
Trazabilidad en conducciones soldadas de tuberías de PE

1. Introducción

La trazabilidad en una canalización es un conjunto estructurado de datos que proporcionan información y permiten seguir el rastro de los diferentes componentes de la red (datos de fabricación) y sus uniones (datos de proceso de fusión y localización en la red).

El concepto de trazabilidad está asociado a procesos productivos modernos y productos de calidad y valor añadido para el cliente final.

Los factores que determinan la calidad de una unión termosoldada de tuberías de PE son: la calidad individual de los componentes, los parámetros de fusión y la forma en que la soldadura es preparada y realizada. La no existencia de ensayos no destructivos para comprobar la fiabilidad de las uniones, hace aún más necesaria la trazabilidad de toda la información posible.

A pesar de que hoy en día existe la tecnología que permite recuperar cualquier información precisa sobre una red de tuberías de PE (el producto, el instalador, el proceso de soldadura y los datos de la obra), son muchas las instalaciones que se están realizando sin trazabilidad alguna.

Así por ejemplo, podemos encontrarnos con las siguientes situaciones:

Nivel I	No se dispone de trazabilidad en las uniones. Los parámetros de fusión no se anotan ni quedan registrados.
Nivel II	El instalador anota manualmente los parámetros de cada soldadura en un registro de uniones.
Nivel III	Los parámetros de soldadura quedan registrados en la máquina de soldar o en una unidad externa.
Nivel IV	Se utilizan máquinas automáticas que disponen de sistemas de adquisición automática de datos y sistemas de almacenamiento de la información, así como accesorios con códigos de barras de trazabilidad. Los datos de las fusiones realizadas, pueden ser impresos o exportados a un PC, pendrive,...

Gracias a las máquinas automáticas provistas de sistema de lectura y almacenamiento de datos, el propietario de estos equipos, o la empresa que prescriba la obra puede establecer un sistema de control para comprobar que todas las uniones están ejecutadas según los parámetros de fusión establecidos, disponiendo además, de un sistema de almacenamiento de datos donde recuperar información cuando se requiera.



Cada vez son más las empresas gestoras de las redes que conservan estos registros para la localización de los diferentes componentes y disponer de toda la información relativa a su instalación. Esta es ya una práctica implantada desde hace años en las redes de PE para la distribución de gas en España.

2. Apartados de trazabilidad

Trazabilidad aplicada a la canalización

Atributo de una canalización que permite seguir el rastro de todos los componentes que la integran y de sus procesos de construcción.

Trazabilidad de los productos

Atributo de una materia prima, producto en proceso, producto terminado, producto en el punto de venta o producto ya instalado que permite determinar en que estado del proceso se encuentra, su localización y las variables de proceso en todas las etapas anteriores.

Trazabilidad del proceso de construcción

La posibilidad de crear, encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de la construcción de una canalización, de aquellos elementos que teniendo o pudiendo tener influencia en la calidad final de la canalización, deben cumplir con unos requisitos previamente definidos y cuyo cumplimiento se acredita mediante registros. Incluye los equipos empleados, los operarios y los procesos realizados.

3. Equipos

Las máquinas de última generación tanto en soldadura a tope como en electrofusión de tuberías de PE están equipadas con sistemas de adquisición automática de datos y sistemas de almacenamiento de la información. Los datos de las uniones realizadas, pueden ser impresos o exportados a un PC, pendrive,... contribuyendo así a la trazabilidad de todos los datos relativos a la canalización, los productos y el proceso de construcción.

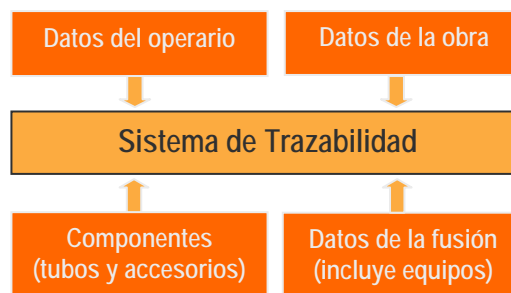
Los equipos de **soldadura a tope automáticos** disponen de sistemas de registro del proceso de soldadura evitando errores de interpretación, ejecución y/o introducción de parámetros. Las máquinas a tope manuales pueden dotarse de un registrador externo que guía y supervisa el proceso de unión (unidad de control).

Los equipos de **soldadura por electrofusión con trazabilidad** disponen de un sistema de reconocimiento automático de los parámetros de soldadura (evitando errores de interpretación e introducción de dichos parámetros) y un sistema de registro de los datos y del proceso de soldadura. Estas máquinas pueden ser polivalentes (capaces de soldar accesorios de distintos fabricantes) o monovalentes (suedan accesorios de un solo fabricante). Es recomendable el uso de máquinas de electrofusión polivalentes, con reconocimiento automático de datos y trazabilidad (registro de datos).

Las máquinas de soldadura de tuberías de PE deben ser revisadas anualmente por el servicio oficial del fabricante de las mismas.

Los datos de trazabilidad registrados pueden clasificarse en cuatro apartados:

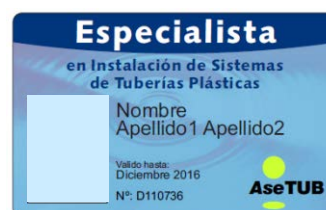
- Datos del operario
- Datos de la obra
- Datos de los productos componentes
- Datos del proceso de preparación y fusión.



4. Datos del operario

La formación de los operarios (soldadores/ montadores) en la correcta ejecución de la soldadura e instalación de tuberías de PE es de gran relevancia.

AseTUB promueve la formación y cualificación de instaladores en el correcto manejo e instalación de las tuberías plásticas (PVC, PVC-O, PE, PP y PRFV) en redes de abastecimiento, riego y saneamiento, y otorga el **carne profesional de instalador** a quienes superan un examen final que avale sus conocimientos.



Este carné profesional tiene una vigencia de 5 años e incluye un código de barras que recoge los datos del instalador.

Estos datos son:

- Número de identificación del operario.
- Mes y año de caducidad de su carné.
- País donde se ha emitido el certificado.
- Organismo que emite el carné.
- Habilidades de soldadura certificadas.



La caducidad es un dato activo, la máquina no permitirá soldar si el carné está caducado. Por lo tanto todas las soldaduras estarán siempre realizadas por operarios con acreditación vigente.

La máquina sólo permitirá al operario realizar los procesos de fusión para los que esté capacitado (soldadura a tope y/o electrofusión).

AseTUB, como organismo emisor de los carnés de los soldadores/instaladores mantiene un registro público disponible en su página web (www.asetub.es). En él se relacionan los datos de instaladores cualificados, su número de carné y periodo de vigencia.

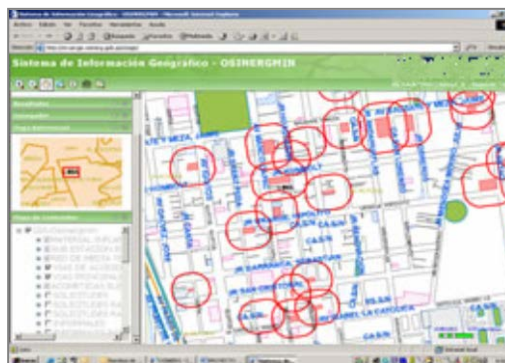
5. Datos de la obra

A fin de poder asociar una determinada unión a una obra en concreto, el operario puede introducir el código de la obra (a veces llamado número de obra o de comisión) mediante una de las siguientes opciones:

- Código de barras
- Introducción manual mediante el teclado de la unidad.

La definición del significado de los caracteres introducidos no está recogida en ninguna norma y debe, por tanto, ser establecida por la propiedad en cada caso.

Un ejemplo de código de obra podría ser: "OT-15427/08960-N" que definiría una Orden de Trabajo con nº 15427 realizada en el código postal 08960, significando la N que se trata de obra nueva.



6. Datos de los componentes

En este apartado se distinguen 2 casos:

Fusión a tope

En la fusión a tope se pueden registrar los siguientes datos de los componentes:

- Tipo de resina (PE80, PE100)
- Diámetro del tubo
- SDR

Esta información es generalmente introducida por el operario y es la que sirve de base para establecer los parámetros de fusión.

Electrofusión

Los datos básicos son leídos de un código de barras que el fabricante crea e incluye en el accesorio. Dichos datos son:

- Fabricante del accesorio
- Tipo de accesorio
- Diámetro del accesorio

Los datos son registrados por la unidad de fusión.

Al utilizar accesorios que dispone de códigos de barras para trazabilidad (según ISO 12176-4), la siguiente información será leída y quedará registrada:

- Fabricante del accesorio
- Tipo de accesorio
- Diámetro (o diámetros en caso de reducciones o derivaciones)
- Lote de fabricación del accesorio
- Lugar de fabricación
- Compuesto utilizado
- SDR
- Tipo de material
- Tipo de resina utilizada
- Índice de fluidez (MFR)
- Otros datos



7. Datos del proceso de preparación y fusión

Los datos que son almacenados en los registros de fusión y que corresponden al equipo utilizado son:

- n° de serie del equipo
- Fabricante del equipo
- Fecha de la última revisión

Para detallar los datos específicos del proceso de unión se tiene en cuenta si se trata de uniones a tope o por electrofusión.

Unión a tope

En el registro creado aparecen los siguientes campos:

- N° de la unión (contador automático)
- N° Auxiliar (opcional) dígitos alfanuméricos que pueden referirse a cualquier dato significativo para el cliente (p.ej. el n° de soldadura en una obra concreta, profundidad de la zanja,...)
- Fecha en la que se realiza la unión
- Hora de inicio
- Temperatura ambiente
- Tipo de unión
- Ciclo de fusión (código a definir por el fabricante y que indica los parámetros de fusión utilizados)
- Temperatura de la placa calentadora
- Presión de arrastre
- Presión de aproximación
- Presión de calentamiento
- Presión de fusión

SOLDADURA n.1/1			SOLDADURA n.4/4		
FECHA SOLDADURA	: 22/05/06		FECHA SOLDADURA	: 16/05/06	
HORA SOLDADURA	: 11:54:29		HORA SOLDADURA	: 10:34:44	
MODELO	: PT 200		MODELO	: PT 200	
NUMERO SERIE	: 2668850		NUMERO SERIE	: 2668850	
SECCION CILINDRO	: 4,32 (cm ²)		SECCION CILINDRO	: 4,32 (cm ²)	
MATERIAL	: PE100 DVS		MATERIAL	: PE100 UNI	
DIAMETRO	: 96,8 (mm)		DIAMETRO	: 200,0 (mm)	
ESPESOR	: 5,3 (mm)		ESPESOR	: 11,9 (mm)	
SOR	: 17,00		SOR	: 17,00	
OPERADOR	: JR		OPERADOR	: JORGE	
NUMERO TRABAJO	: 1		NUMERO TRABAJO	: 1	
DATOS SOLDADURA : CALC. REAL			DATOS SOLDADURA : CALC. REAL		
TEMP AMBIENT. (°C):	---	19	TEMP AMBIENT. (°C):	---	19
PRESION DE ABRAS (bar):	---	4,5	PRESION DE ABRAS (bar):	---	3,1
PHASE N.1 (FORMACION CORDON)			PHASE N.1 (FORMACION CORDON)		
PRESION. (bar):	3,4	3,6	PRESION. (bar):	27,3	24,6
TIEMPO (s):	---	29	TIEMPO (s):	---	28
PHASE N.2 (CALENTAMIENTO)			PHASE N.2 (CALENTAMIENTO)		
TEMPERATURA (°C):	200	217	TEMPERATURA (°C):	215	214
PRESION. (bar):	5,2	4,6	PRESION. (bar):	3,2	3,3
TIEMPO (s):	53	54	TIEMPO (s):	141	142
PHASE N.3 (COMBIO)			PHASE N.3 (COMBIO)		
TIEMPO (s):	6	6	TIEMPO (s):	7	29 *
PHASE N.4 (RASPAO)			PHASE N.4 (RASPAO)		
TIEMPO (s):	6	1	TIEMPO (s):	9	9
PHASE N.5 (ENFRIAMIENTO)			PHASE N.5 (ENFRIAMIENTO)		
PRESION. (bar):	3,4	3,3	PRESION. (bar):	27,3	27,2
TIEMPO (s):	435	435	TIEMPO (s):	886	886
CICLO SOLD. CORRECTO			* = ERROR VALOR		
Registro OK			ERROR CICLO SOLDADURA		
			Registro NOK		

Electrofusión

En cada registro se informa lo siguiente:

- N° de la unión (contador automático)
- N° Auxiliar (opcional) que consta de dígitos alfanuméricos que pueden referirse a cualquier dato significativo para el cliente (p.ej. el n° de soldadura en una obra concreta o profundidad de la zanja,...)
- Fecha en la que se realiza la fusión
- Hora de inicio
- Temperatura ambiente
- Tipo de fusión
- Resistencia real (la medida del accesorio y que debe estar entre los valores de tolerancia facilitados por el fabricante en el código de barras)
- Confirmación obligatoria, antes de aplicar la energía a la soldadura, del cumplimiento de las especificaciones de raspado y alineado.
- Voltaje. E indicado en el código y que la unidad debe suministrar al accesorio.
- Tiempo. El indicado en el código.
- Resultado: puede ser un texto o bien un código. (si no es correcta la soldadura debe registrarse la causa del error).

8. Gestión de los datos almacenados

Los datos almacenados son conservados en una memoria interna del equipo con una capacidad mínima para 250 registros. El circuito incorpora una batería de alimentación para que las uniones registradas permanezcan en el tiempo y no se pierdan y un control opcional del espacio disponible en memoria para bloquear o no la sobreescritura en caso de memoria llena.

Opcionalmente las unidades pueden incluir una unidad de Memory Card, pendrive u otro soporte extraíble para la transferencia de datos a un ordenador compatible. Algunas unidades disponen de conexión USB para descarga de registros a un lápiz de memoria.



Los datos de las uniones pueden:

- Visualizarse por pantalla (p.ej. durante el proceso o durante la visita de la inspección de obra)
 - Imprimirse, para lo que pueden existir distintas opciones (última unión, las del día, establecer un rango, por número de obra, etc)
 - Transferirse a un PC compatible. Al exportar los datos puede generarse un campo adicional (checksum) que posteriormente garantizará que los datos transferidos no hayan sido manipulados.
- Borrarse (puede ser preciso una tarjeta especial o un código de supervisor para prevenir borrados accidentales o efectuados por personal no autorizado).

9. Trazabilidad y calidad

¿Qué nos aporta un sistema de trazabilidad total?

Información completa y estructurada sobre:

- Los componentes de la red, quien, como y donde se fabricaron
- Quien, cuando y donde los instaló
- Que métodos y equipos se utilizaron
- Localización de accesorios o tubos defectuosos sin necesidad de búsqueda mediante excavaciones
- La posibilidad de todo tipo de estudios estadísticos en base a la información almacenada.

¿Por qué es fácil implantar un sistema de trazabilidad en redes de PE?

- Los equipos de fusión ya disponen de elementos de reconocimiento (lectores de código de barras), microprocesadores y unidades de memoria. Esto es una gran ventaja si se compara con los equipos utilizados para la canalización con otros materiales (acero, fundición, etc).
- La mayor parte de los accesorios incorporan, además del código de barras con los parámetros de fusión, otro que incluye los datos de trazabilidad.

¿Por qué la trazabilidad aumenta la calidad y fiabilidad de la canalización?

Una inspección del 100% por parte de la propiedad no es realista, sin embargo todos estamos de acuerdo en que las canalizaciones de PE construidas mediante el uso de reglas de buena práctica son seguras y fiables y satisfacen los requisitos de una vida de servicio de, al menos, 50 años. De los trabajos de construcción, el de unión (fusión) de los componentes es crucial.

Con el sistema de trazabilidad se garantiza:

- Que las uniones han estado realizadas por personal previamente formado y con carné vigente.
- Que los procedimientos de fusión se han cumplido.
- Que los equipos de fusión eran los autorizados y estaban al día en cuanto a su estado de funcionamiento (revisiones periódicas efectuadas).
- Los contratistas son conscientes de que los equipos de fusión actúan como inspectores electrónicos del 100% de las fusiones que realizan.
- Muchos factores que influyen en los trabajos de fusión son también indirectamente verificados (p.ej. si un determinado operario presenta un número elevado de defectos de fallo de alimentación podemos inmediatamente sospechar que el grupo electrógeno que está utilizando presenta deficiencias que deben ser subsanadas).

¿Qué elementos no pueden ser comprobados por los sistemas de trazabilidad?

La limpieza y el raspado de los tubos deben ser inspeccionados a intervalos regulares y con unos criterios de rugosidad máxima, aplicando sanciones cuando sea preciso.

Referencias normativas

ISO 12176-1	Plastics pipes and fittings - Equipment for fusion jointing polyethylene systems – Part 1: Butt fusion
ISO 12176-2	Plastics pipes and fittings - Equipment for fusion jointing polyethylene systems – Part 2: Electrofusion
ISO 12176-3	Plastics pipes and fittings - Equipment for fusion jointing polyethylene systems - Part 3: Operator's badge
ISO 12176-4	Plastics pipes and fittings - Equipment for fusion jointing polyethylene systems - Part 4: Traceability coding
ISO/TR 13950	Plastics pipes and fittings - Automatic recognition systems for electrofusion
ISO/IEC 15417	Information technology - Automatic identification and data capture techniques bar code symbology specification -Code 128
ISO/IEC 16390	Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Bar code symbology specifications -- Interleaved 2 of 5.