

UNIONES Y CONEXIONES EN TUBERÍAS DE PE PARA APLICACIONES SIN APERTURA DE ZANJA

Carlos González¹ y Mónica de la Cruz²

¹ Director Agua y Gas, Georg Fischer, Madrid, España

² Directora técnica, AseTUB, Madrid, España

RESUMEN:

Los sistemas de tuberías plásticas, gracias a las características intrínsecas de estos materiales y su versatilidad, son ampliamente utilizadas en las distintas técnicas de instalación, renovación o rehabilitación sin zanja.

Esta ponencia, enfocada a los sistemas de tuberías de PE, tiene por objetivo destacar la importancia de una correcta ejecución de las uniones de tuberías de PE utilizadas en aplicaciones sin apertura de zanja y presentar las diferentes soluciones que facilitan la conexión del sistema al resto de servicios, uniones universales para conectar tuberías de otros materiales como: fibrocemento, fundición, acero etc... o necesidades de la red: acometidas, ventosas, válvulas...

Para garantizar una unión térmica de calidad, tanto de las tuberías como de los elementos, no sólo es importante utilizar productos de calidad sino que la unión debe ser ejecutada por profesionales cualificados y conocedores del correcto procedimiento de unión y sus particularidades.

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas de aplicación de los sistemas de tuberías de PE son numerosas y variadas, por ejemplo, distribución y servicios públicos de red de agua, líneas de alimentación en el tratamiento de aguas, procesos industriales y sistemas de agua de refrigeración, así como las solicitudes de extinción de incendios industriales.

Los tubos de PE también se utilizan en la minería, para el transporte de aguas residuales y en la producción y suministro de gas. La mayoría de estos sistemas de tuberías operan a las 4 a 8 bar. Algunas aplicaciones, sin embargo, requieren una presión de trabajo de 16 o 25bar (agua) y 10 bar (gas).

Actualmente la normativa aplicable en Europa a los sistemas de tuberías de PE se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Normas de aplicación a tuberías de PE.

norma	aplicación	Díámetros nominales (mm)	Presiones nominales (bar)
EN 12201	Agua a presión	16 - 2500	4 - 25
EN 1555	Combustibles gaseosos	16 - 630	≤ 10

Son muchas las ventajas que ofrecen las tuberías de PE, es por ello que su utilización es cada vez mayor en multitud de aplicaciones; así como en operaciones No-Dig donde son comúnmente utilizadas gracias también a su gran flexibilidad, resistencia a la abrasión y su forma de unión. Así mismo, las tuberías de PE tienen una alta resistencia a impactos bruscos o a elevadas tensiones instantáneas. Incluso a muy bajas temperaturas, las tuberías de polietileno resisten golpes e impactos sin problemas de fisuración.

Todas estas ventajas unidas a otras muchas hacen que se utilicen cada vez más las tuberías de PE en los diferentes tipos de instalaciones sin apertura de zanja.

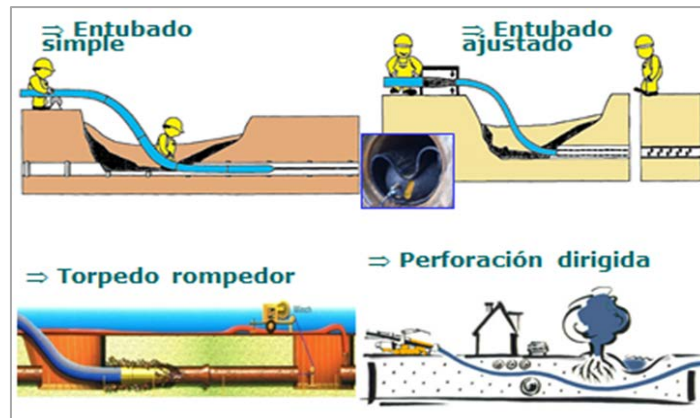


Figura 1. Utilización de tuberías de PE en diferentes tipos de instalaciones No-Dig.

En cualquier tipo de conducción de cualquier fluido, ya sea gas, agua e incluso combustibles líquidos o fueles, “no hay mejor unión que la que no existe” y esto sucede con las tuberías de PE.

Para poder beneficiarnos de todas las ventajas y óptimo comportamiento a largo plazo de los sistemas de tuberías de PE, es importante, que a la hora de unir las tuberías de PE e insertar accesorios u otros elementos en la canalización, conocer el correcto procedimiento de unión y seguir los pasos adecuados, por lo que es altamente recomendable que su instalación sea realizada por personal cualificado.

2. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA TÉRMICA

Los sistemas de unión más habituales de las tuberías de PE son la fusión a tope y la electrofusión. Ambos métodos tienen sus ventajas y se realizan directamente en obra. La elección depende en gran medida de las condiciones reales, es decir, la cantidad de espacio disponible y la accesibilidad.

2.1 Soldadura a tope

De manera resumida, la soldadura a tope de las tuberías de PE consiste en calentar los extremos de los tubos a unir con una placa calefactora que está a una temperatura de 210 ± 10 °C, y aplicar, a continuación, una determinada presión cuyo valor está normalizado, hasta su fusión y posterior unión y enfriamiento de ambas partes, bajo presión controlada.

Los accesorios a utilizar cuando se emplee este sistema de unión podrán ser inyectados o manipulados.

Con este método sólo pueden soldarse tubos y/o accesorios del mismo diámetro y espesor.

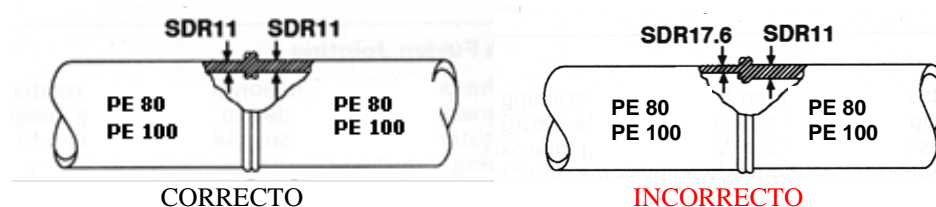


Figura 2. Representación de soldadura a tope.

Equipos de soldadura a tope

Hay muchos equipos de soldadura a tope disponibles en el mercado, si bien, en cualquier caso, deben disponer al menos de los siguientes componentes (además del necesario material de limpieza) y debiendo cumplir, en cualquier caso, con lo especificado al respecto en la Norma ISO 12176:

- Mordazas adecuadas al diámetro a soldar.
- Refrentador.

- Placa calefactora eléctrica.
- Fuente de energía (red o grupo electrógeno).

La placa calefactora debe ir revestida con PTFE, revestimiento antiadherente.

Las máquinas más modernas y evolucionadas para la soldadura a tope de tuberías de PE incorporan en su diseño avances tecnológicos que facilitan enormemente la ejecución y minimizan la intervención humana garantizando un proceso de soldadura de acuerdo con los parámetros de la normativa:

- Disponen de un lector de banda magnética para captar a través de una tarjeta específica la información que establece los parámetros de fusión
- Posibilidad de detectar y registrar como error en la soldadura que los tubos hayan sido liberados de las mordazas de fijación antes de finalizar por completo el ciclo de soldadura, o si ha existido suspensión eléctrica durante el proceso de fusión
- Van equipadas con una memoria capaz de almacenar los datos de un gran número de uniones para posteriormente poder volcar en un PC la información básica de la soldadura (trazabilidad).

La máquina para soldadura a tope, en servicio, está expuesta a esfuerzos, a alta manipulación (posibles golpes, utilización por distintos operarios,...), a las inclemencias del tiempo, polvo, etc. y es obvio que para realizar una soldadura correcta no basta con que el operario esté perfectamente formado, sino que la maquinaria esté en perfectas condiciones.

Por lo tanto, para asegurar una óptima operatividad de estas máquinas es importante que éstas sean inspeccionadas y ajustadas periódicamente. Esta revisión debe ser realizada por el fabricante de la máquina o por un representante autorizado al menos una vez al año.

Procedimiento de unión por soldadura a tope

La soldadura a tope comporta las siguientes fases:

1. Corte de los tubos.
2. Refrentado de los extremos.
3. Calentamiento de los extremos.
4. Unión de los extremos fundidos.
5. Enfriamiento.





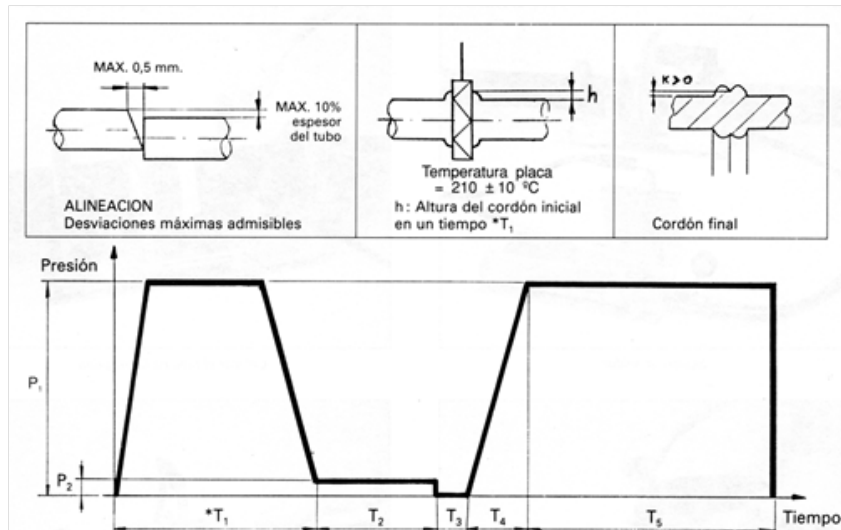
				
Preparar el equipo de soldadura a tope. Limpiar las superficies calefactoras y los extremos a unir de los tubos.	Refrentar las superficies a unir. Eliminar las virutas sin tocar con las manos la superficie refrentada.	Comprobar la alineación de los tubos.	Insertar la placa calefactora y aproximar los tubos. Si fuera necesario se desengrasarán las partes a soldar antes de este proceso.	Abrir, retirar la placa y cerrar inmediatamente aplicando presión. Dar presión de soldadura y mantener el tiempo de enfriamiento.

Figura 3. Procedimiento de unión por soldadura a tope.

Existen distintos procedimientos normalizados para la realización de la soldadura a tope de tubos de PE. En España el procedimiento más habitual es el de baja presión single (norma UNE 53394 similar a la norma alemana DVS 2207) con ciclos de calentamiento, presión y enfriamiento que siguen una gráfica como la descrita a continuación en la Figura 4.



* T_1 = Tiempo para la formación del labio de soldadura (hasta una altura h)
 T_2 = Tiempo de calentamiento T_4 = Tiempo para alcanzar la presión de soldadura
 T_3 = Tiempo de retirar placa T_5 = Tiempo de enfriamiento

Figura 4. Esquema de tiempos y presiones de la soldadura a tope a baja presión single.

2.2 Soldadura por Electrofundición

La soldadura por electrofundición es una técnica que se emplea para unir unos accesorios específicos, conocidos como electrosoldables a conducciones de PE. Esta técnica se basa en hacer pasar una corriente de baja tensión por las espiras metálicas que tienen en su interior los accesorios, originando un calentamiento del material por efecto Joule que provoca la soldadura del accesorio con el tubo introducido.

La electrofundición permite unir entre sí tubos de diferente tipo de PE (PE 80 o PE 100, pero nunca PE 40) y de distinto espesor.

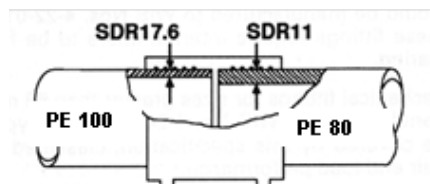


Figura 5. Representación de soldadura por electrofundición

Equipo de soldadura por electrofundición

Para realizar una soldadura por electrofundición se requieren los siguientes equipos:

- Material de limpieza.
- Redondeador.
- Rascador.
- Alineador.
- Máquina de soldadura por electrofundición.
- Elementos a unir (accesorio electrosoldable y tubo).
- Fuente de energía eléctrica (red o grupo electrógeno).

De todos ellos el más característico es la máquina de soldar; ésta puede ser, básicamente, de dos grandes tipos: monovalente o polivalente, debiendo cumplir en cualquier caso con lo especificado por la Norma ISO 12176-2.

Las máquinas monovalentes sólo pueden funcionar para aquellos accesorios que funcionan con un único voltaje, generalmente a 40V y los parámetros de la soldadura (básicamente el tiempo) se pueden introducir bien manual o automáticamente

Se conectan los cables a los terminales del manguito y a continuación se introduce en la máquina el tiempo de soldadura necesario (el cual debe venir marcado en el accesorio, y es aplicable cuando se trabaja a temperaturas entre -5 y $+45 \text{ }^\circ\text{C}$) y se arranca el equipo, asegurándose de que se completa el tiempo de fusión.

Las máquinas polivalentes, por su parte, pueden soldar accesorios de diferentes fabricantes y son generalmente automáticas, ofreciendo la posibilidad de operar directamente a través de lectores de códigos de barras o microprocesadores (incluso disponen a veces de una conexión a PC para el almacenamiento de los datos), de manera que el tiempo de fusión lo establece automáticamente la máquina, modificándolo según la temperatura ambiente medida por el propio equipo.

Si, por el contrario, se está trabajando con máquinas manuales, y debido a que la temperatura de los tubos y accesorios que se van a soldar influye en el tiempo de soldadura, es necesario cambiar el tiempo de fusión de acuerdo con las tablas facilitadas por el fabricante.

Las máquinas de última generación están equipadas con sistemas de adquisición automática de datos, bien sea por código de barras, tarjeta magnética o por identificación por contacto con los terminales de los accesorios. La lectura de los códigos de barras de los accesorios puede efectuarse mediante lápiz óptico o lector de barrido (escáner), debiendo poder hacerse la lectura incluso en condiciones adversas de iluminación como las que puedan darse en trabajos nocturnos. Suelen disponer también de elementos de control automático del ciclo de fusión, sin posibilidad de que el operario pueda alterar las fases del proceso. Así mismo, disponen generalmente de una pantalla que permite al operario comparar la información mostrada con las referencias del accesorio a instalar. En el mercado ya se encuentran máquinas con GPS, para poder realizar un trazado de la instalación.

Para un aseguramiento integral de la calidad, es importante la trazabilidad. Por ello, actualmente algunas máquinas disponen de un sistema de almacenamiento electrónico de información (parámetros críticos de la soldadura) que permite la trazabilidad.

La electrosoldadura entre tuberías y accesorios es un sistema de unión seguro, económico y eficiente para la instalación de tuberías de PE. Gracias a la calidad estándar de los productos, utillajes y recursos, la unión es una práctica sencilla. 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 protegerse contra la humedad con tiempo desfavorable (lluvia, nieve, etc.), instalándose si fuera necesario una caseta o paravientos a modo de protección.

Los accesorios electrosoldables se suministran a obra en su embalaje original y no se deben manipular ni limpiar con líquido limpiador de PE, excepto en el caso de que se hayan tocado las zonas de soldadura; la tubería debe ser limpiada, raspada y vuelta a limpiar con líquido limpiador.

La ovalación de los tubos a unir deberá estar dentro de los límites indicados en las correspondientes normas de aplicación. En caso contrario, es recomendable la utilización de un redondeador, siempre que el diámetro y las condiciones lo permitan.

Procedimiento de soldadura por electrofusión

La soldadura por electrofusión comporta las siguientes fases:

1. Corte de los tubos y limpieza de los extremos.
2. Raspado de los extremos.
3. Colocación del accesorio.
4. Soldadura.


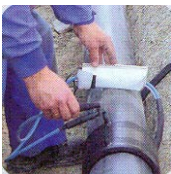


				
<p>Limpiar las superficies a unir.</p>	<p>Eliminar la capa superficial del tubo mediante torneado o rascado en toda su superficie.</p>	<p>Introducir los tubos en el accesorio, hasta el tope.</p>	<p>Conectar los electrodos en sus bornes. Introducir los parámetros de soldadura en la máquina mediante el sistema disponible. Iniciar el proceso automático.</p>	<p>Finalizado el proceso de soldadura, dejar enfriar sin retirar el alineador, como mínimo, el tiempo recomendado por el fabricante.</p>

Figura 6. Procedimiento de unión con accesorio electrosoldable

Aspectos a tener en cuenta por ser causa de fallo o incorrecta soldadura:

- NO RASCAR EL TUBO correctamente es la causa del 80% de los fallos
- TENSION DE ENTRADA DEL GRUPO ELECTRÓGENO INCORRECTA
- Excesivo espacio entre el tubo y el accesorio
- Movimiento durante la fusión
- Tubo excesivamente ovalado
- Apretar demasiado el alineador
- Contaminación o suciedad de los tubos y/o accesorios
- Preparación insuficiente (mirar con un espejo la parte inferior del tubo)
- Rascar demasiado el tubo
- Incorrecta introducción del tiempo en la máquina
- Interrupción del ciclo de fusión

3. INSERCIÓN DE ELEMENTOS EN REDES DE PE

Otra de las ventajas de las tuberías de PE es la gran cantidad y variedad de accesorios y soluciones de la que dispone el sistema. Siempre del mismo material; todo en PE.

En una red no solo son interesantes los accesorios de unión si no que son necesarios también aquellos elementos que demanda la misma instalación como son: ventosas, conexiones a viviendas o valvulería. Para estos casos en el mercado se pueden encontrar, por ejemplo, tomas simples para diámetro exterior desde 63 a 2000 mm con salidas dependiendo del diámetro de la tubería de 63 hasta 500mm.

3.1 Conexiones laterales

La tendencia hacia la utilización de tuberías de polietileno (PE) en los servicios de agua y gas continúa. La red general de tuberías se conecta mediante soldadura a tope o por electrofusión. Pero conectar los ramales a las instalaciones de tuberías de PE nuevas o existentes es un reto particular. Para una **conexión lateral** en tuberías nuevas o existentes, se requería hasta ahora un complicado procedimiento a base de tes reducidas. Con la ayuda de las tomas simples (accesorios electrosoldables), los ramales pueden realizarse de una forma más fácil, rápida y económica.

Las nuevas tomas simples para sistemas de tuberías de PE se basan en el principio de ofrecer un sistema modular de larga duración y fiabilidad. Son idóneas para grandes instalaciones de tuberías en aplicaciones de gas, agua e industriales en diámetros de hasta 2.000 mm y con salidas de hasta 500 mm. Este amplio rango es único en el sector de servicios públicos.

T principal / Salida	90	110	125	160	225	315	500
110							
125							
140							
160							
180							
200							
225							
250							
280							
315							
355							
400							
450							
500							
560							
630							
710							
800							
900							
1000							
1200							
1400							
1600							
2000							

Figura 7. Tomas simples electrosoldables

Estas tomas simples disponen de un diseño funcional y sus accesorios de fijación y sierras de mano, permiten un montaje rápido, fácil y seguro en la misma obra. Así mismo, la utilización de una herramienta adecuada para el pelado y preparación de la zona de fusión asegura un espesor de viruta consistente siendo un procedimiento más fácil y fiable que el raspado a mano.



Figura 8. Fijación y preparación de toma para su soldadura al tubo de PE

Únicamente se puede garantizar una conexión fiable y de alta calidad si se utilizan tuberías en perfecto estado (geometrías de tubo, baja ovalidad, superficies de tubería sin ranuras aplanamiento o incisiones), accesorios y herramientas adecuadas y el procedimiento de unión es llevado a cabo por profesionales y personal cualificado.

Antes de la instalación, las tuberías deben ser comprobadas (daños superficiales, ovalidad...) así como las herramientas y maquinaria (los instrumentos, tales como indicadores de control para determinar la ovalidad y herramientas de redondeo y alineación, deben estar siempre a mano).

En el desarrollo de este nuevo sistema de instalación de las conexiones laterales, las necesidades de los clientes han sido el foco principal. Los requisitos del cliente incluyen la instalación rápida y económica, la integración en las líneas existentes o nuevas instalaciones y la calidad fiable de la unión.

Los accesorios para las tomas se fabrican para una dimensión de red específica. Esto asegura un ajuste anatómico óptimo en la tubería principal respectiva. Los componentes del sistema se han desarrollado en estrecha colaboración con los instaladores. Para hacer el trabajo de los operarios más fácil y contribuir a una instalación correcta y profesional. Siendo por lo tanto estos sistemas una verdadera alternativa a la tecnología de instalación convencional. Las conexiones pueden hacerse tanto las líneas existentes sin presión o bajo presión y no hay ningún factor de reducción de presión.



Figura 9. Inserción de elementos laterales

Estos elementos permiten también la realización de una prueba de estanqueidad a través del extremo de espiga después de la fusión y antes de la posterior tapping. Las sierras de corona completan el paquete asegurando la óptima perforación de la tubería principal.

La utilización de este tipo de tomas ha puesto en evidencia enormes ventajas. Se ha demostrado que el trabajo de instalación se reduce significativamente, pudiendo ahorrar hasta un 70% del tiempo de instalación. Así mismo, se obtienen reducciones de los costes de instalación, (incluyendo trabajos de excavación, costes de los accesorios y herramientas, así como los costos de mano de obra directa) que alcanzan casi un 80% frente a los procedimientos tradicionales.

Otras ventajas adicionales ofrecidas por la instalación de estas tomas son el aumento de la flexibilidad en el posicionamiento de la tubería principal, tanto en dirección axial como radial, y el bajo peso de los componentes individuales (fácil manejo, ahorro en transporte,...)

Estas soluciones de conexión innovadoras ofrecen instalaciones flexibles, eficientes y económicas que pueden realizarse incluso en situaciones en las que el espacio es limitado.

3.2 Conexiones a tuberías de otros materiales

Una vez instalada o rehabilitada una tubería, deberemos conectarla con las instalaciones a las tuberías existentes: ya sea tuberías de fundición, fibrocemento, PVC, acero etc...



Figura 10. Diferentes materiales y dimensiones

En la unión de tuberías de PE con tuberías de otros materiales debemos tener en cuenta sus diferentes características y dimensiones y especialmente considerar la dilatación de las tuberías de PE, por lo que las uniones universales no sólo deben de tener un amplio rango de unión, sino que además deben disponer de un sistema de anti-tracción.

Para ello en el mercado puedes encontrar diferentes soluciones que se adaptan a distintos materiales y diámetros y que sirven independientemente para gas como para agua.

Estos elementos se pueden fijar en tubos de diferentes diámetros, con un máximo de 43 mm de diferencia en el diámetro. Además tienen la cualidad de poder soportar la dilatación que pueda producirse en las tuberías de PE. Para ello los accesorios tienen un sistema especial que agarra las tuberías sin que se produzca un deterioro en las mismas.

La utilización de estos elementos universales de gran tolerancia y anti-tracción nos permitirá una reducción del stock de materiales. Además, la junta no se deforma por lo que la durabilidad de la pieza es la misma que la de las tuberías, más de 50 años, y no se necesita la instalación de dados de hormigón o anclajes y se reducen los tiempos de instalación. La gama es amplia en cuanto a figuras: manguitos, reducciones, codos, manguito portabrida, manguito portabrida reducida, tapones, tapones roscados,...



Figura 11. Elementos de amplia tolerancia con sistema anti-tracción para tuberías de PE

4. INSTALADORES PROFESIONALES

Para poder garantizar una correcta instalación y las óptimas prestaciones de la conducción es necesario que los operarios tengan los conocimientos adecuados y capacitación necesaria para llevar a cabo las labores de instalación y unión de tuberías de PE.

Es por ello que desde 2004 AseTUB (Asociación español de fabricantes de tubos y accesorios plásticos) tiene implementado en España un programa de formación y cualificación de profesionales en la instalación de los diferentes sistemas de tuberías plásticas para redes de abastecimiento, riego y saneamiento, que desde entonces permite la obtención del *Carné de Especialista en Instalación de Sistemas de Tuberías Plásticas*. Actualmente son cerca de 1.500 los instaladores que han pasado por los cursos y son titulares de este Carné profesional.



Figura 12. Anverso y reverso del Carné de instalador de tuberías plásticas.

En esta iniciativa de AseTUB colaboran distintas entidades comprometidas también con la calidad, compañías de agua y entidades formadoras que son las que imparten este curso especializado y de alto contenido práctico.

Entidades colaboradoras:

Sevilla:	EMASESA
Madrid:	Cefoim
Córdoba:	Aguas de Córdoba Emproacsa
Barcelona:	Applus-AGBAR
Valencia:	Aimplas-Aguas de Valencia
Asturias:	EMA. Aguas de Gijón
Bilbao:	Afonvi

El objetivo del curso es la mejora de la capacitación de los profesionales del sector en el correcto manejo e instalación de los distintos sistemas de tuberías de PVC, PE, PP y PRFV en las redes de abastecimiento, riego y saneamiento.

El programa didáctico es muy completo y abarca entre otros aspectos:

- características generales de los materiales plásticos, conocimientos básicos de hidráulica e interpretación de planos, normativa de producto, certificación de calidad y legislación;
- gama de dimensiones nominales, sistemas y procedimientos de unión
- transporte, recepción, acopio, instalación y ensayos a la red (presión y estanqueidad)
- Seguridad laboral, medidas de prevención... y respeto al medioambiente.

Para obtener más información sobre instaladores acreditados, cursos y convocatorias puede visitar nuestra página web (www.asetub.es).

El Carné profesional de Especialista en Instalación de tuberías plásticas que emite AseTUB se ha convertido en una acreditación de referencia en el sector, muy valorada tanto por los propios instaladores ya que para ellos es una manera de demostrar su profesionalidad y buen hacer, como por las empresas gestoras de las redes que están exigiendo esta acreditación a todos aquellos operarios que trabajan en sus obras.

5. REFERENCIAS

AseTUB (2008). Tuberías de PE. Manual técnico. AENOR Ediciones.

AseTUB (2012). Manual de instalación de tuberías plásticas. Abastecimiento, riego y saneamiento.

AseTUB (2012). Trazabilidad en conducciones soldadas de tuberías de PE. InfoTUB 12-001 (oct. 2012)

AseTUB (2013). Informe Técnico. Soldadura térmica en tuberías de polietileno (PE) (jul. 2013)