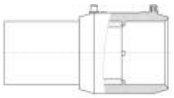
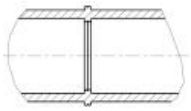
Método de Soldadura de Plástico por medio de Electrofusión

1. Introducción

Los tubos de Polietileno (PE) pueden unirse por soldadura térmica. Los sistemas de unión soldada más comúnmente utilizados son:

Electrofusion: Al hacer pasar corriente eléctrica a baja tensión (entre 8 y 48 V según modelo) por las espiras metálicas de los accesorios electrosoldables, se origina un calentamiento (efecto Joule) que suelda el tubo con el accesorio. La gama va desde DN 20 a 800 mm.	
Soldadura a tope: Esta técnica se emplea preferentemente a partir de 90 mm de diámetro y espesores de pared superiores a 3 mm. Consiste en calentar los extremos de los tubos a unir con una placa calefactora que esté a una temperatura de 210-225 ºC y a continuación comunicar una determinada presión previamente tabulada. Se utiliza la soldadura a tope en tubos de PE con DN 90 a 1600 mm.	

Desde hace más de 40 años se están utilizando técnicas de unión por soldadura, aprovechando las características termoplásticas del PE, tanto para las conducciones de agua como de gas. Dos tipos de técnicas de soldar se están utilizando principalmente: Soldadura a tope y electrofusion. Ambas técnicas son relativamente simples de realizar en el campo, pero se requiere que se preparen correctamente las superficies a ser soldadas y se utilicen estrictamente los parámetros de soldar.
Si no se cumplen los procedimientos de soldadura, puede ocurrir que uniones aparentemente buenas, sean en realidad puntos débiles que pueden generar fracasos cuando la tubería esté en funcionamiento. Por consiguiente una ventaja del PE, su fácil soldabilidad, puede convertirse en un problema si los procedimientos de soldadura se infravaloran. Hoy día el factor de evaluación no destructiva más importante de una unión soldada de tuberías de PE, es el control y registro de las condiciones y parámetros de soldadura (llamado trazabilidad) y el examen visual de la misma, el bordón en el caso de soldadura a tope y el raspado y testigos en la electrofusion.

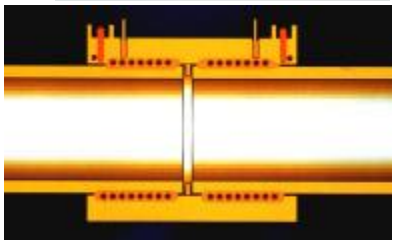
Hasta ahora, no ha sido posible establecer un ensayo no destructivo capaz de darnos una correlación del comportamiento a largo plazo de las uniones soldadas. La garantía de una buena soldadura tenemos que buscarla en el control de los parámetros de soldadura. Las tuberías de PE no se deben pegar ni roscar para unirlas. Es preferible que los sistemas de unión sean resistentes a la tracción. Las tuberías de PE 40 de baja densidad no se deben soldar.

2. Electrofusión

Los accesorios electrosoldables se utilizan para unir tubos o tubos y accesorios polivalentes o manipulados de PE media y alta densidad, PE 80 y PE 100. Estos accesorios se pueden utilizar en tubos de SDR 17,6 para diámetros mayores de DN 90 y en tubos de SDR 11 para todos los diámetros.

Resisten una presión nominal de 16 bar en conducciones de agua y de 10 bar en conducciones de gas. En el mercado también se pueden encontrar accesorios electrosoldables PN 25. Suelen ser de color negro y se sueldan con una tensión de entre 8 y 42 voltios según el modelo, aunque la tensión más común y actualmente más usada por los fabricantes es de 40 voltios.
La introducción de los datos de soldadura (voltaje y tiempo de fusión) en la máquina de electrofusión, puede realizarse con equipos manuales o con equipos que registran los datos del Accesorio leyendo su código de barras a través de lápiz óptico o escáner.
Los accesorios electrosoldables se suministran con etiquetas o tarjetas magnéticas en las que aparecen códigos de barras donde aparece toda la información relevante del producto así como los datos de fusión. Con todo ello podemos realizar la trazabilidad del producto conociendo la materia prima empleada, localización de la planta de producción, inyectora, etc…

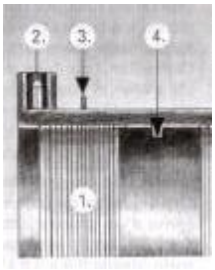
La utilización de la electrofusión para unir tuberías o válvulas de PE permite una instalación de canalización enterrada homogénea del mismo material, segura, económica y eficaz.



El área de soldadura entre el tubo y el accesorio es muy amplia, por lo que la unión puede resistir tanto fuerzas de tracción como presiones internas, mayores que las que puede soportar el propio tubo. Las aplicaciones más comunes hasta ahora han sido en conducciones de gas, agua y de procesos industriales o químicos. Existen numerosas ventajas respecto a los métodos tradicionales de unión.
Durante el proceso de electrofusión no se requiere movimiento longitudinal del tubo, por lo que es ideal para efectuar instalaciones difíciles, reparaciones y cualquier otro tipo de operaciones posteriores a la instalación como la realización de acometidas sin quitar la presión de la red mediante las tomas en carga.

2.1 Estructura de los accesorios electrosoldables (EF)

Los accesorios electro soldables se componen de las siguientes partes:



1) Espira calefactora.
2) Bornes para acoplar los conectores de las máquinas de soldadura.
3) Testigos de soldadura que indican que se ha completado la fusión.
4) Tope interior central para facilitar la introducción del accesorio hasta la profundidad correcta. Este tope se puede eliminar fácilmente para permitir el desplazamiento del accesorio sobre el

tubo, por ejemplo, en reparaciones002E*Fig. 2.2 Partes accesorios EF*

2.2 Aspectos relevantes de la Electrofusión

La electrosoldadura entre tuberías y accesorios es un sistema de unión seguro, económico y Eficiente. Sin embargo no se debe pasar por alto una preparación cuidadosa de las superficies de soldadura como requisito previo indispensable. Las zonas de soldadura deben estar protegidas contra la humedad con tiempo es favorable (lluvia, nieve etc.…).

Además de las máquinas y los alineadores, el proceso de electrofusión necesita útiles para cortar, raspar y limpiar las superficies.

¡MUY IMPORTANTE!: Hay que **raspar** la zona del tubo a soldar para quitar la película de oxidación originada por el oxígeno del aire, según las instrucciones que se indican después, en caso contrario no se producirá una soldadura correcta y la unión no será estanca ni resistente a la presión interior. Los accesorios electrosoldables se suministran individualmente empaquetados en bolsas de plástico, de las que no deben ser extraídos durante la operación de preparación de la soldadura, para mantenerlos limpios. En caso de que el interior del accesorio se ensucie, se limpiará con papel limpio y ligeramente humedecido en isopropanol (alcohol). No debemos usar otros productos de limpieza como disolventes, jabones, detergentes, etc., ya que obtendríamos una fusión defectuosa, ni tampoco limpiar con medios mecánicos, para no dañar la resistencia interior.

Para efectuar la soldadura, las superficies se deben mantener secas. En el caso de que alguna válvula no cierre bien y siga pasando agua, aunque sea poca, se deberá hacer un balonamiento (insertar un balón en el interior de la tubería a través de un collarín de toma) para que no pase absolutamente nada de agua durante la soldadura. Recuerde comprobar que los tubos y accesorios que se van a soldar sean de resinas compatibles para la electrofusión, esto significa que los tubos a soldar deben ser de PE 80 o PE 100, pero nunca de polietileno de baja densidad PE 40.

Importante es también que el corte de la tubería sea recto para evitar errores posteriores. Para ello emplearemos cortatubos idóneos o en su defecto una sierra. En ningún caso utilizaremos motosierras, ya que éstas tienen aceite que pude contaminar la soldadura.

Aspectos a tener en cuenta para la correcta ejecución de la unión por electrofusión:

a) Preparación y raspado

En primer lugar, se ha de limpiar la superficie del tubo utilizando un papel limpio y seco, de forma que se trabaje en superficies exentas de suciedad, reduciendo el riesgo de contaminación del área de la unión y del tiempo de raspado. Si no se consigue limpiar totalmente el tubo utilizando un trapo seco, se puede utilizar agua, pero solamente antes de efectuar el raspado de la tubería. Se recomienda efectuar esta operación utilizando trapos o toallas de papel que no dejen residuos. Algunos trapos confeccionados a partir de fibras naturales pueden contener lanolina, lo cual puede afectar a la calidad de la soldadura.

En los tubos de PE se produce una pequeña oxidación en la capa superficial del mismo y que es preciso eliminar para realizar una buena soldadura. La mejor manera de efectuarlo es utilizar un raspador mecánico. Este tipo de herramienta elimina una capa uniforme de material, controlando la superficie de penetración.

Fig. 2.4 Raspadores mecánicos

Los raspadores manuales también pueden ser un método efectivo para eliminar esta capa superficial, pero el resultado depende totalmente de la técnica del operador, por lo que se deben tomar algunas precauciones. Un método recomendado es utilizar un rotulador para señalar la zona que debe ser raspada en toda la superficie del tubo, por ejemplo, en tubos de color negro utilizar un rotulador de color blanco y hacer unas líneas en la superficie a raspar. Cuando hayamos eliminado estas líneas podemos deducir que hemos raspado la superficie prevista. El raspado se realiza siempre hacia el extremo del tubo. La dureza de la superficie del PE 100 frente a la del PE 80 desaconseja el uso de raspadores manuales, siendo preferidos los raspadores mecánicos. Si existe demasiada holgura entre el accesorio y el tubo, debido a que se haya raspado demasiado y eliminado una excesiva cantidad de material, al realizar la soldadura se puede producir una fluencia del PE fundido hacia el exterior del accesorio. La lija o papeles abrasivos no se deben utilizar para preparar la superficie de la soldadura. Este tipo de abrasivos no sólo no elimina material, sino que estropean la superficie del tubo, además de dejar partículas en la superficie a soldar. La zona del tubo a soldar se ha de limpiar con un papel celulósico limpio y seco antes de ser raspado. Después de efectuar el raspado no se debe tocar la superficie del tubo. *No hay nada que pueda limpiar aún más esta superficie después de ser raspada.* No se deben utilizar trapos empapados en alcohol después de haber raspado, ya que pueden añadir contaminación y si no ha transcurrido el tiempo necesario para que se evapore el alcohol pueden generarse materias volátiles durante el proceso de soldadura. La zona preparada se debe mantener seca, si existe humedad en la zona de fusión, se pueden producir burbujas durante el proceso de soldadura. Solamente se utilizará limpieza con papel e isopropanol si hay viento y ensucia la zona raspada o el accesorio ha estado fuera de su bolsa y por tanto se ha ensuciado.

b) Manejo de los accesorios

La limpieza es fundamental para realizar una soldadura fiable y de alta calidad. Los accesorios EF se fabrican en un entorno que asegura que el producto llegue hasta el cliente convenientemente protegido y limpio. Todos aquellos factores o materiales que afectan a la calidad del producto, están estrictamente controlados durante la fabricación y el accesorio es convenientemente empaquetado antes de salir de fábrica.

La mejor manera de mantener las condiciones de limpieza es mantener el accesorio en su embalaje original hasta el final, es decir, sacar el accesorio de su bolsa solamente cuando se haya completado la preparación del tubo y se vaya a hacer la soldadura en ese momento.

Fig. 2.5 Limpiar, marcar y raspar

c) Tolerancia de las embocaduras de los accesorios EF

Los accesorios están diseñados para permitir unas tolerancias de trabajo adecuadas a la práctica de las instalaciones. Las zonas muertas (sin resistencia eléctrica) del centro y de los extremos, proporcionan una seguridad extra y uniones fiables. Un aumento de la longitud de las embocaduras, aumenta la estabilidad y ayuda al alineamiento del tubo durante el proceso de fusión en condiciones difíciles.

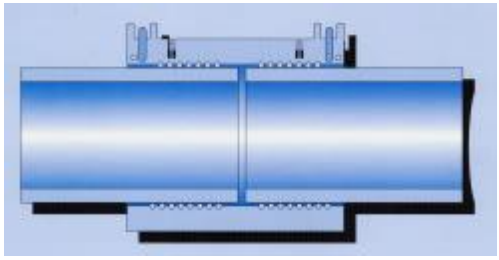


Fig.2.6 Sección de una soldadura EF

d) Tiempo de fusión

El tiempo de fusión está indicado en cada accesorio, expresado en segundos, y es aplicable cuando se trabaja a temperaturas entre –5ºC y +45ºC. En el caso de estar trabajando con máquina manual y debido a que la temperatura de los tubos y accesorios que se van a soldar influye en el tiempo de soldadura, es necesario ajustar el tiempo de fusión de acuerdo con las tablas suministradas por el fabricante del accesorio. Cuando se trabaja con máquina automática y con el modo código de barras, el tiempo de fusión siempre es seleccionado de forma automática por la máquina, de acuerdo a la temperatura ambiente medida por la propia unidad.

e) Unión por electrofusion

Durante el proceso de fusión, hay que evitar cualquier tipo de tensión que pueda originar movimientos en la unión. Esto se consigue utilizando alineadores. Si por alguna causa no se puede utilizar este tipo de herramienta, la unión se debe asegurar mediante cualquier otro medio.

Fig. 2.7 Alineadores

f) Fusión y control de las soldaduras

Comprobar que la fusión se ha completado de forma correcta, según lo indicado a continuación:

- Observar que la máquina electrosoldable ha completado el ciclo.
- Colocar la mano sobre el accesorio para comprobar que se ha calentado.
- Comprobar que han salido los testigos de soldadura.

Si se ha interrumpido el ciclo de fusión por alguna causa, por ejemplo un corte de corriente eléctrica, la unión puede ser recalentada una vez más, pero debe haberse dejado enfriar completamente antes de iniciar el recalentamiento y después debe completarse totalmente el ciclo de fusión.

g) Finalización del trabajo

El tiempo de enfriamiento de los accesorios electrosoldables está indicado en los accesorios y es el tiempo mínimo que se requiere antes de manipular la unión. No se debe retirar el alineador antes de este tiempo, ni tampoco se debe efectuar ningún otro tipo de trabajo, como perforar la tubería en el caso de las tomas en carga. Es recomendable indicar sobre el accesorio, con un rotulador, la hora final del tiempo de enfriamiento, la fecha de realización de la soldadura y el número de carné de instalador AseTUB (si dispone de él).

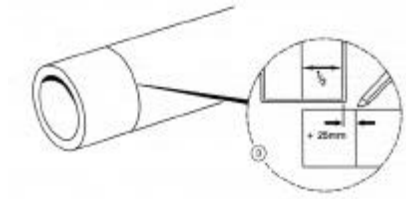
h) Interrupción por fallo eléctrico

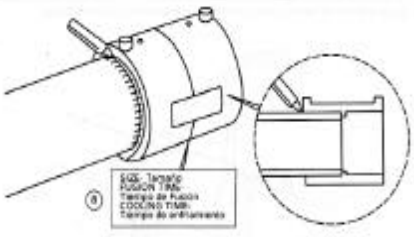
Si se ha producido un fallo eléctrico por causas externas,(p.ej. fallo en el generador) y la soldadura se ha interrumpido, se puede volver a fundir teniendo en cuenta estos puntos:

- Comprobar y corregir las causas del fallo.
- No soltar los alineadores.
- Enfriar el accesorio completamente (mínimo 1 h) hasta temperatura ambiente. No utilizar ningún elemento adicional para enfriar (agua fría, aire, etc.).
- Proteger la unión de la suciedad y de la humedad durante la fase de enfriamiento.
- Realizar la soldadura de nuevo de acuerdo con las instrucciones de montaje y las especificaciones del fabricante.
- No se recomienda volver a re-soldar las tomas en carga.

Si la soldadura falla en la prueba de presión, no se debe realizar la re-soldadura en el mismo punto.

2.3 Procedimiento de unión con manguitos Electrosoldables





1. Cortar perpendicularmente los extremos de los tubos que se van a unir.
2. Limpiar la suciedad de los extremos de los tubos, aproximadamente 500 mm, utilizando un papel limpio.
3. Utilizar el accesorio, sin sacarlo de la bolsa, para marcar la longitud mínima de tubo que debe ser raspada en cada uno de los extremos, (mitad de la longitud del manguito más unos 25 mm).
4. Utilizar un raspador para eliminar la capa superficial marcada alrededor de los extremos de los tubos a unir. No utilizar lija o tela esmeril para limpiar o raspar hacia el extremo del tubo.
5. Asegurarse de que se ha raspado toda la zona superficial marcada.
6. No tocar con las manos las zonas raspadas.
7. Utilizar un espejo, si es necesario, para comprobar que se ha raspado toda la superficie de la parte inferior del tubo.
8. Sacar el manguito de la bolsa y leer la etiqueta para asegurarse de que se ha elegido la medida correcta.
9. Colocar el manguito en uno de los extremos del tubo. Marcar la profundidad de penetración cuando la marca central del manguito coincida con el extremo del tubo.
10. Sacar el manguito e introducirlo en el extremo del otro tubo. Marcar la profundidad de penetración cuando la marca central del manguito coincida con el extremo del tubo.
11. Colocar y apretar ligeramente el alineador.
12. Colocar los extremos de los tubos en el interior del manguito.
13. Asegurarse de que el manguito está centrado en el alineador y que los tubos se han introducido hasta la marca de profundidad de penetración. Apretar totalmente el alineador.
14. Girar el manguito con suavidad para comprobar que los tubos no estén desalineados.
15. ATENCIÓN: Si la corriente eléctrica procede de un grupo electrógeno, asegurarse que la tensión de salida está estabilizada a 220 ± 1% V. y la frecuencia sea de 50 Hz, ya que en caso contrario se averiará la máquina. Es necesario calibrar los grupos periódicamente. También hay que comprobar que haya suficiente combustible en el generador para asegurar el periodo de fusión.
16. Quitar los tapones que protegen los terminales del manguito.
17. Conectar los cables a los terminales del manguito.
18. Ver el tiempo de fusión indicado en el accesorio e introducirlo en la máquina de soldar Electrosoldables. En máquinas automáticas, pasar el lápiz óptico o la tarjeta.
19. Pulsar el botón "start" y asegurarse de que se completa el ciclo de fusión.
20. Sin mover el manguito, dejarlo enfriar en el alineador el tiempo indicado en la etiqueta.
21. Quitar los cables y desmontar el alineador.
22. Inspeccionar visualmente la unión y comprobar que han salido los testigos de fusión.

NOTA:Los tiempos de fusión y enfriamiento de los accesorios, suelen ser para rangos de temperatura ambiente de trabajo de entre 15ºC y 25ºC. Para otras temperaturas de trabajo, se deben consultar las tablas de corrección de tiempo que facilita el fabricante del accesorio.

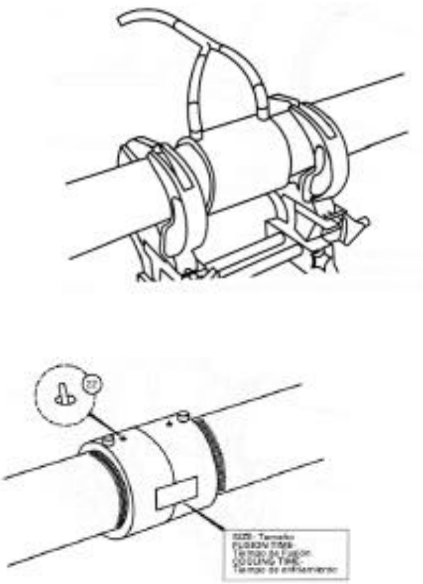
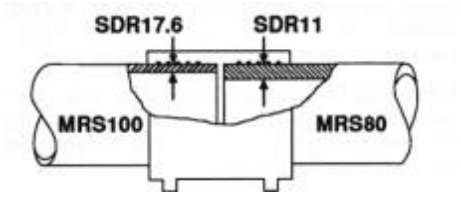


Fig. 2.9 Proceso de soldadura EF con manguitos

2.4 Ventajas de la electrofusión

- Seguridad, uniones fiables y duraderas.
- Ideal para soldar tubos de diámetro pequeño.
- Se mantiene la misma capacidad de transporte de caudal que la del tubo original.
- Es ideal para realizar soldaduras en condiciones difíciles.
- El mejor sistema para realizar una reparación.
- No se requiere movimiento de los tubos durante la soldadura.
- Corto tiempo de instalación y fácil de realizar.
- Las máquinas automáticas de electrofusión minimizan los fallos y errores que se puedan producir, además de darnos una trazabilidad total de la unión.
- Aplicable a las uniones entre tubos de media y alta densidad de PE 80 y PE 100.
- Los accesorios EF para instalaciones de gas y agua están certificados en muchos países.
- Es posible unir tubos de PE 80 con PE 100 y de distintos espesores de pared utilizando accesorios EF.



CORRECTO

Fig. 2.10 Sección soldaduras

2.5 Causas de fallo en la Electrofusión

- Por no raspar el tubo
- Tensión del grupo electrógeno incorrecta.
- Excesivo espacio entre el tubo y el accesorio.
- Movimiento durante la fusión.
- Tubo excesivamente ovalado y no haber utilizado redondeador.
- Introducción incorrecta del voltaje del accesorio en la máquina.
- Contaminación o suciedad de los tubos y/o accesorios.
- Preparación insuficiente (mirar con un espejo la parte inferior del tubo).
- Por raspar demasiado el tubo.
- Incorrecta introducción del tiempo en la máquina.
- Interrupción del ciclo de fusión.
- Haber realizado un corte inadecuado de la tubería.
- No haber utilizado alineadores.
- No esperar a cumplir el tiempo de enfriamiento.

PRECAUCIÓN:
Durante el proceso de soldadura hay que situarse como mínimo a 1 m de distancia de la soldadura, ya que si el
sistema no funciona correctamente podría salpicar PE fundido.

.

Fig. 2.11 Algunas obras realizadas con accesorios electrosoldables