
Unión con bisel



Requisitos que deben cumplir los aportes de Brazing:

c) Viscosidad : El aporte debe ser muy poco viscoso para que pueda fluir por las juntas.

d) Difusión : Es la medida de tendencia a igualar las composiciones de un sistema



Anillo de metal de aporte a la entrada de la separación



Hoja de metal de aporte entre las superficies

División de materiales de aporte para Brazing:

Material Para soldar

Aluminio
Cobre y sus aleaciones
Cobre y sus aleaciones
Ferrosos

Material que se emplea

Aluminio-Silicio
Cobre fosforoso
Cobre-Zinc-Silicio
Plata-Cobre-Zinc-Cadmio

FUNDENTES

Los fundentes tienen por objeto fundir o dispersar la capa de óxidos de un metal y además modificar la tensión superficial del sistema para facilitar el mojado.

El punto de fusión de los fundentes debe ser por lo menos 30° inferior al material de aporte que se esté usando.

El proceso de actuación de un fundente es el siguiente: dispersa los óxidos reemplazando la capa de los mismos, por una de fundente.

Cuando se aporta metal, éste por densidad desplaza al fundente, lográndose por tanto una perfecta unión entre el aporte y la base.

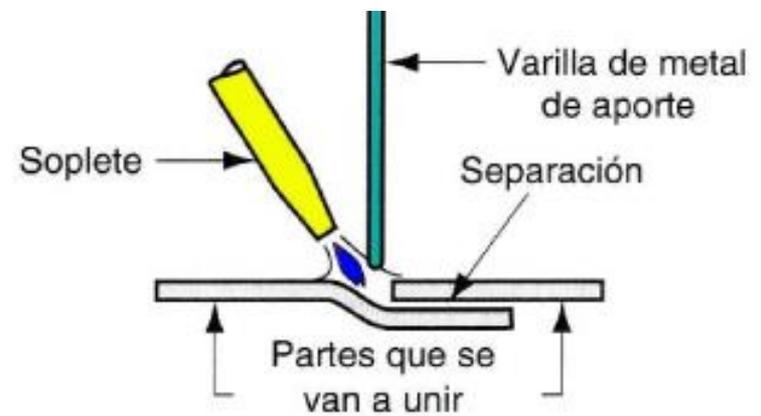
Un fundente debe ser fácilmente eliminable para evitar futuras corrosiones.

Los fundentes son mezclas de sales inorgánicas. El más común es el borax fundido (borato de sodio).

Además se agregan fluoboratos (muy activos), fluorosos (para Al), ácido bórico, etc.

Método de calentamiento para proceso Brazing:

- Resistencia
- Oxiacetilénica
- Inducción
- Hornos.



No deben emplearse juntas a tope en espesores finos. Por tal tipo de espesores debe utilizarse junta a solapa para aumentar la capilaridad.

Metal de aporte	Composición típica %	Temperatura aproximada para soldadura fuerte °C	Metales base
Aluminio y silicio	90 Al, 10 Si	600	Aluminio
Cobre	99.9 Cu	1120	Níquel cobre
Cobre y fósforo	95 Cu, 5 P	850	Cobre
Cobre y zinc	60 Cu, 40 Zn	926	Aceros, hierros colados, níquel
Oro y plata	80 Au, 20 Cu	950	Acero inoxidable, aleaciones de níquel
Aleaciones de níquel	Ni, Cr, otros	1120	Acero inoxidable, aleaciones de níquel
Aleaciones de plata	Ag, Cu, Zn, Cd	730	Titanio, monel, inconel, níquel, acero para herramientas

SOLDADURA BLANDA (SOLDADURA CON ESTAÑO)

La soldadura blanda es similar a la soldadura fuerte y se define como un proceso de unión en el cual se funde un metal de aporte con un punto de fusión (líquido) que no excede los 300 °C, y se distribuye mediante acción capilar entre las superficies empalmantes de los metales que se van a unir.

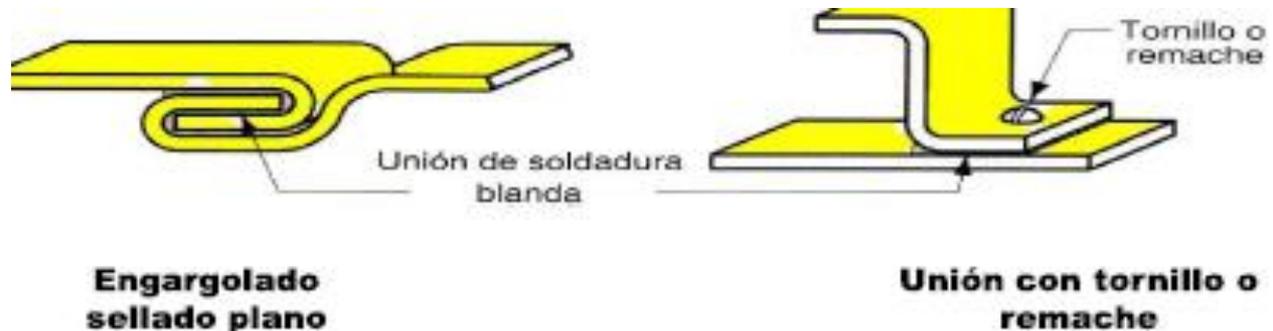
Igual que la soldadura fuerte, no ocurre la fusión de los metales base, pero el metal de aporte se humedece y combina con el metal base para formar una unión metalúrgica. Los detalles de la soldadura blanda son similares a los de la soldadura fuerte y muchos de los métodos de calentamiento son iguales.

SOLDADURA BLANDA TAMBIÉN LLAMADA SOLDERING:

El sistema es similar al Brazing, pero en este caso los materiales de aporte utilizados tienen un punto de fusión inferior a 300°C. Además es necesario un elemento decapante que puede ser:

Cloruro de Zinc (Zinc disuelto en ácido clorhídrico o muriático), Acido leico, Resinas, Las aleaciones empleadas son fundamentalmente:

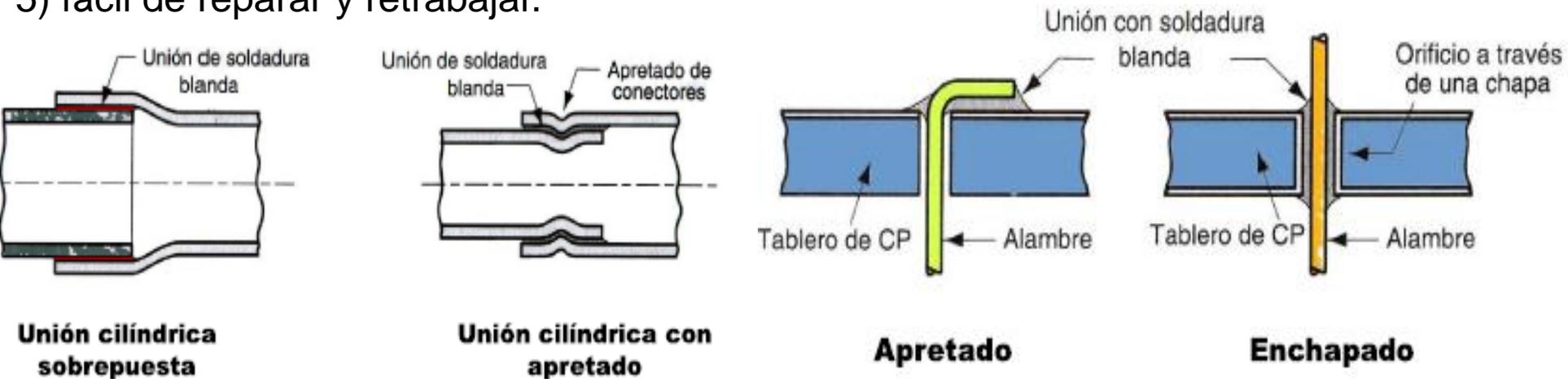
Pb-Sn; Pb-Sn-Sb; Sn-Sb



En algunas aplicaciones, el soldante se calienta previamente en una o ambas superficies, en un proceso denominado estañado, sin tomar en cuenta si la soldadura contiene o no estaño. Las separaciones comunes en la soldadura varían de 0,076 a 0,127 mm, excepto cuando las superficies están estañadas, en cuyo caso se usa una separación de alrededor de 0,025 mm. Después de la solidificación, debe removerse el residuo de fundente.

Como proceso industrial, la soldadura blanda se asocia más estrechamente con el ensamble electrónico. También se usa para uniones mecánicas, pero no para uniones sujetas a tensiones o temperaturas elevadas. Las ventajas que se atribuyen a la soldadura blanda incluyen:

- 1) bajo ingreso de energía en comparación con la soldadura fuerte y la soldadura por fusión,
- 2) se cuenta con diversos métodos de calentamiento,
- 3) buena conductividad eléctrica y térmica en la unión,
- 4) capacidad de hacer engargolados para envases herméticos al aire y los líquidos y
- 5) fácil de reparar y retrabajar.

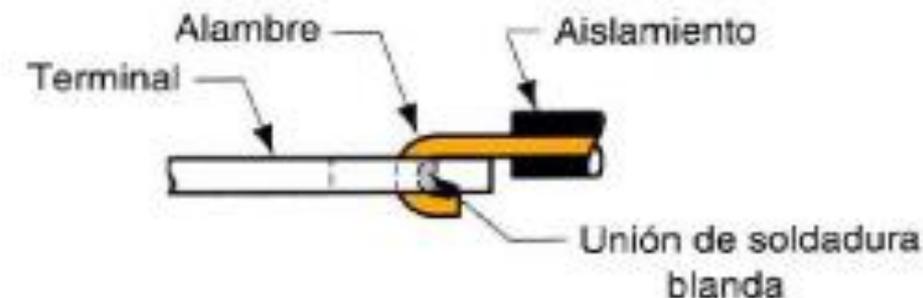


Las soldaduras y los fundentes son los materiales usados en la soldadura blanda. Ambos son muy importantes en el proceso de unión.

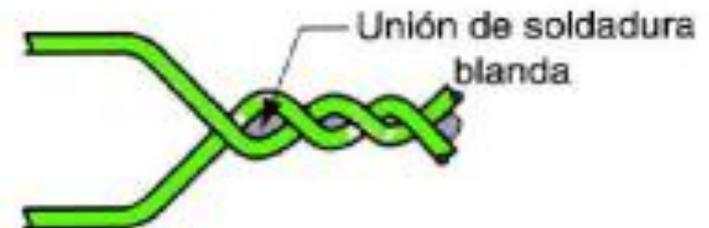
Soldaduras: Casi todas las soldaduras son aleaciones de estaño y plomo, dado que ambos metales tienen bajos puntos de fusión. Sus aleaciones poseen un rango de temperaturas líquidas y sólidas para obtener un buen control del proceso de soldadura blanda para diversas aplicaciones.

El plomo es venenoso y su porcentaje se minimiza en la mayoría de los compuestos para soldante. El estaño es químicamente activo a temperaturas para soldadura blanda y promueve la acción de humidificación requerida para una unión exitosa.

En el cobre para soldadura blanda, que es común en las conexiones eléctricas, se forman compuestos intermetálicos de cobre y estaño que fortalecen la unión. En ocasiones también se usan plata y antimonio en las aleaciones para soldadura blanda.



Enganchado



Trenzado

La tabla enlista diversas composiciones de aleaciones para soldadura blanda, e indica también sus temperaturas aproximadas de soldado en las aplicaciones principales.

Metal de aporte	Composición Aproximada %	Temperatura de fusión Aproximada °C	Aplicaciones principales
Plomo-plata	96 Pb, 4 Ag	350	Uniones a temperatura elevada
Estaño-antimonio	95 Sn, 5 Sb	238	Plomería y calefacción
Estaño-plomo	63 Sn, 37 Pb	183	Electrónica*
	60 Sn, 40 Pb	188	Electrónica
	50 Sn, 50 Pb	199	Propósito general
	40 Sn, 60 Pb	207	Radiadores de automóviles
Estaño-plata	96 Sn, 4 Ag	221	Envases de alimentos
Estaño-zinc	91 Sn, 9 Zn	199	Uniones de aluminio

*Composición eutéctica: el punto de fusión más bajo de las composiciones estaño-plomo.

TABLA de composiciones comunes de aleaciones para soldadura blanda con sus temperaturas de fusión y aplicaciones.

Fundentes para soldadura blanda: Los fundentes para soldadura blanda deben:

- 1) fundirse a temperaturas de soldadura blanda,
- 2) remover películas de óxido y manchas de las superficies de las partes base,
- 3) evitar la oxidación durante el calentamiento,
- 4) promover la humidificación de las superficies empalmantes,
- 5) ser fáciles de desplazar mediante la soldadura fundida durante el proceso y
- 6) dejar un residuo que no sea corrosivo ni conductivo.

Desafortunadamente, no hay un fundente único que cumpla todas estas funciones a la perfección para todas las combinaciones de soldadura y metales base. La formulación del fundente debe seleccionarse para una aplicación determinada.

Los fundentes para soldadura blanda se clasifican como:

- 1) orgánicos.
- 2) inorgánicos.

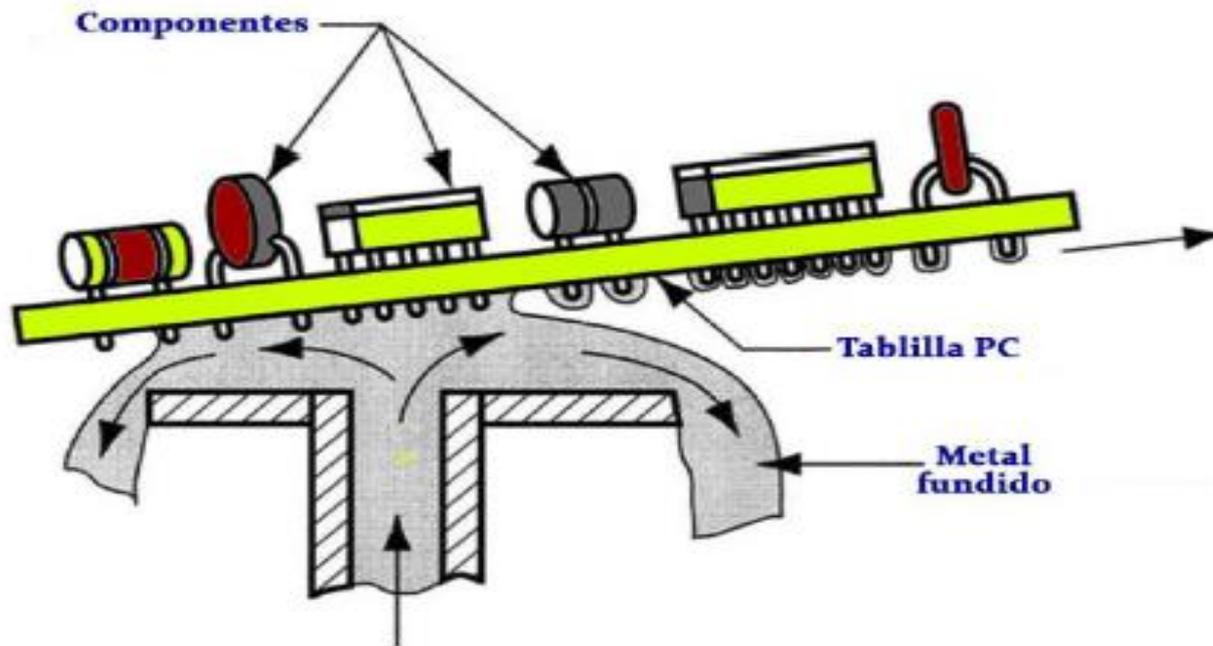
Los fundentes orgánicos están hechos de resina (resina natural, como madera de árbol gomífero, que no es soluble en agua) o ingredientes solubles en agua (por ejemplo, alcoholes, ácidos orgánicos y sales halogenadas). Los solubles en agua facilitan la limpieza después de la soldadura blanda. Los fundentes orgánicos se usan con más regularidad para conexiones eléctricas y electrónicas. Tienden a ser químicamente reactivos a temperaturas de soldadura blanda elevadas, pero relativamente no corrosivos a temperatura ambiente.

Los fundentes inorgánicos están formados por ácidos inorgánicos (por ejemplo, combinaciones de cloruros de zinc y amonio) y se usan para obtener un fundente rápido y activo donde las películas de ácido son un problema. Las sales se activan cuando se fusionan, pero son menos corrosivas que los ácidos. Un alambre para soldadura blanda con un núcleo de ácido pertenece a esta categoría.

Tanto los fundentes orgánicos como los inorgánicos deben removerse después de la soldadura blanda, pero esto es especialmente importante en el caso de los ácidos inorgánicos, para evitar una continua corrosión de las superficies metálicas. La remoción de fundente se consigue usando soluciones de agua, excepto en el caso de las resinas, que requieren solventes químicos. Las tendencias recientes en la industria se inclinan más por los fundentes solubles en agua que por las resinas, debido a que los solventes químicos usados en las resinas son dañinos para el ambiente y las personas.

Soldadura blanda en olas: La soldadura blanda en olas es una técnica mecanizada que permite que se suelden múltiples alambres de un tablero de circuitos impresos, TCI (en inglés printed circuit board, PCB), conforme pasa una ola de soldadura blanda fundida. La distribución común es en la que se carga un PCB, en donde los componentes electrónicos se han colocado con sus alambres que sobresalen por los orificios del tablero, sobre un transportador que lo conduce a través del equipo para soldadura blanda en olas.

El transportador sujeta el tablero de circuitos impresos por los lados, de manera que la parte inferior quede expuesta a los siguientes pasos del procesamiento:



Soldadura blanda en olas, en la cual se aplica soldante fundido a través de un orificio estrecho sobre la parte inferior de un tablero de circuitos impresos para conectar los alambres de los componentes al circuito

SOLDADURA BLANDA TAMBIÉN LLAMADA SOLDERING

- 1) se aplica fundente usando alguno de los diferentes métodos, incluyendo la aplicación con espuma, por aspersion o por cepillado.
- 2) se usa un precalentamiento (mediante tubos de luz, rollos de calentamiento y dispositivos infrarrojos) con el fin de evaporar solventes, activar el fundente y elevar la temperatura del ensamble.
- 3) se usa la soldadura blanda en olas para bombear soldante líquido desde un baño fundido, a través de una ranura en la parte inferior del tablero, para hacer las conexiones de soldadura entre los alambres y el circuito metálico en el tablero. Este tercer paso se ilustra en la figura anterior.

Con frecuencia el tablero se inclina ligeramente y se mezcla un aceite estañante especial con el soldante fundido para disminuir su tensión de superficie, como se aprecia en el diagrama.

Estas dos medidas ayudan a controlar la acumulación de excesos de soldadura y la formación de gotas grandes en la parte inferior del tablero. La soldadura blanda en olas se aplica extensamente en la electrónica para producir ensambles de tableros con circuitos impresos.

Diseño de uniones

Por lo general, las uniones con adhesivos no son tan fuertes como las que se hacen con soldadura por fusión, soldadura blanda o soldadura fuerte. Por tal razón, siempre debe considerarse el diseño de las uniones adhesivas.

Los siguientes principios se aplican en el diseño de uniones:

- 1) Debe maximizarse el área de contacto de la unión.
- 2) Los pegados son más fuertes en cizalla y en tensión, como en las figura (a) y (b), y las uniones deben diseñarse para que se apliquen tensiones de estos tipos.
- 3) Los pegados son más débiles en hendiduras o desprendimientos, igual que en las figura (c) y (d), y deben diseñarse para evitar estos tipos de tensiones.

