



TECNOLOGÍA EN SOLDADURA

Polígono Industrial Can Sedó

08292 Esparreguera

Tel: (34) 93 7774162

Fax: (34) 93 7774203

www.sunarc.com

LA SOLDADURA CON **ELECTRODO RECUBIERTO**

INDICE

1. Descripción del proceso de soldadura por electrodo revestido	3
2. Electroodos revestidos	3
2.1. Recubrimiento ácido	3
2.2. Recubrimiento básico	4
2.3. Recubrimiento celulosico	4
2.4. Recubrimiento oxidante	4
2.5. Recubrimiento de rutilo	5
2.6. Recubrimiento ácido-rutilo	
3. Condiciones de funcionamiento de los electrodos	5
4. Intensidad de corriente de soldadura	5
4.1. Elección y ajuste de la corriente	6
5. Curva característica de un equipo de soldadura por electrodo revestido	7
6. Preparación de juntas	8
6.1. Objeto de las reparaciones	8
6.2. Juntas a tope	8
6.3. Preparación en chaflán	8
6.3.1. Preparación en "V"	8
6.3.2. Preparación en "Y"	9
6.3.3. Preparación en "U"	9
6.3.4. Preparación en "J" o "semi-U"	10
6.3.5. Preparación en "X"	10
6.3.6. Preparación en "K"	10
7. Metodo operatorio	11
7.1. Ajuste de la intensidad de soldadura	11
7.2. Puenteo	11
7.3. Ejecución de soldaduras	12
7.3.1. Soldadura plana a tope o angulo exterior	12
7.3.2. Soldadura en angulo interior	13
7.3.3. Soldadura en angulo interior plano	13
7.3.4. Soldadura vertical ascendente	14
7.3.5. Soldadura vertical descendente	15
7.3.6. Soldadura en techo	15

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA POR ELECTRODO REVESTIDO.

La soldadura manual eléctrica al arco con electrodo revestido es un proceso de soldadura *al* arco eléctrico en el cual:

- El arco se produce entre la pieza a soldar y un electrodo.
- El electrodo es de tipo fusible, bajo la forma de varilla y sirve de metal de aporte.

La estabilización del arco eléctrico y su desplazamiento a lo largo de la junta se aseguran únicamente por la mano del soldador.

Los elementos que intervienen en el proceso son los siguientes:

Obsérvese la formación de un cráter en el extremo del electrodo que, más o menos profundo, asegura notablemente el seguimiento mecánico del arco y evita los cebados laterales.

El arco eléctrico desarrolla una elevada energía en forma de luz y calor, alcanzando temperaturas de aproximadamente 6000 °C, que mantienen el arco encendido, ayudado por el medio gaseoso interpuesto entre ambos polos. Este medio gaseoso se genera por la combustión del revestimiento del electrodo, que tiene varias funciones: desoxidar, eliminar impurezas, facilitar el paso de la corriente y, especialmente, proteger el metal fundido de las influencias atmosféricas.

La fuente de energía para soldar la proporciona una máquina que puede ser de corriente continua o de corriente alterna. Al cerrarse el circuito eléctrico haciendo contacto el electrodo con la pieza, se forma un arco en el punto en que la resistencia es mayor, generándose una gran cantidad de calor.

Este sistema se caracteriza por su versatilidad y economía, y puede aplicarse en la unión de diversos metales, en trabajos pequeños y de gran envergadura.

2. ELECTRODOS REVESTIDOS.

Los electrodos revestidos están constituidos por una varilla metálica (alma) en cuyo alrededor se adhiere un recubrimiento formado a base de polvos de composición compleja, perfectamente homogeneizados y compactados por un aglutinante, generalmente de silicato de sodio o potasio. Este recubrimiento favorece el cebado y la estabilidad del arco aumentando el estado de ionización del gas entre ánodo y cátodo. Además, el retardo en la fusión del recubrimiento provoca en el extremo del electrodo un cráter más o menos importante que contribuye a la estabilidad mecánica del arco. Con ciertos tipos de electrodos, este cráter es suficientemente duro y profundo para permitir el apoyo permanente del electrodo sobre la pieza.

Un extremo del electrodo se encuentra desnudo para asegurar un buen contacto eléctrico con el porta-electrodo.

2.1. RECUBRIMIENTO ACIDO.

Este tipo de recubrimiento contiene óxido de hierro y, a veces, óxido de manganeso, además de un cierto porcentaje bastante elevado de ferromanganeso y otros desoxidantes. El carácter metalúrgico de este recubrimiento es ácido.

Con estos electrodos, la mayoría de los casos, se puede trabajar con velocidades de fusión elevadas y fuertes intensidades. La penetración puede ser buena, sobretodo si el recubrimiento es espeso. Se pueden utilizar tanto en corriente alterna como en corriente continua.

La soldabilidad del metal de base debe ser buena, en caso contrario existe el riesgo de producirse fisuración en caliente, en particular para las soldaduras en ángulo, en cornisa o verticales.

2.2. RECUBRIMIENTO BÁSICO.

Estos recubrimientos contienen cantidades notables de carbonates. El carácter metalúrgico de este recubrimiento es básico.

Se utilizan usualmente en corriente continua, polaridad positiva, aunque existen versiones en corriente alterna. El arco es menos estable que con los otros tipos de electrodo.

El metal depositado es muy resistente a la fisuración en caliente y en frío, y el uso de estos electrodos es muy interesante para grandes espesores y estructuras muy rígidas en acero dulce, aceros débilmente aleados y aceros en los que la cantidad de carbono y azufre es superior a las de los aceros dulces de buena soldabilidad. Existirá una composición en hidrógeno muy baja, de manera que el metal será muy puro, de estructura fina, lo que reduce el riesgo de fisuras bajo cordón.

Con el fin de evitar las porosidades, los electrodos básicos deben estar suficientemente secos; por este motivo, los electrodos deben conservarse en lugares muy secos y, si han absorbido humedad, deben secarse antes de su uso conforme a las prescripciones del fabricante.

2.3. RECUBRIMIENTO CELULÓSICO.

Estos recubrimientos contienen una gran cantidad de sustancias orgánicas combustibles cuya descomposición en el arco produce gases protectores en abundancia.

La cantidad de escoria producida es débil y se desprende fácilmente. El arco es muy penetrante y la velocidad de fusión es elevada.

Estos electrodos pueden utilizarse tanto en corriente continua como en corriente alterna, pero con tensiones en vacío elevadas.

Las pérdidas por proyección son importantes, y la superficie del cordón es bastante rugosa, con arrugas desigualmente espaciadas.

Estas características hacen que estos electrodos sean usados para la primera pasada en la soldadura de oleoductos y gaseoductos.

2.4. RECUBRIMIENTO OXIDANTE.

Estos recubrimientos contienen principalmente óxido de hierro, con o sin óxidos de manganeso.

Estos tipos de recubrimiento producen una escoria oxidante, de manera que el metal depositado contiene pequeñísimas cantidades de carbono y manganeso. La escoria formada es espesa, compacta y se desprende a menudo ella sola.

Estos electrodos ofrecen una penetración débil y un baño de fusión fluido, aunque un cordón de buen aspecto. Será, conveniente, pues, su utilización donde se necesite un cordón de pequeña sección o de buen aspecto. Su empleo está habitualmente reservado a la soldadura de ángulos interiores.

2.5. RECUBRIMIENTO DE RUTILO.

Estos recubrimientos contienen una gran proporción de rutilo (óxidos de titanio natural al 95%) o ilmenita (óxido de hierro y titanio) o aleaciones de hierro y silicatos naturales. Habitualmente, la proporción de rutilo es de aproximadamente el 50% sobre el volumen total.

Estos electrodos permiten obtener cordones de bello aspecto en todas posiciones, con grandes características mecánicas. Pueden comportar riesgos de fisuración en caliente, como los electrodos ácidos a los cuales se parecen.

Utilizables en corriente continua (polaridad negativa) o alterna, los electrodos de rutilo presentan la ventaja de una gran estabilidad de arco con tensiones de funcionamiento relativamente bajas, incluso en corriente alterna.

2.6. RECUBRIMIENTO ÁCIDO-RÚTILO.

Las propiedades de estos electrodos son en general muy parecidas a los de tipo ácido; la única diferencia consiste en que el recubrimiento contiene una proporción de óxido de titanio que generalmente no sobrepasa el 35%.

Aunque la escoria es muy parecida a los de tipo ácido, ésta presenta un poco más de fluidez.

3. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELECTRODOS.

Los electrodos revestidos son elementos complejos destinados a ser utilizados en unas condiciones muy definidas, incluso a pesar de llevar la calificación de "universales". Los principales parámetros que intervienen en el empleo de los electrodos son:

- El diámetro del electrodo;
- La intensidad de la corriente de soldadura;
- La tensión de arco (varía como consecuencia de la longitud de arco);
- La naturaleza del revestimiento y su espesor;
- La cantidad de humedad en el recubrimiento;
- La posición de soldadura.

El conocimiento y el respeto de las condiciones óptimas de empleo previstas por el fabricante de electrodos, permite obtener soldaduras de buena calidad y menor precio.

4. INTENSIDAD DE LA CORRIENTE DE SOLDADURA.

Para un tipo determinado de electrodo, la intensidad de la corriente de soldadura debe estar por debajo de una intensidad de corriente máxima que no debe sobrepasarse si se desean deposiciones correspondientes a las características mecánicas anunciadas. Intensidades elevadas dan como resultado un arco abrupto, con elevadas temperaturas por efecto Joule que pueden perjudicar las características mecánicas del revestimiento.

Para cada diámetro de electrodo, el fabricante fija e indica la intensidad de soldadura recomendada, tanto en posición vertical descendente como en plano, y la intensidad máxima que no debe en ningún caso sobrepasarse.

A falta de indicación, se pueden ajustar los parámetros a partir de la fórmula empírica:

$$I = 50 \cdot (D-I)$$

donde I es la intensidad nominal de soldadura y D el diámetro del alma del electrodo en milímetros.

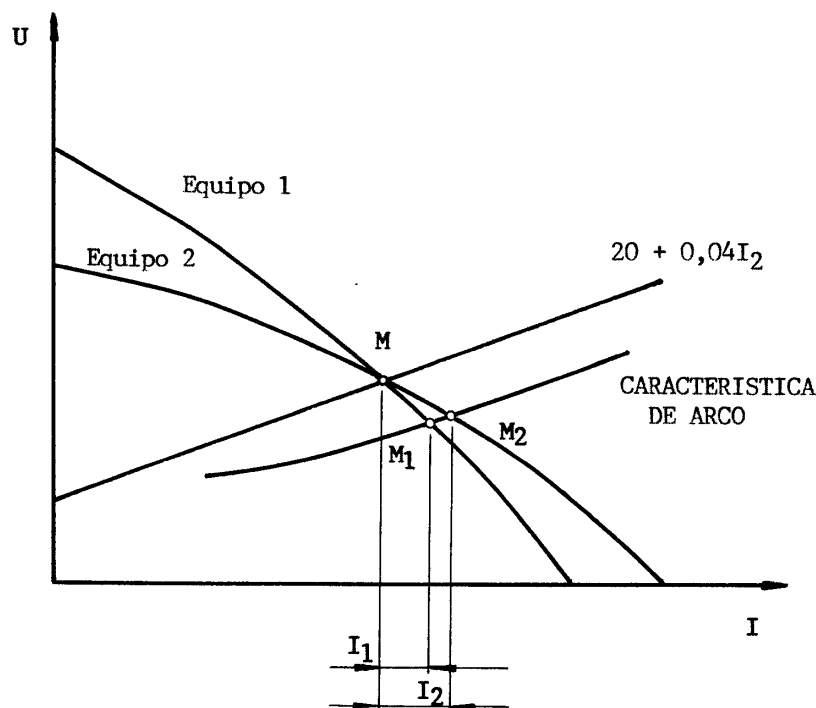
De todas formas, en función del espesor del recubrimiento, de su naturaleza y de la posición de soldadura, pueden hacerse imprescindibles variaciones de $\pm 30\%$ de la corriente de soldadura.

En la práctica, la intensidad de corriente de soldadura depende de la posición del índice de ajuste de la fuente de corriente y de la diferencia de potencial entre los bornes del arco, es decir, la tensión de arco, dependiendo ella misma de la longitud del arco.

4.1. ELECCIÓN Y AJUSTE DE LA CORRIENTE.

La intensidad recomendada para fundir un electrodo de un diámetro concreto está indicada en el paquete, pero esto puede parecer que no deba realizarse ningún ajuste sobre la fuente de corriente para que el reglaje sea correcto. Esto no es así, porque:

- esta intensidad recomendada es para una posición de soldadura determinada;
- para la mayoría de los electrodos, las tensiones de arco reales son inferiores a las tensiones convencionales a corriente de soldadura igual, de manera que la intensidad que circula realmente será más elevada que la marcada. La importancia de esta diferencia depende de la pendiente de la característica de la fuente de corriente:



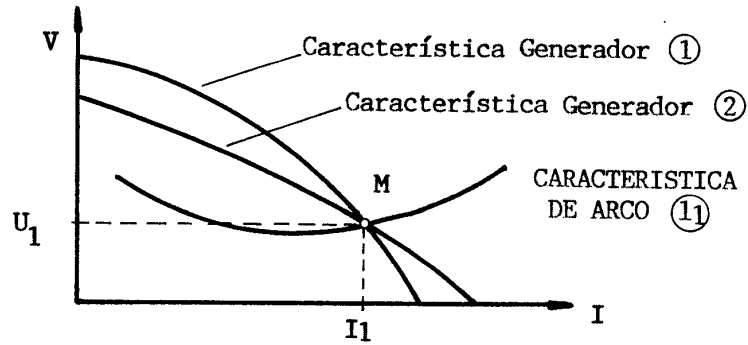
M : Punto de regulación de la fuente
M1 y M2 : Puntos de funcionamiento reales
 I_1 y I_2 : Diferencias de intensidad respecto del valor ajustado previamente

Como consecuencia, la intensidad de soldadura ajustada por el operario sobre una fuente de corriente convencional, no es más que un valor indicativo, ya que la corriente real depende igualmente de la tensión de arco impuesta por el funcionamiento del electrodo. Si por algún motivo particular el usuario debe conocer la intensidad real, le será indispensable proceder a su medida con algún instrumento que le sirva al efecto (pinza amperimétrica,...).

Actualmente, y con la introducción de equipos con tecnología electrónica, es posible conseguir características totalmente verticales, lo que supone intensidad totalmente constante, o, lo que es lo mismo, invariabilidad de la intensidad dentro de una amplia gama de tensiones de arco.

5. CURVA CARACTERÍSTICA DE UN EQUIPO DE SOLDADURA CON ELECTRODO REVESTIDO.

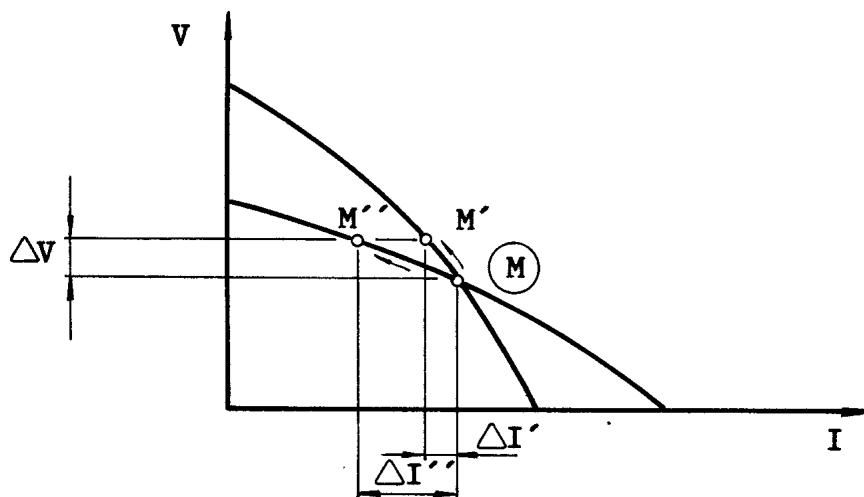
Considérese una fuente de corriente con característica descendente 1 y un arco eléctrico I1 tal y como se muestra a continuación:



Se establece un punto de trabajo M en la intersección de la característica de arco y la característica del generador. En este punto, existen unos valores definidos de tensión U_1 e intensidad I_1 .

Se representa en la misma gráfica otro generador en el que su característica 2 es menos descendente pero que en un determinado momento está trabajando en el mismo punto M.

Si, en estas condiciones, el soldador se aleja de la pieza el electrodo, aumenta la longitud de arco, por lo que la tensión aumenta, y la intensidad tiende a disminuir, tal y como puede apreciarse en el siguiente gráfico:



Sin embargo, la variación de intensidad que se produce en el caso del generador 1, es menor que en el generador 2. Dicho de otro modo, cuanto más vertical es la característica del generador, menor variación de la intensidad frente movimientos del electrodo, esto es, mayor estabilidad de arco. En el límite, tal y como sucede para la soldadura TIG, en la soldadura con electrodo revestido la característica debe ser completamente vertical.

En equipos de regulación por shunt magnético, esta última condición no se podrá cumplir con total exactitud; solo los equipos de regulación electrónica serán capaces de ofrecer una característica absolutamente vertical.

6. PREPARACIÓN DE JUNTAS.

6.1. OBJETO DE LAS PREPARACIONES.

El objeto de las preparaciones es facilitar la ejecución de las soldaduras de manera sana y bien penetradas. Los factores más importantes que intervienen en la elección del tipo de junta son:

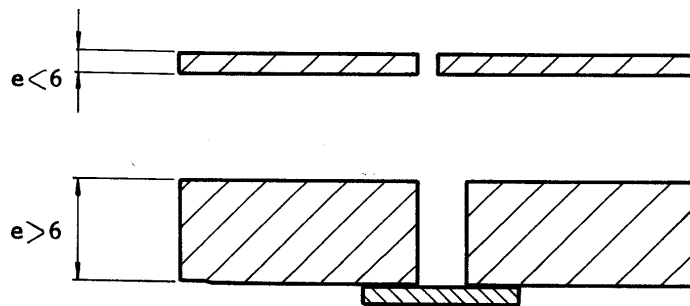
- Accesibilidad a las dos caras de la junta.
- Espesor del metal a soldar.
- Grado de penetración.
- Posibilidad de prevenir o no las deformaciones.
- Naturaleza del metal base.

6.2. JUNTAS A TOPE.

Este tipo de preparación permite obtener soldaduras económicas con el menor índice de deformación respecto otra clase de preparación.

En este caso, los bordes de las chapas a unir se tocan en toda su extensión, formando un ángulo de 180° entre sí.

Generalmente, y con piezas de espesores considerables (superior a 6 mm), se sitúa un soporte por la parte de atrás para poder así separar las piezas y evitar una falta de penetración:

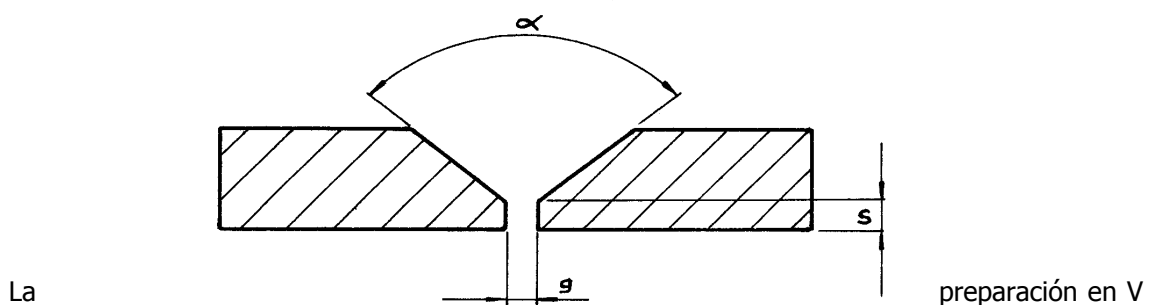


6.3. PREPARACIÓN EN CHAFLÁN.

6.3.1. PREPARACIÓN EN V.

Esta preparación permite obtener una muy buena penetración soldando por un solo lado. No se utiliza para espesores superiores a 20 mm, puesto que el efecto de plegado es importante y el volumen de metal depositado, así como el número de pasadas, resulta muy costoso, por lo que se prefiere una preparación en X.

A continuación se representa la soldadura en V;



se caracteriza por:

- Ángulo de abertura $\alpha <$ que depende del proceso de soldadura, de la posición de soldadura y de las posibilidades de acceso al revés.
- Talón s , que depende del proceso de soldadura y del ángulo α .
- Separación g , que depende del proceso, de la posición y del ángulo

Las preparaciones en V son generalmente simétricas, salvo para la soldadura en cornisa.

Si se disminuye α , hace falta aumentar g y disminuir s .

6.3.2. PREPARACIÓN EN Y.

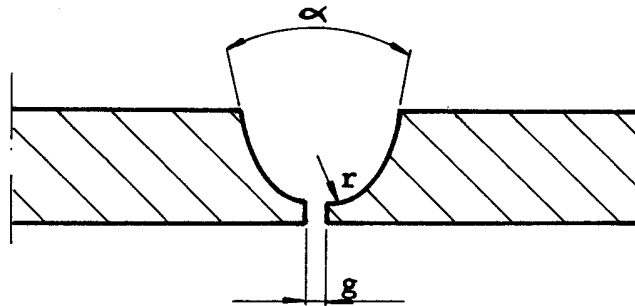
Se trata de una preparación en V en la cual el talón es superior a 3 mm. No se utiliza más que con electrodos de fuerte penetración o con electrodos ordinarios para soldaduras en ángulo o en canto; se emplea, asimismo cuando debe colocarse un soporte en el reverso de las piezas en preparación a tope.

Habitualmente se toma: $\alpha = 90^\circ$ y $g = 0-3$ mm
o : $\alpha = 60^\circ - 90^\circ$ y $g = 2-3$ mm

6.3.3. PREPARACIÓN EN U.

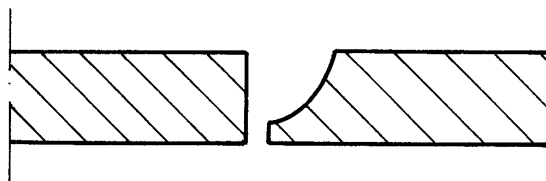
En este tipo de preparación, los bordes de los elementos son preparados de manera que el perfil de la junta forma una U más o menos abierta, con un talón que no pasa de los 3 mm. La U puede ser simétrica o disimétrica.

Su empleo está destinado a espesores superiores a 20 mm. El perfil de la U está caracterizado por los parámetros habituales de α , s y g , así como por el radio r del fondo de la U:



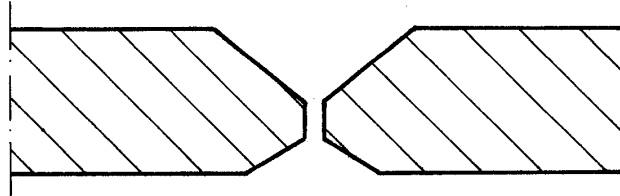
6.3.4. PREPARACIÓN EN J O SEMI-U.

Esta preparación permite obtener, en las juntas en T o en ángulo, soldaduras con gran penetración por un solo lado, depositando una cantidad de metal más pequeña que con la semi-V:



6.3.5. PREPARACIÓN EN X.

Los bordes de los dos elementos son chaflanados sobre las dos aristas, de manera que el perfil de la junta forma dos V opuestas:



Las dos V pueden estar o no separadas por un talón que no supere los 3 mm.

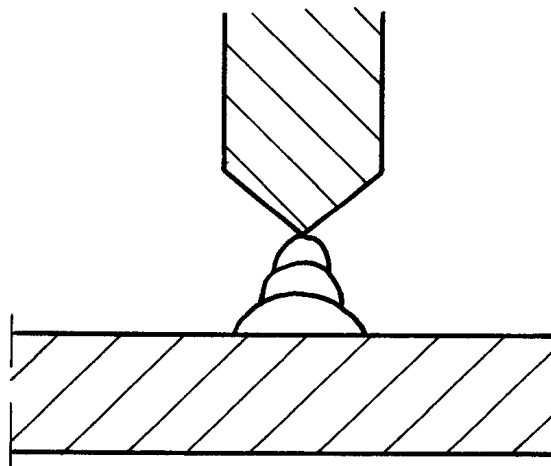
Esta preparación permite obtener una junta a tope con mucha penetración, soldada por ambos lados, de manera que se reducen las deformaciones al mínimo y se economiza el metal de aporte.

6.3.6. PREPARACIÓN EN K.

Solo el borde de un solo elemento es achaflanado sobre sus dos aristas, de manera que el perfil de la junta forma una K. La preparación puede ser igualada o no, con o sin talón, aunque en ese caso el talón no sobrepasará los 3 mm. De todas maneras, este talón es generalmente inútil y puede provocar defectos de raíz.

Esta preparación permite obtener juntas en T o ángulo recto con gran penetración y presentando poca deformación. Se utiliza igualmente para juntas en cornisa, aunque en ese caso sea preferible la preparación en X.

La preparación en K conviene para espesores comprendidos entre 15 y 40 mm. Si la K es igual, se puede adoptar $\alpha = 50-55^\circ$ y escoger la separación g como para una preparación en X. La separación g se puede reducir a cero si se depositan por la parte plana de la junta, sendos cordones de soldadura superpuestos cara a la arista del chaflán, tal y como se muestra a continuación:



7. MÉTODO OPERATORIO.

El orden de ejecución de las operaciones debe ser el siguiente:

- Ajuste de la intensidad de la corriente de soldadura.
- Puenteo de las piezas.
- Precalentamiento (cuando sea necesario).
- Ejecución de los cordones de soldadura.
- Fin de las pasadas sucesivas: martilleo de la escoria, limpieza, amolado (si es necesario),...

Ciertas operaciones pueden ser efectuadas por la ayuda del soldador, pero este último debe asegurarse siempre que todo ha sido ejecutado correctamente antes de iniciar un nuevo cordón de soldadura.

7.1. AJUSTE DE LA INTENSIDAD DE SOLDADURA.

El ajuste se realiza en función de los electrodos recubiertos utilizados. En el caso de modificación importante del circuito de soldadura, podrá ser necesario modificar el ajuste de la fuente de corriente, como puede ser el caso de tener longitudes de cables muy grandes, con lo que se experimentan caldas de tensión apreciables que harán inevitablemente el reajuste del equipo de soldadura.

7.2. PUENTEEO.

Para determinar el emplazamiento de los puntos en el orden de ejecución, se puede tomar referencia de la soldadura oxiacetilénica.

Si las piezas son relativamente gruesas, los puntos se ejecutarán con un electrodo de menor diámetro que el nominal, y tendrán una longitud de unos 20 mm para que no exista el riesgo de romperse bajo las deformaciones que sufren las piezas en el momento de la soldadura.

Durante la soldadura, estos puntos de unión deben fundirse por completo. Una buena precaución, sobretodo si se suelda a fuerte penetración, es la de puenteo al reverso de la junta.

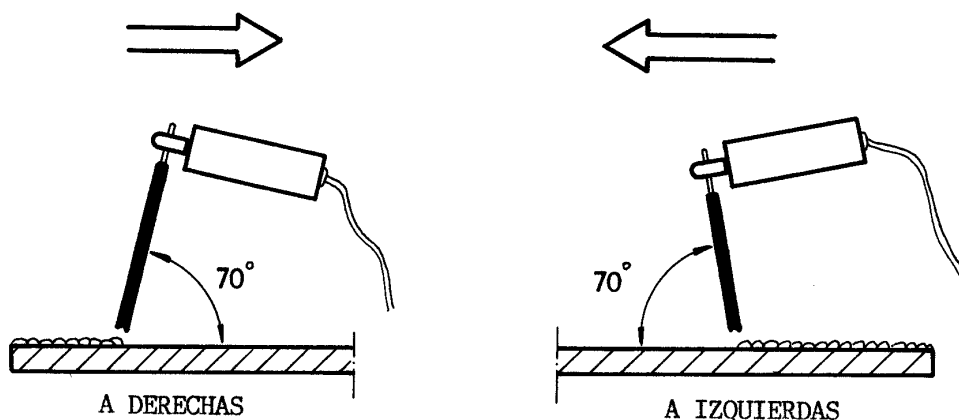
7.3. EJECUCIÓN DE LAS SOLDADURAS.

La manera de sostener el electrodo y de desplazarlo, depende del tipo de electrodo y de su diámetro, y sobretodo de la posición de soldadura.

7.3.1. SOLDADURA PLANA A TOPE O ÁNGULO EXTERIOR.

Durante el curso de una pasada de soldadura, el electrodo se mantiene en el plano de simetría de la junta y presenta respecto la horizontal un ángulo de aproximadamente 70°. De todas las maneras, trabajando en corriente continua, un cambio de inclinación se efectuará cuando se llegue al final de la soldadura, con el fin de evitar el soplado del arco.

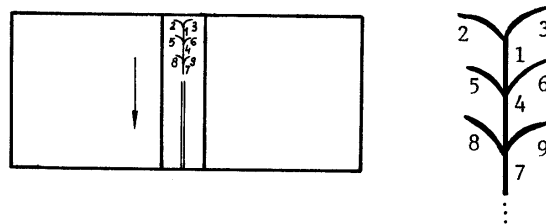
En el caso de avanzar hacia la derecha o hacia la izquierda, el soldador mantiene su electrodo como se indica a continuación:



Para la primera pasada de una soldadura multipasada, la inclinación será de unos 60°.

La inclinación correcta del electrodo es muy importante, puesto que si es demasiado vertical, la escoria puede incluirse en el baño de fusión. Si, por el contrario, la inclinación es demasiado fuerte, las gotas de metal fundido no caen en buen lugar, y el cordón resulta irregular.

Si se suelda en chaflán en V, en varias pasadas, es muy importante que la primera pasada o pasada de raíz esté perfectamente penetrada, lo que puede verificarse por examen visual de la pieza al revés. Las aristas inferiores de los dos bordes deben quedar completamente fundidas, sino la resistencia de la junta queda fuertemente debilitada por el efecto de entalladura. Para conseguirlo, es preciso realizar la primera pasada con un electrodo de diámetro apropiado (no demasiado grueso) con una intensidad conveniente (no muy baja) y una velocidad de avance moderada. Para estar seguros de que los bordes de los chaflanes se llevan a la fusión según el tipo de recubrimiento, se combina un movimiento de avance y de retroceso, con un eventual balanceo lateral del electrodo:



Las siguientes pasadas son de relleno. En el caso de soldar en pasadas largas, puede ser necesario un balanceo lateral de una arista a la otra del chaflán, marcando un tiempo de parada sobre cada cara.

Este método es el más común, aunque en ciertos casos en que deba limitarse el calentamiento de la pieza, puede ser preciso operar en pasadas estrechas sin balanceo notable.

En el curso de estas operaciones, el soldador mantiene un arco corto, tal que el recubrimiento del electrodo roza el metal sin apenas tocarlo. Puesto que el recubrimiento es de espesor medio, otro buen consejo es admitir que la longitud de arco es igual al diámetro exterior del electrodo. Un arco demasiado largo conduce necesariamente a soldaduras de insuficiente penetración y descebados del arco frecuentes. El soldador regula su velocidad de avance por la observación continuada del baño en la vertical del extremo del electrodo, y asegura que la escoria flote en la superficie del baño de fusión por detrás del electrodo.

Al final del cordón, o en el caso de que el electrodo esté a punto de consumirse, el soldador retrocede ligeramente el electrodo para rellenar el final del cráter, y después lo levanta hasta la ruptura del arco.

Cuando deba reanudarse el cordón con un electrodo nuevo, la unión con la anterior pasada debe ser lo más perfecta posible. La escoria formada anteriormente debe eliminarse, y el cebado debe realizarse por delante del cordón y avanzar hasta el final de soldadura que se habla generado hasta llegar a fundir completamente el metal depositado con anterioridad.

7.3.2. SOLDADURA EN ÁNGULO INTERIOR.

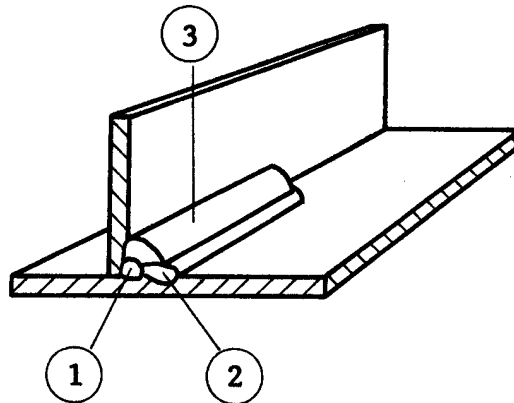
Es un caso parecido al precedente. Las dificultades particulares residen en la obtención de una buena penetración en el ángulo y en el soplado del arco en corriente continua, que es más importante que en plano.

A menos que se trate de piezas de poco espesor, lo más común es soldar con varias pasadas. En este caso se escoge para la primera un electrodo de poco diámetro, que se funde con la corriente máxima que puede soportar éste.

El electrodo se mantiene siempre en un plano vertical si se suelda en una sola pasada. Si se suelda en varias pasadas, no imbricadas, la primera pasada se efectúa sin balanceo.; las siguientes se realizan practicando un movimiento triangular del extremo del electrodo.

7.3.3. SOLDADURA EN ÁNGULO INTERIOR PLANO.

Como para las soldaduras precedentes, no es fácil obtener una buena penetración en la raíz. El método operatorio es sensiblemente el mismo, a excepción de que la inclinación del electrodo no es siempre la bisectriz del ángulo. En el esquema de a continuación puede observarse la importancia de este ángulo, que determina sobre qué cara del ángulo será depositado el material:



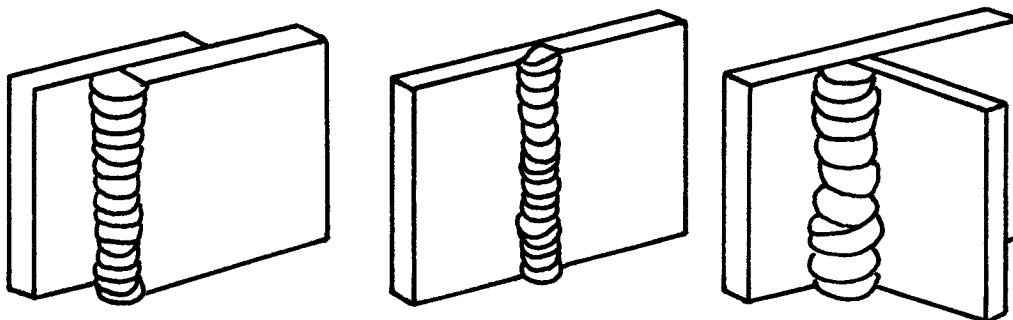
La pasada 1 se ejecuta sobre una inclinación de 45°, la pasada 2 sobre una inclinación más grande, por ejemplo 65°, y la pasada 3 sobre una inclinación más débil, por ejemplo 25°.

Si se suelda en una sola pasada, así como por la pasada de raíz en soldaduras multipasadas, no es necesario balanceo lateral.

En función del diámetro del electrodo y del espesor del recubrimiento, se pueden realizar pasadas estrechas y superpuestas o pasadas largas y extendidas.

7.3.4. SOLDADURA VERTICAL ASCENDENTE.

La junta vertical puede tomar el aspecto siguiente:



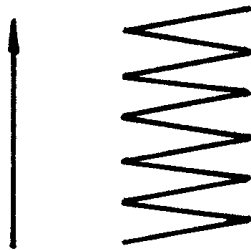
Son posibles tres maneras de operar:

- Una sola pasada con desplazamiento triangular del electrodo: los bordes se preparan para obtener un chaflán a 60/70°. El metal se deposita de manera continua proporcionando al electrodo movimiento triangular superpuesto y ligeramente inclinado hacia el exterior para facilitar el derrame del baño de fusión. Se puede utilizar un soporte al inicio del cordón. En ese caso el electrodo se mantiene

horizontal, y rápidamente su extremo se levanta una decena de grados para facilitar el derrame de la escoria.
 - Varias pasadas largas: se ejecuta primeramente una pasada de fondo adoptando el siguiente balanceo del electrodo:

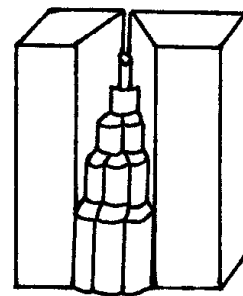


Las pasadas siguientes, más largas, se efectúan con un electrodo de mayor diámetro, que se balancea lateralmente según se indica a continuación:



Para terminar, una última pasada recubre las aristas del chaflán. Se efectúa ahora un balanceo como en la anterior pasada, pero más largo.

- Varias pasadas estrechas: la preparación de bordes y la ejecución de la pasada de raíz son idénticas a las precedentes. Las pasadas siguientes consisten en rellenar el chaflán, cada cordón montando sobre los cordones vecinos:



7.3.5. SOLDADURA VERTICAL DESCENDENTE.

La aparición de electrodos especiales en los que la escoria de gran viscosidad se derrama más lenta que la soldadura permite realizar soldaduras en vertical descendente. Este método se emplea también con electrodos de recubrimiento celulósico en los que el recubrimiento es poco importante.

El proceso es análogo al de soldadura ascendente en pasadas largas y los resultados que se obtienen son buenos (buena resistencia mecánica de la junta, buen aspecto, débil alabeo de las piezas,...).

Si las piezas son muy gruesas, se suelda con chaflán en X al derecho y al revés.

7.3.6. SOLDADURA EN TECHO.

Se trata de soldaduras horizontales situadas por encima de la cabeza del soldador.

La posibilidad de depositar un metal líquido en una junta abierta en estas condiciones se explica por la presencia alrededor del arco de una verdadera llama de plasma que proyecta las gotas de metal fundido hacia la parte alta. Por otra parte, los electrodos empleados (rutilo o básicos) ofrecen una escoria de gran viscosidad que ayuda a las fuerzas capilares a mantener el metal fundido.

No hace falta decir que el soldador debe estar protegido en mayor grado, dado que las proyecciones que se desprenden caen sobre él. Es preferible el uso de una máscara de cabeza, puesto que en este caso la mano izquierda permanece libre para ayudar a la derecha a soportar la pinza porta-electrodos.