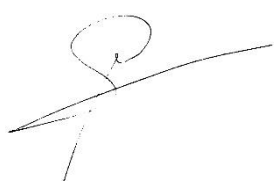
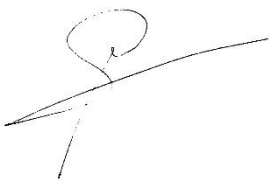


Parte 2

Soldadura a Tope

Con motivo de la incorporación de la poliamida PA-U, se revisa todo el texto y se actualiza.

Fecha entrada vigor: inmediata tras su publicación en WEB Sedigas. Las solicitudes para poliamida podrán realizarse tan pronto como se adapten los sistemas informáticos a este nuevo tipo. Las personas interesadas serán informadas cuando se dirijan a la entidad.

<p>Elaborado:</p>  <p>M. Lombarte Responsable de Calidad Fecha: 29/07/2026</p>	<p>Revisado: Comité Consultivo Distribución</p>  <p>M. Lombarte Director de Certificación Fecha: 25/08/2026</p>	<p>Aprobado por: Naiara Ortiz de Mendíbil</p>  <p>Secretaria General Firma/fecha: 08/09/2026</p>
---	--	---

Parte 2

Soldadura a Tope

Sumario

1. Generalidades	3
2. Definición y campo de aplicación	3
3. Accesorios	5
4. Maquinaria y utillaje	6
5. Operativa general para la soldadura a tope. Máquinas automáticas	9
6. Inspección de la soldadura	19

1. Generalidades

El correcto funcionamiento de una canalización de gas depende por encima de todo de la integridad de la unión.

Estas son las reglas básicas a respetar en todo proceso de soldadura:

- Todas las herramientas, máquinas y utillaje usadas en las uniones por fusión deben ser las adecuadas para proceder correctamente en cada una de las operaciones. En ningún caso se debe realizar una soldadura sin disponer de todas las herramientas e instrumentos necesarios;
- Debe procederse periódicamente a la revisión del buen estado de todas las máquinas, herramientas y utillaje;
- La distancia entre soldaduras será como mínimo la que permita la colocación del utillaje necesario y en cualquier caso se seguirán las indicaciones al respecto de la Compañía Distribuidora de Gas;
- La zona de soldadura debe protegerse contra determinadas inclemencias del tiempo como la humedad excesiva, la temperatura ambiente inferior a 0°C, el viento y la lluvia. En estos casos no se puede soldar excepto si se utiliza una caseta especial o mediante autorización de la Compañía Distribuidora de gas.
- En la preparación de las soldaduras, se debe arrancar la viruta mediante la técnica del refrenado;
- El desengrasado y la eliminación de humedad de tubos y accesorios se efectuará con papel celulósico y utilizando como líquido limpiador Isopropanol. La utilización de otro tipo de líquido limpiador ha de ser previamente autorizada por la Compañía Distribuidora;
- Las superficies de unión de las piezas a soldar no deben estar dañadas, y deben estar exentas de suciedad y humedad inmediatamente antes de soldar;
- Las piezas a unir durante el proceso de soldadura han de estar inmovilizadas y la zona a soldar no debe someterse a esfuerzo alguno durante el proceso, hasta que se haya enfriado a temperatura ambiente;
- Antes de la prueba de estanquidad o movimientos de una soldadura, esta debe estar a temperatura ambiente;
- El proceso de soldadura a tope ha de seguirse escrupulosamente en todos los aspectos: tiempos, presiones, temperatura, etc;
- Es recomendable la impresión de los datos de la soldadura (parámetros de fusión y/o trazabilidad) una vez finalizada.

2. Definición y campo de aplicación

La soldadura a Tope en PE y en PA-U consiste en la unión, mediante presión, de los extremos planos de los tubos y accesorios de igual diámetro y espesor, previamente calentados por una placa calefactora hasta alcanzar la temperatura adecuada, y durante el tiempo prescrito en cada caso. *Ver parte 8*

No se pueden soldar tuberías y accesorios de PE con tuberías y accesorios de PA-U. Los materiales PE 100 y PE 80 utilizados en redes de distribución de gas son compatibles para unión por fusión a tope con las condiciones indicadas anteriormente.

La soldadura a Tope se aplica en la realización de uniones entre:

- Tubo –Tubo
- Tubo – Accesorio
- Accesorio – Accesorio

en diámetros nominales iguales o superiores a 110, y excepcionalmente en DN 90 SDR 11.

Tabla 1.Campo de aplicación de la soldadura a Tope. (+ apto; – no apto)

DN TUBO	SDR 26	SDR 17'6	SDR 11
90	-	-	+
110	-	+	+
160	+	+	+
200	+	+	+
250	+	+	+
315	+	+	+



Figura 1. Uniones a Tope

3. Accesorios

Los accesorios inyectados se fabrican por medio de moldes en los que, como su nombre indica, se inyecta la materia prima (PE/PA-U) dando como resultado una sola pieza. Según su aplicación se clasifican en tapones, reducciones, codos, tes iguales o reducidas y portabridas.

Los accesorios inyectados de soldadura a tope con longitud suficiente en sus extremos pueden ser unidos a tubos, por electrofusión, mediante el accesorio electrosoldable correspondiente. En este caso, estos accesorios inyectados se denominan accesorios polivalentes.

En las figuras 2.1 y 2.2 se muestran tapones, reducciones, codos de 45° y 90° portabridas y tes empleados para la soldadura a tope.



Figura 2.1. Accesorios a Tope PE



Figura 2.2. Accesorios a Tope PA U

4. Maquinaria y utillaje

Las uniones por soldadura a tope se realizan mediante el empleo de máquinas especiales, que facilitan la sujeción y manipulación de los tubos y accesorios. Cualquier máquina para soldadura a tope consiste básicamente en unas mordazas que sujetan el tubo o el accesorio y que se deslizan bajo la acción de un grupo hidráulico, permitiendo enfrentar y presionar entre ellas los extremos planos de los tubos o los accesorios para proceder a su unión.

Existen distintos modelos de máquinas de soldar a tope. Se diferencian por el tipo del accionamiento, el cual puede ser eléctrico o hidráulico. A su vez, en las máquinas con accionamiento hidráulico, éste puede realizarse con bomba manual o con bomba eléctrica.

En las máquinas automáticas, el soldador selecciona las características de los elementos a soldar (PE/PA-U, DN, SDR) realizando la máquina, mediante un módulo electrónico, el proceso, control y registro de los parámetros de soldadura. Así, se evitan las posibles alteraciones que pueda provocar involuntariamente el soldador. Las máquinas automáticas registran los parámetros de soldadura en memoria. Los datos archivados en memoria pueden verse en pantalla, volcarse a papel o volcarse a un ordenador u otros dispositivos.

Un equipo de soldar a tope con máquina automática y su utillaje está constituido por los siguientes elementos principales (Figura 3):

1. Módulo electrónico de control
2. Cuerpo de la máquina
3. Abrazadera fija
4. Abrazadera móvil
5. Suplementos para el cambio de diámetro de las abrazaderas.
6. Placa calefactora
7. Refrentador
8. Cortatubo
9. Calibre
10. Galgas
11. Rotulador de tinta indeleble apto para tubos de PE/PA-U
12. Elementos de limpieza(Isopropanol, papel celulósico)

En todo momento la máquina debe estar en perfecto estado de funcionamiento para lo que es necesario efectuar un mantenimiento preventivo y un control periódico de la fiabilidad de los indicadores de presión y temperatura.





Figura 3. Máquinas y útiles para soldar a tope

5. Operativa general para la soldadura a tope. Máquinas automáticas

Verificar que la máquina se encuentra dentro de la fecha de revisión Comprobar que las caras de la PLACA CALEFACTORA están limpias y no tienen ningún daño en el revestimiento y que el resto de los elementos no presentan daños apreciables.

Seleccionar las ABRAZADERAS DE SUJECCIÓN según el diámetro a soldar.

Verificar que los elementos a soldar son del mismo material, diámetro y espesor, y se encuentran en buen estado y el corte es perpendicular al eje del tubo.



Figura 4.1. Verificación

Colocar los elementos a soldar en las abrazaderas de sujeción, con las referencias designadas por el fabricante para cada modelo de máquina.

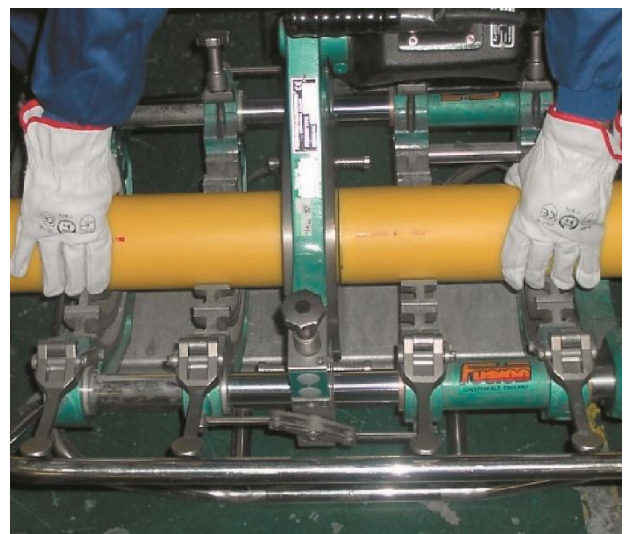


Figura 4.2. Posicionado de los tubos

Introducir los datos de la unión (PE/PA-U, DN, SDR,...) y normativa de soldadura a aplicar (dependiendo de si se suelda PE o PA-U), en la máquina de soldar mediante la selección de los mismos en el módulo electrónico de control de la máquina. La forma de introducir los valores varía en función del tipo de máquina.



Figura 4.3. Selección de parámetros

Una vez situados los tubos se inserta el refrentador.



Figura 4.4. Inserción del refrentador

REFRENTAR hasta que la viruta que se obtiene en cada extremo del tubo es continua. En algunas máquinas el refrentado se activa/desactiva seleccionando esta opción en el módulo. Cuando la viruta producida es continua en ambos extremos se para el refrentador.

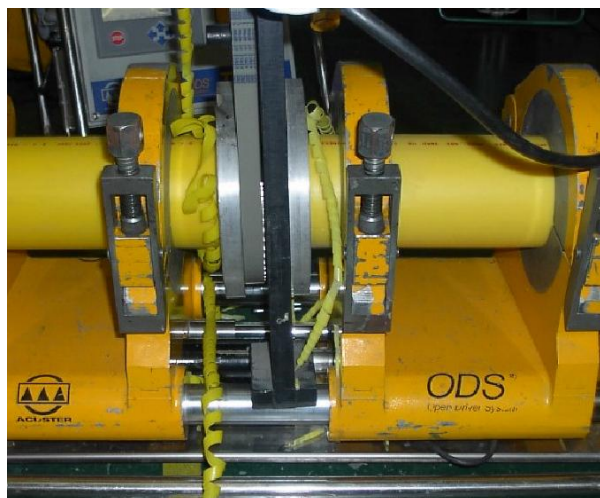


Figura 4.5. Refrentado

Sacar de la máquina el refrentador y las virutas producidas.

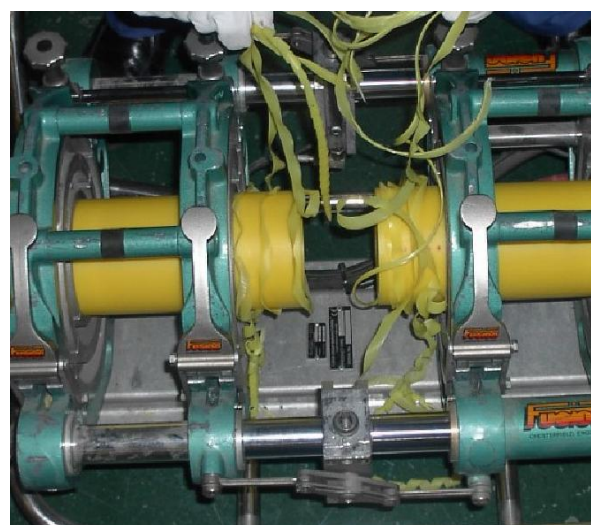


Figura 4.6. Retirada de las virutas producidas

Cerrar la máquina para comprobar el resultado del refrentado, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Tolerancia máxima de alineación (mm):

DN	SDR 11	SDR 17,6
90	0,8	—
110	1,0	0,6
160	1,4	0,9
200	1,8	1,1
250	2,3	1,4
315	2,9	1,8

- Tolerancia admisible de corte, –máxima– 0,5 mm.

Si no se cumple lo anterior, se repite el refrentado según lo descrito anteriormente.

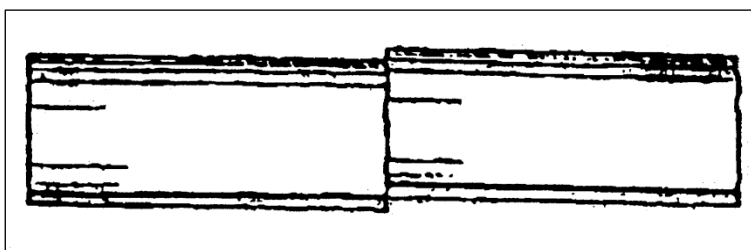


Figura 4.7. Tolerancia de alineación

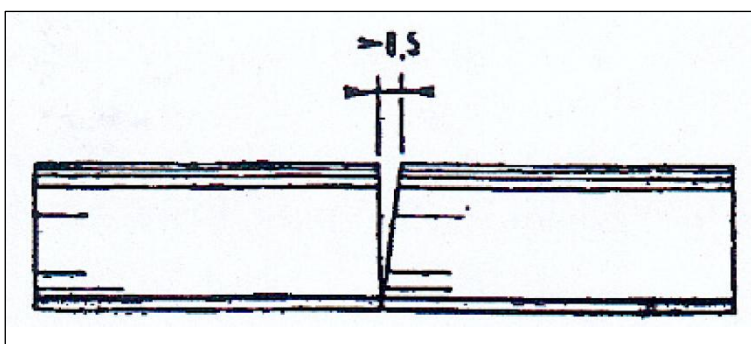


Figura 4.8. Tolerancia de corte

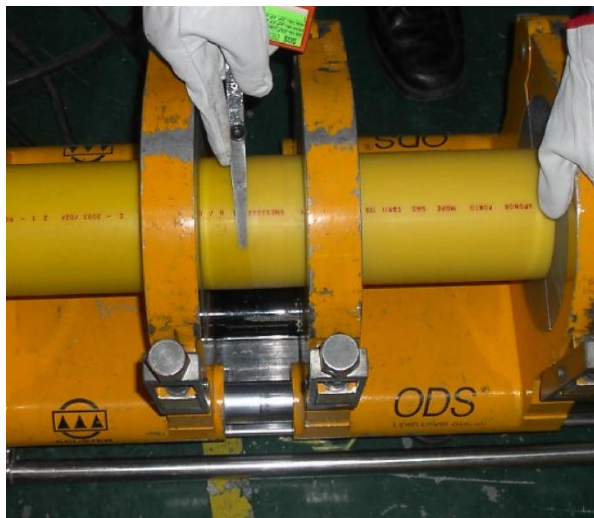
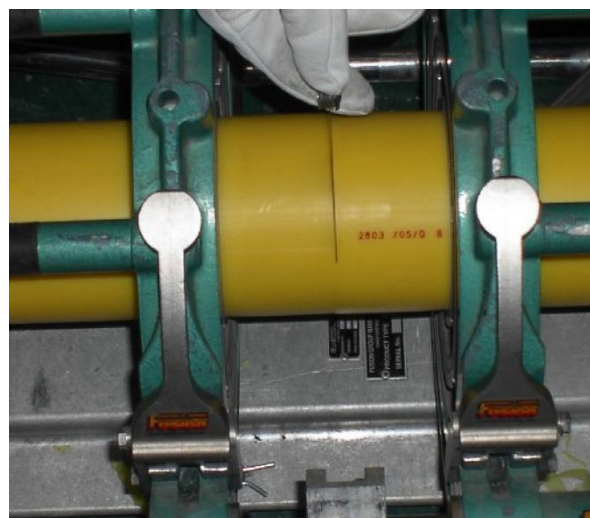


Figura 4.9. Comprobación del refrentado

La máquina determina la presión de soldadura sumando la presión de arrastre a la presión correspondiente en función de los datos del tipo de PE/PA-U (resina), del SDR y del DN que se haya seleccionado. La presión de arrastre es la presión mínima que tiene que ejercer la máquina para desplazar, a través del carro móvil, los tubos o accesorios. Esta presión varía en función del peso de los elementos a soldar situados en el carro móvil. La máquina determina automáticamente la PRESION DE ARRASTRE cuando desplaza el carro para la comprobación del refrentado.

LIMPIAR las caras de la placa calefactora con papel celulósico. Comprobar que la temperatura de la placa mostrada en el módulo de la máquina está entre 200 °C y 220 °C para el PE y entre 220 °C y 240 °C para la PA-U. En el caso que la temperatura no esté dentro de este rango la máquina no nos permitirá continuar con la soldadura.



Figura 4.10. Limpieza de la placa calefactora

LIMPIAR las caras de los tubos y/o accesorios con papel celulósico e ISOPROPANOL.

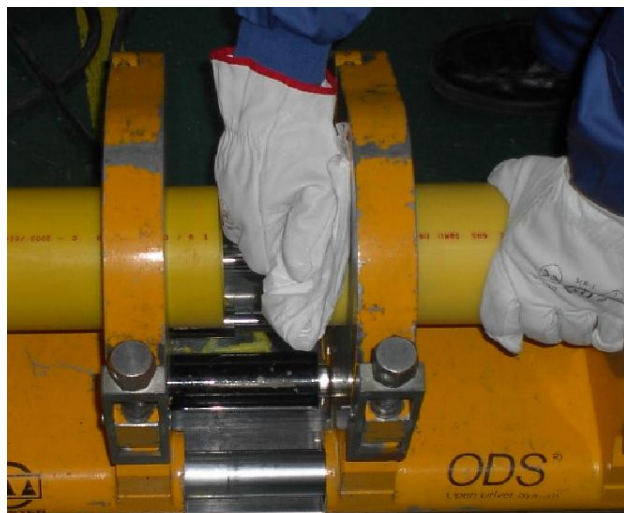


Figura 4.11. Limpieza de los tubos

Insertar la placa calefactora y validar en el módulo electrónico de la máquina el proceso de soldadura. El resto del proceso lo realiza la máquina automáticamente en función del material, del SDR y del DN introducidos por el operario. El operario retirará la placa cuando esta lo solicite. En algunas máquinas, la placa se retira de forma automática.

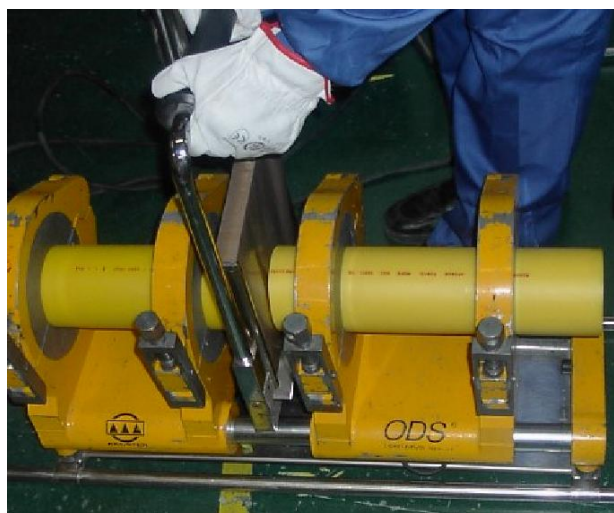
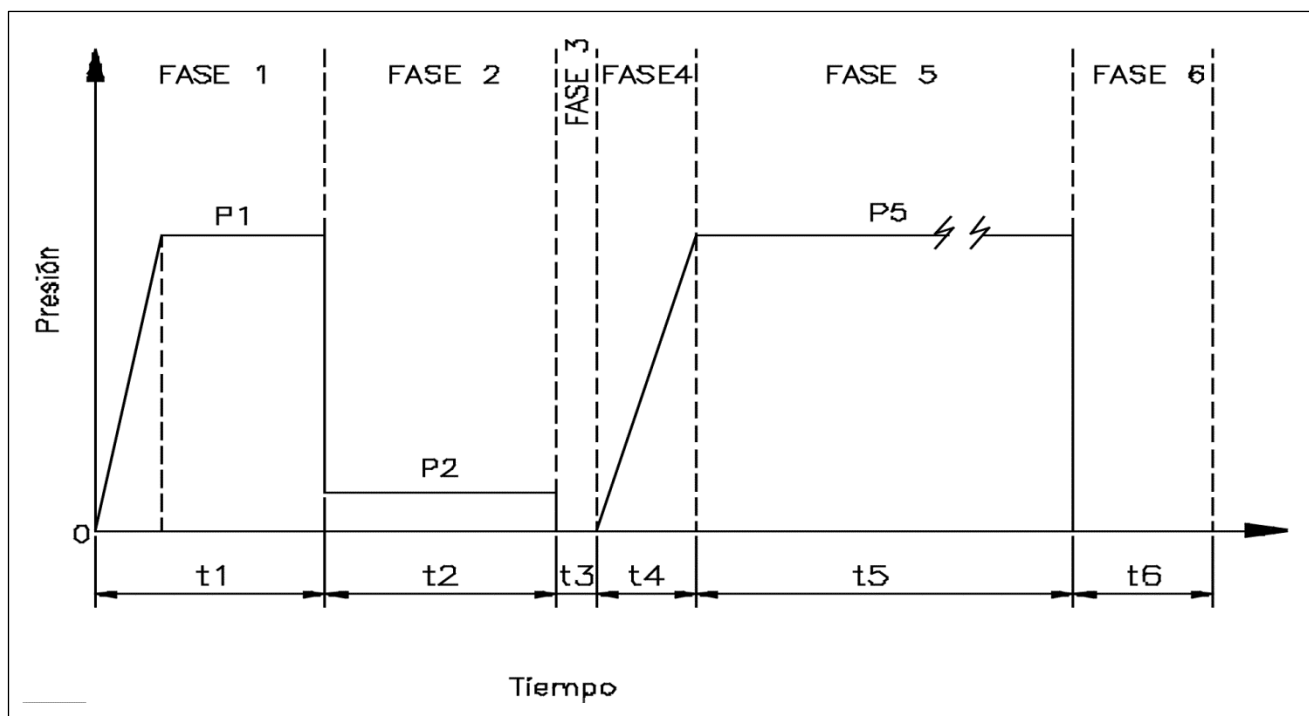


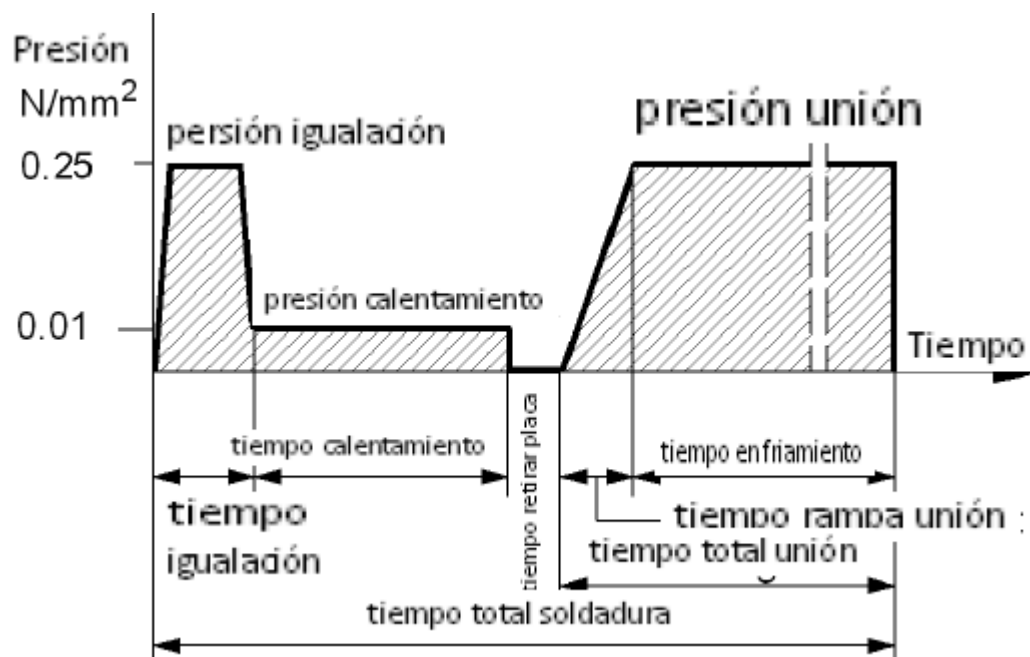
Figura 4.12. Inserción de la placa



Figura 4.13. Proceso de calentamiento



En el diagrama superior se muestra el proceso de soldadura de PE.



En el diagrama superior se muestra el proceso de soldadura de PA-U según DVS 2207-16.

El proceso que aplica la máquina se puede resumir en los siguientes pasos:

Fase 1. Calentamiento con presión: Se aplica la presión de soldadura, y la mantiene hasta obtener un reborde aproximado de 1,5 a 2 mm. de espesor alrededor de todo el perímetro del tubo. Cuando se obtiene este reborde reduce la presión hasta un valor residual con el objeto de que no se separen los tubos de la placa.

Fase 2. Calentamiento sin presión: La placa sigue en contacto con el tubo durante el tiempo de calentamiento sin presión en función del diámetro y espesor de la tubería.

Fase 3. Retirada de la placa: Transcurrido el tiempo de calentamiento, se separan los tubos y se retira la placa calefactora teniendo especial cuidado de no contactar con los extremos a soldar. Algunas máquinas lo hacen automáticamente.

Fase 4. Aplicación de la presión: La máquina aplica presión de una forma gradual hasta llegar a la presión de soldadura.

Fase 5. Unión: Se mantiene la presión de soldadura durante el tiempo necesario para el diámetro y espesor de la tubería.

Fase 6. Enfriamiento: Transcurrido el tiempo de soldadura, reduce la presión hasta un valor residual y mantiene la tubería en la máquina el tiempo de enfriamiento, según diámetro y espesor. Esta fase no se contempla en algunas normas europeas (como la DVS 2207-16 que aplica a la PA-U, donde se mantiene la presión durante todo el tiempo de enfriamiento).

Una vez la máquina completa el proceso de soldadura, se sacan los tubos de la máquina.

Se verificará mediante la lectura en el módulo que el resultado de la fusión es correcto, comprobando seguidamente, ya sea mediante lectura en el display o mediante impresión, que los parámetros (PE/PA-U, SDR, DN) de soldadura son los que corresponden a la tubería y, o accesorio soldado. Se cortará y se repetirá el proceso en el caso que la máquina indique que la soldadura es incorrecta o que los parámetros no han sido seleccionados correctamente.

Realizar una inspección visual de la soldadura y VERIFICAR QUE LA ANCHURA DEL CORDÓN está dentro de los límites indicados en las tablas una vez transcurrido el tiempo de soldadura.

En la soldadura deberá marcarse, con rotulador de tinta indeleble apto para tubos de PE/PA-U, los datos exigidos por la compañía distribuidora.



Figura 4.14. Comprobación de la soldadura



Figura 4.15. Impresión del resultado de la fusión

11.05.26

Informe soldadura CNC ECO+ 2.0

Tipo maquina	CNC		
Numero maquina	24810031		
Maquina	HST-200-R		
Version Software	BCNC02-02-24003-12		
Proximo mantenim.	01.08.26		
Normativa soldadura	SED		
Cilindro	3.16		
Sensor presion	160		
Sensor placa calentadora	PT100		
Num.obra-Num.soldadura	0006 / 0000		
Numero inventario	12345678		
Numero obra			
Soldador			
Fecha/Hora	11.05.26	10:16	
Temperatura ambiente	[C]	+17	
Material/Modo soldadura		PE100	-C-
Diametro	[mm]	110	
Espesor	[mm]	6.3	
Valor SDR	SDR	17.6	
Angulo	[]	0	
		Valores nominales	Valores reales
Presion arrastre	[bar]	—	7.2
Temperatura placa cal.	[C]	215	214
Presion formar reborde	[bar]	0018.8	0018.8
Tiempo formar reborde	[s]	0026	0026
Presion calentamiento	[bar]	0009.1	0008.5
Tiempo calentamiento	[s]	0085	0085
Demora apertura-cierre	[s]	0004	0004
Tiempo presion union	[s]	005	005
Presion union (t5)	[bar]	0018.8	0018.7
Presion union (t6)	[bar]	0007.2	0007.8
Tiempo enfriam. (t5)	[s]	0600	0600
Tiempo enfriam. (t6)	[s]	0120	0120
Formato soldadura	[mm]	—	5.1
Datos adicionales			
Codigo tubo 1/Long. tubo			+ —,—mm
Codigo tubo 2/Long. tubo			+ —,—mm
Cod. accesorio			
Condiciones meteo.			
Empresa instaladora			
Evaluacion	Soldadura OK		

08.05.26

Informe soldadura CNC ECO+ 2.0

Tipo maquina	CNC		
Numero maquina	24610031		
Maquina	HST-200-R		
Version Software	BCNC02-02-24003-12		
Proximo mantenim.	01.08.26		
Normativa soldadura	DVS 2207		
Cilindro	3.16		
Sensor presion	160		
Sensor placa calentadora	PT100		
Num.obra-Num.soldadura	0005 / 0000		
Numero inventario	12345678		
Numero obra			
Soldador			
Fecha/Hora	08.05.26	12:56	
Temperatura ambiente	[C]	+19	
Material/Modo soldadura		PA12	-C-
Diametro	[mm]	110	
Espesor	[mm]	10.0	
Valor SDR	SDR	11.0	
Angulo	[]	0	
		Valores nominales	Valores reales
Presion arrastre	[bar]	---	8.0
Temperatura placa cal.	[C]	230	230
Presion formar reborde	[bar]	0032.9	0032.9
Tiempo formar reborde	[s]	0037	0037
Presion calentamiento	[bar]	0009.0	0008.3
Tiempo calentamiento	[s]	0120	0120
Demora apertura-cierre	[s]	0007	0006
Tiempo presion union	[s]	007	007
Presion union (t5)	[bar]	0032.9	0032.9
Presion union (t6)	[bar]	0000.0	0000.0
Tiempo enfriam. (t5)	[s]	0846	0846
Tiempo enfriam. (t6)	[s]	0000	0000
Formato soldadura	[mm]	---	3.2
Datos adicionales			
Codigo tubo 1/Long. tubo			+ ---,---mm
Codigo tubo 2/Long. tubo			+ ---,---mm
Cod. accesorio			
Condiciones meteo.			
Empresa instaladora			
Evaluacion	Soldadura OK		

Figura 4.16. Ejemplos de registros de impresión **de soldadura de PE y PA-U**

6. Inspección de la soldadura

Toda unión debe ser sometida a una inspección inmediatamente después de acabado el proceso de soldadura correspondiente. Existen tres métodos de control de estas soldaduras:

- Inspección visual
- Ensayos no destructivos
- Ensayos destructivos

Observar algunos de los defectos que vienen a continuación será motivo de corte y repetición de la soldadura:

- Inspección visual
 - Contaminación del cordón.
 - Deformación localizada en una zona del cordón. (La superficie debe ser lisa en el caso del PE, ligeramente rugosa en el caso de la PA-U, ambos sin aspecto espumoso).
 - Desalineación.

En la parte 7 se muestra la catalogación de los defectos que se pueden detectar durante la inspección visual de la soldadura.

- Ensayos no destructivos: Un método aproximado para conocer la existencia de defectos de soldadura se basa en el examen del cordón, previamente separado del tubo mediante una herramienta adecuada.

En el caso del PE, tras separar el cordón se comprueba que los dos labios que lo forman, siguen unidos. Esto indicaría que la fusión se ha producido en toda la sección perpendicular del tubo.

En el caso de las uniones de fusión a tope PA-U, éstas presentan un cordón único típico, sin labios separados, que debe ser uniforme en toda su circunferencia. En las uniones tubo-accesorio es admisible cierta asimetría, prevaleciendo el criterio en la uniformidad de la circunferencia del lado del tubo.



Figura 5. Retirada del cordón

Si los labios se separaran tras retirar el cordón indicaría que la soldadura no se ha producido en toda la sección. Con esto se comprueba que $K > 0$ (ver figura 6).

Asimismo, se pueden comprobar la existencia o no de ranuras, hendiduras o contaminación entre los tubos unidos.

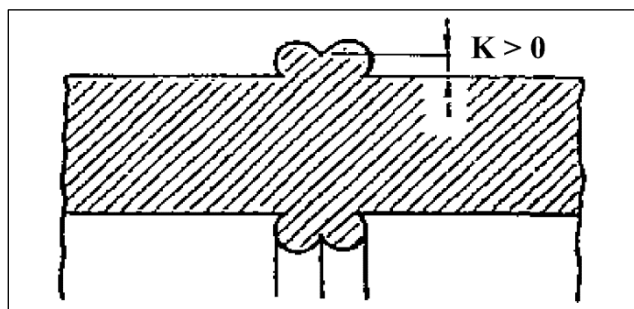


Figura 6. Cordón típico de soldadura a tope de PE



Figura 7. Cordón típico de soldadura a tope de PA-U



Cordón de soldadura entre tubería y accesorio de PE80.



Cordón de soldadura entre tubería y accesorio de PE80. No se aprecia contaminación de la soldadura ni hendiduras de ningún tipo.



Cordón de soldadura entre tubería y accesorio de PE80. Al doblar el mismo, no se aprecia contaminación de la soldadura ni hendiduras de ningún tipo.

Figura 8.

Para confirmar la solidez de la unión también se doblan los cordones, mediante torsiones. Si se aprecia algún defecto, –ranuras–, la soldadura es incorrecta. Se pueden realizar ensayos por ultrasonidos, aunque por el momento los resultados no son concluyentes.

Al realizar la fusión a tope entre tubo y accesorio inyectado, el cordón puede presentar asimetría. El labio del cordón del lado del accesorio puede mostrar irregularidades en su forma, como pequeñas hendiduras, deflexiones y un tamaño no uniforme. En estos casos, la evaluación visual se basa principalmente en el tamaño y la forma del labio del cordón del lado de la tubería.

- Ensayos destructivos.

Existen dos tipos de ensayos destructivos normalizados para comprobar si una soldadura a tope es correcta:

1. Ensayo de resistencia a la presión hidráulica interior a alta temperatura.

En este ensayo, se somete a una probeta formada por dos trozos de tubería o tubería/accesorio soldados a tope a un esfuerzo permanente producido por una presión interna. Con la finalidad de acelerar el envejecimiento de la probeta la misma se somete a una temperatura superior a la **ambiental** (normalmente 80 °C). Para conseguir esta temperatura se puede utilizar aire o agua (opción preferida normalmente). La norma que describe el procedimiento de ensayo es la **UNE-EN ISO 1167-1**. Normalmente la probeta se somete a esta prueba durante **1000 y/o 165 horas**, **de acuerdo con los parámetros y requerimientos indicados en UNE-EN-1555-3 (PE) o UNE-EN ISO 16486-3 (PA-U), según aplique.**



Probeta para comprobar la soldadura a tope de una tubería PE100, DN110, SDR17,6, dentro de un baño termostático.



Probeta para comprobar la soldadura a tope de una tubería PE100, SDR17,6 y un tapón PE100, después de una prueba de 165 horas a 80 °C, con una presión interna de 6,6 bar (5,5 MPa).

La soldadura, la tubería y el accesorio resistieron la prueba sin fallar, aunque se deformaron por efecto de la presión y la temperatura.

Figura 8.

2. Ensayo de resistencia a la tracción.

Con la finalidad de comprobar si la soldadura de las tuberías o tubería/accesorio ha sido correcta, **para PE y para PA-U** la norma ISO13953:2001 define un ensayo de tracción sobre probetas obtenidas de la soldadura. La tracción se realiza a con una velocidad de 5 mm/min y la fuerza necesaria para producir la rotura de la probeta. El resultado se considera correcto si la rotura de la probeta es dúctil. Las dimensiones de la probeta son:

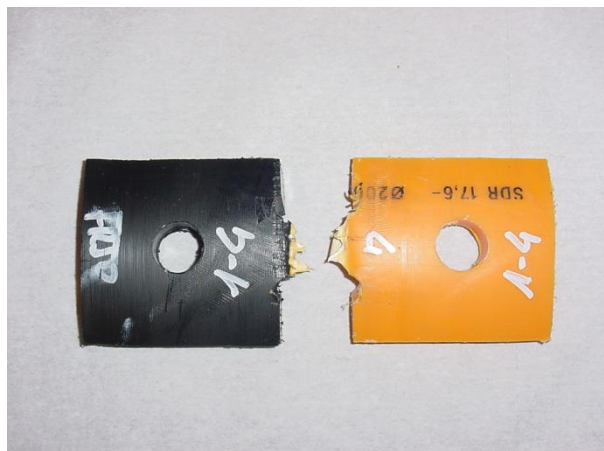
Longitud: 170 mm

Anchura: 60 mm, para DN60

80 mm para DN>160 mm.



Probeta para prueba de tracción de soldadura a tope de una tubería y un accesorio PE100 PA-U. Para realizar el ensayo se elimina el cordón de soldadura.



Probetas de soldadura de una tubería y un accesorio PE100 PA-U. Se puede observar la deformación dúctil de la rotura.

Figura 9.



Probetas de soldadura de tubería PE100 PA-U. Se puede observar la rotura frágil de la soldadura.



Probetas de soldadura de tubería PE100 PA-U. Se puede observar la rotura frágil de la soldadura.

Figura 10.