Unidad 10

Obra mecánica. Polietileno y poliamida

Cambios:
Nuevo material poliamida
Conocimientos básicos sobre los gases renovables
Actualización de formatos, corrección de estilos.
Todo marcado en amarillo

ENTRADA EN VIGOR CUANDO SE PUBLIQUEN EN LA WEB DE SEDIGAS

Elaborado por:	Revisado por: Comité Consultivo Distribución	Aprobado por: Naiara Ortiz de Mendíbil
M. Lombarte Responsable de Calidad Fecha: 14/10/2026	M. Lombarte Director de Certificación Fecha: 10/11/2026	Secretaria General Fecha: 11/11/2026

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Unidad 10

Obra mecánica. Polietileno y Poliamida

Objetivo

Familiarizar al Jefe de Obra con las propiedades del material que condicionan su manipulación y operaciones de obra mecánica para su tendido. El Jefe de Obra debe conocer asimismo las condiciones de suministro y las condiciones en que debe transportarse, almacenarse y manipularse el material, así como los procesos de soldadura, pinzamiento e inspección.

Marco general

Se presentan inicialmente en esta unidad las propiedades generales del material, destacando aquellas que condicionan su manipulación. Se destaca asimismo la clasificación de tubería según el SDR y el marcado de la misma. La recepción, transporte, almacenaje y manipulación de tubos y accesorios, así como el tendido de la tubería, adquieren especial importancia en el caso de este material, dadas sus propiedades físicas y químicas.

Se hace especial hincapié en los requisitos generales de soldadura exigibles a los procesos aceptados en la actualidad (electrofusión y tope) así como en las técnicas de control visual y tipos de defectos que pueden presentarse en las soldaduras.

La protección contra la acumulación de electricidad estática y las exigencias para la realización de la operación de pinzamiento deben ser perfectamente conocidas por sus implicaciones en cuanto a la seguridad de mantenimiento.

Se destaca asimismo en el texto la maquinaria y utillaje necesario para efectuar diferentes operaciones de canalización con polietileno o poliamida. El Jefe de Obra debe conocer este utillaje y verificar que en todo momento esté disponible en obra.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Sumario

10.1. Material 5
10.1.1. Fabricación 5
10.1.2. Tipos de polietileno 8
10.1.3. Tipos de poliamida 9
10.1.4. Propiedades químicas y mecánicas 9
10.2. El PE y PA-U en las canalizaciones de gas 12
10.2.1. Razones de uso 12
10.2.2. Campo de utilización 12
10.3. Dimensiones y nomenclatura de las tuberías 13
10.3.1. Clasificación en función de las características del material 13
10.3.2. Clasificación en función de las características geométricas del tubo 13
10.4. Formas de suministro 16
10.5. Tipos de accesorios 16
10.5.1. Accesorios de canalización (o de línea) 16
10.5.2. Accesorios de derivación 17
10.6. Marcado 18
10.7. Campo de aplicación en redes de distribución 19
10.8. Almacenamiento y manejo 19
10.8.1. General 19
10.8.2. Almacenamiento 20
10.8.3. Transporte 21
10.8.4. Inspección a la recepción en obra 21
10.8.5. Despliegue de rollos y bobinas 22
10.8.6. Descenso del tubo a la zanja 22
10.9. Tendido de tubería 23
10.9.1. General 23
10.9.2. Preparación 23
10.9.3. Tendido 23
10.10. Unión de tubos y accesorios de polietileno y poliamida 24
10.10.1. Unión mediante soldadura 24
10.10.1.1. Requisitos generales 24
10.10.1.2. Soldadura a tope 26
10.10.1.3. Soldadura por Electrofusión 34
10.10.2. Enlaces mecánicos de transición 49
10.10.2.1. Enlaces a compresión para tubos de PE 49

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.10.2.2. Unión por bridas 50
10.10.2.3. Enlaces autoanclantes 51
10.10.2.4. Uniones por anclaje fijo 51
10.10.2.5. Manguitos termorretráctiles 53
10.11. Actuación sobre tuberías de PE en carga 53
10.11.1. Electricidad estática 53
10.11.2. Interrupción del paso del gas 54
10.11.2.1. Pinzamiento 54
10.11.2.2. Balón obturador 56
10.11.2.3. Otros sistemas de obturación 57
10.12. Control de calidad de la obra mecánica 57
10.12.1. Inspección antes de la instalación 57
10.12.2. Inspección durante el tendido 57
10.12.3. Integridad de las uniones 57
10.12.4. Daños en las tuberías 58
10.13. Maquinaria y utillaje para trabajos en redes de PE/PA-U 58
10.13.1. Máquinas de soldar 58
10.13.2. Útiles y herramientas 60
10.13.2.1. Criterios generales de selección 60
10.13.2.2. Selección de los útiles y herramientas 60
10.13.2.3. Útiles y herramientas que se precisan en las diferentes operaciones de obra mecánica 63
10.13.2.3.1. Prolongación/derivación/final de una red de polietileno/poliamida 63
10.13.2.3.2. Realización de acometidas de polietileno o poliamida 64
10.14. Cualificación del personal que trabaja en el montaje de redes de PE/PAU 65
Anexo 10.1. Inspección de soldadura a tope. Análisis del cordón de soldadura 67
Inspección de la soldadura 67
Anexo 10.2. Modelos de útiles y herramientas 70

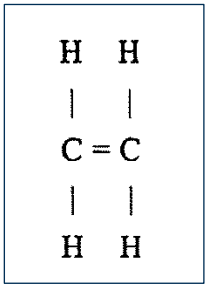
Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.1. Material

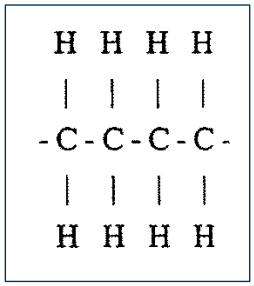
10.1.1. Fabricación

El polietileno utilizado en la industria del gas es una materia plástica fabricada por síntesis química a partir del etileno.

El polietileno está constituido por moléculas orgánicas gigantes denominadas macromoléculas que se preparan industrialmente asociando las moléculas del constituyen básico denominado “monómero”, es decir, el etileno.



La síntesis química consiste en la obertura por activación (presión, temperatura y catalizador) del doble enlace entre dos átomos de carbono.



Se denomina homopolímero cuando el producto se fabrica a partir de la polimerización de monómeros idénticos. Cuando se utilizan varios monómeros, etileno u otros (comonómeros), las macromoléculas contienen dos o más monómeros diferentes, tratándose por tanto de un copolimero. El proceso de copolimerización consiste en añadir uno o varios comonómeros sobre la cadena del monómero principal que es el etileno.

La poliamida utilizada en la industria del gas pertenece al grupo de los termoplásticos. Es una materia plástica constituida por moléculas orgánicas gigantes denominados macromoléculas, que se preparan industrialmente asociando las moléculas de constituyentes básicos denominados “monómeros”.

La poliamida, dependiendo del tipo, está fabricada por síntesis química mediante polimerización por policondensación de un ácido dicarboxílico y una diamina (Ver figura 2), o mediante polimerización por apertura de anillo de una lactama (Ver figura 3)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

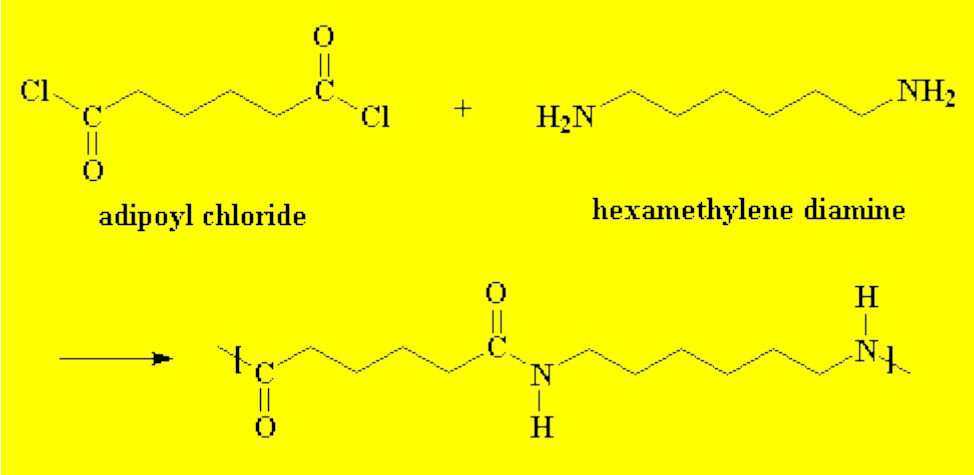


Figura 2 - Polimerización por policondensación

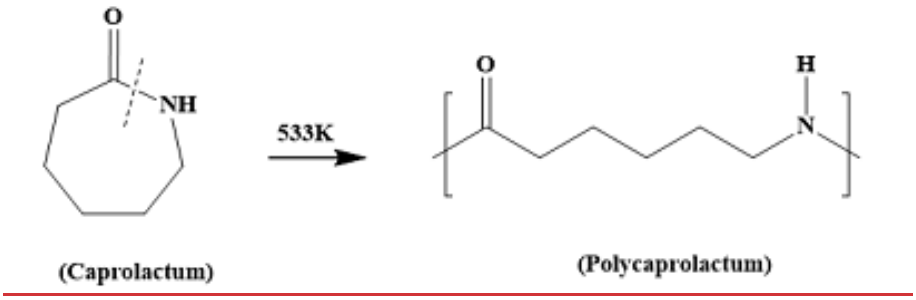


Figura 3 - Polimerización por apertura de anillo de una lactama

La macromolécula resultante está formada por un grupo amida -CO-NH-, y un grupo alquilo (cadena de hidrocarburo) $-(CH2)_m-$ que puede tener varias longitudes dependiendo del tipo de poliamida (Ver figura 4), y que determina sus características.

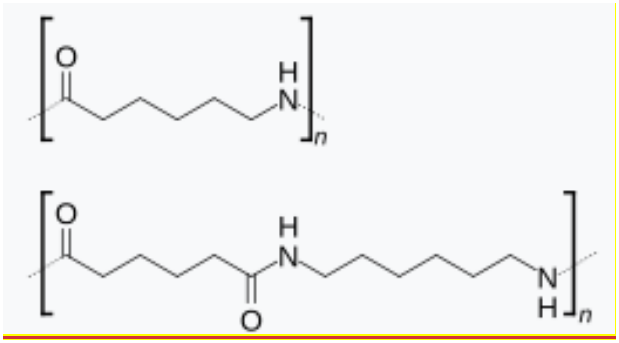


Figura 4

Las macromoléculas se organizan para formar una estructura semicristalina, caracterizada por enlaces de hidrógeno intermoleculares, que son la peculiaridad de las poliamidas y les confieren excelentes propiedades mecánicas, químicas y físicas, superiores a las del polietileno (*Ver figura 5*).

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

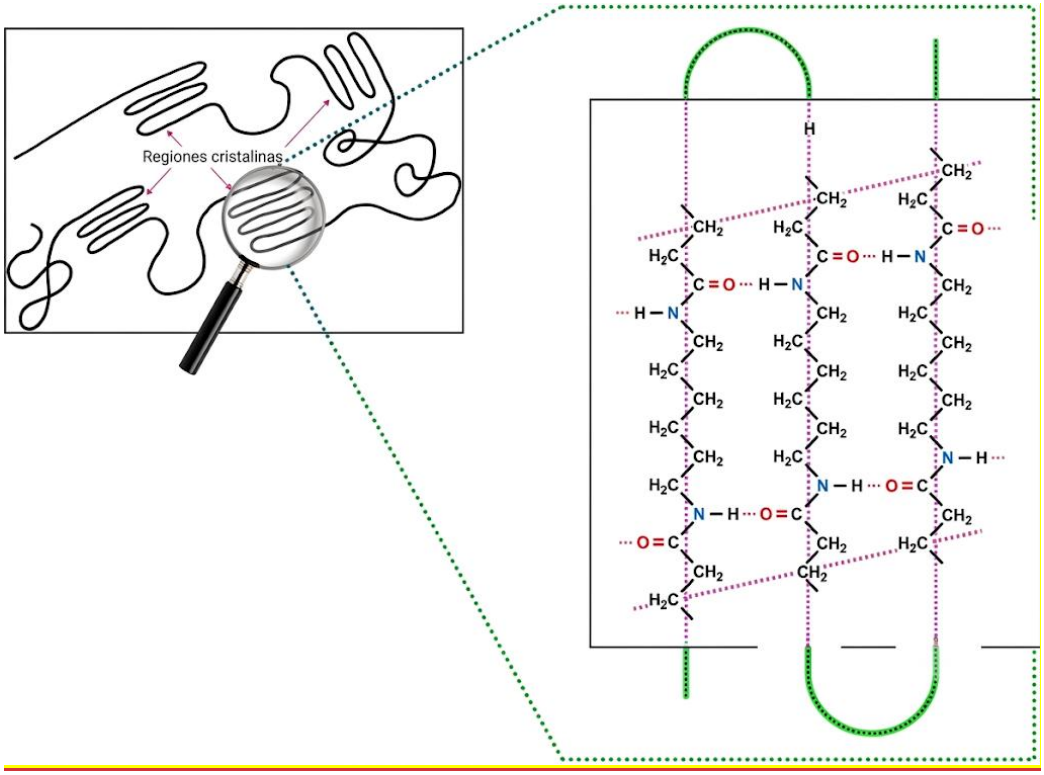


Figura 5. Estructura molecular y enlaces de hidrógeno

Una vez obtenido el polímero base se debe completar la formación del compuesto de polietileno y de la poliamida con los aditivos de estabilización, los cuales son incorporados en el proceso de granulación, por tanto, los diferentes constituyentes de los gránulos de la granza de polietileno y de poliamida o materia prima son:

- Antioxidantes;
- Pigmentos y colorantes;
- Estabilizantes;
- Lubricantes.

La fabricación de un tubo o accesorio a partir de un compuesto necesita tres operaciones delicadas que son:

- Fusión de la materia;
- Conformado por extrusión o inyección;
- Enfriamiento.

La fusión, en la cabeza de la extrusora o de la máquina de inyección, se debe realizar de tal manera que sea progresiva y homogénea. La temperatura alcanzada no debe ser demasiado elevada (para evitar el riesgo de degradar la materia. por oxidación o romper las cadenas o retículas) pero si lo bastante alta para que la materia esté suficientemente fluida.

El conformado por extrusión o inyección necesita de útiles y métodos operativos precisos para favorecer ciertas disposiciones macromoleculares que reduzcan las contracciones internas.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

La operación de enfriamiento condensa la materia en un estado de contracción y de cristalinidad del que dependerá la calidad del tubo o accesorio (Figura 10.1)

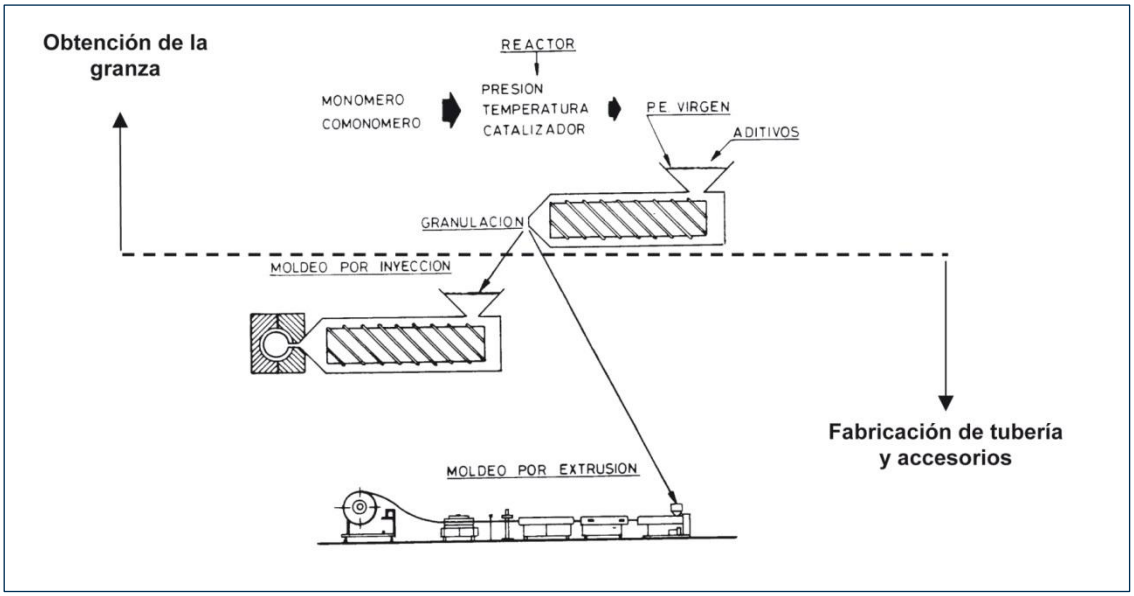


Figura 10.1 Fabricación de tubería de polietileno o de la poliamida

10.1.2. Tipos de polietileno

Para la distribución de combustibles gaseosos se utilizan normalmente dos tipos de polietileno, denominados respectivamente PE 80 y PE 100, que tienen distinta estructura molecular y, en consecuencia, distintas propiedades mecánicas. El parámetro que los caracteriza es la resistencia mínima requerida (MRS), que determina su resistencia a la presión hidrostática a largo plazo.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Tabla 10.1 Clasificación y designación de compuestos

MRS (MPa)	Designación
8,0	PE 80
10,0	PE 100

La prueba comúnmente utilizada para determinar el comportamiento a largo plazo de los tubos de PE, es la de resistencia a la presión hidrostática interior. El tubo es sometido a una presión interna con agua manteniéndolo en un baño de agua a una temperatura constante. El ensayo se realiza hasta la ruptura del tubo. Estos ensayos se efectúan a presiones y temperaturas relativamente elevadas para obtener tiempos razonables de ruptura. Por extrapolación, estos resultados dan una estimación de la duración del material y su resistencia a la presión a una temperatura determinada (Figura 10.2)

10.1.3. Tipos de poliamida

Como se ha descrito anteriormente, las diferentes longitudes del grupo alquilo -$(CH2)_m$- determinan el tipo de poliamida y sus características mecánicas, físicas y químicas.Ejemplos de poliamidas comerciales: PA6, PA66, PA11, PA12, PA6-12.

Los tipos PA11 y PA12, en la versión PA-U no plastificada (UNPLASTICIZED), son los que se utilizan para los sistemas de tuberías.

Por su gran influencia en el comportamiento del tubo fabricado, es muy importante conocer la estructura del polímero; la poliamida tiene una estructura de cadena altamente lineal, a diferencia del polietileno, que tiene un mayor grado de ramificación lateral.

Dada la extrema dificultad de conocer la estructura de cada macromolécula, se intenta llegar a su conocimiento a través de las características globales del polímero.

Destacamos por su interés:

- densidad (varía según el tipo de PA)
- peso molecular
- distribución del peso molecular
- número de viscosidad

10.1.4. Propiedades químicas y mecánicas

El PE es un material muy inerte, con una excelente resistencia química frente a la mayoría de ácidos, bases y otros agentes químicos habituales, incluso a concentraciones elevadas. Los odorizantes y disolventes utilizados en las redes de gas son generalmente compatibles con el polietileno y la poliamida en las condiciones normales de servicio.

Del mismo modo, el gas natural, el hidrógeno y el GLP en fase gaseosa son prácticamente inactivos frente al PE.

No obstante, determinados agentes tensioactivos pueden favorecer fenómenos de fisuración bajo tensión, mientras que algunos hidrocarburos líquidos, especialmente los condensados pesados y

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

ciertos compuestos aromáticos, pueden producir absorción e hinchamiento, reduciendo temporalmente las propiedades mecánicas del material y favoreciendo los mecanismos de rotura. El contacto prolongado con GLP en fase líquida o con sus condensados debe ser objeto de evaluación específica.

El hidrógeno presenta una permeabilidad superior a la del gas natural, circunstancia que puede influir en las tasas de fuga y que deberá ser considerada en el diseño y explotación de las redes.

La PA-U es un material con buena resistencia química frente a la mayoría de las bases y a numerosos hidrocarburos, aunque presenta una resistencia más limitada frente a determinados ácidos y agentes oxidantes. Los odorizantes y los compuestos normalmente empleados con el gas natural son prácticamente inactivos para la PA-U en las concentraciones habituales y, en general, cuando se encuentran en fase vapor. Del mismo modo, el gas natural, el hidrógeno y el GLP en fase gaseosa son prácticamente inactivos frente a la PA-U. Asimismo, la PA-U presenta una elevada compatibilidad con el GLP en fase líquida en las condiciones de utilización previstas para las redes de distribución de gas.

El **PE y la PA-U son materiales eléctricamente aislantes**. Su resistividad a 20 °C es del orden de 10^{16} Ω·m para el PE y de 10^{12} Ω·m para la PA-U. Esta característica hace que las canalizaciones fabricadas con estos materiales sean insensibles a la corrosión electroquímica, no requiriendo sistemas de protección pasiva ni catódica.

Dado que ambos materiales presentan una baja conductividad eléctrica, puede producirse la acumulación localizada de cargas electrostáticas, generadas, por ejemplo, por la circulación de gas con partículas en suspensión. Por ello, durante las intervenciones en carga deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para evitar la generación de chispas en atmósferas potencialmente inflamables.

El coeficiente de dilatación lineal es del orden de 180 a 200 µm/(m·°C) para el PE y de 130 a 144 µm/(m·°C) para la PA-U, valores aproximadamente entre 8 y 12 veces superiores al del acero. Con este valor, necesita en algunos casos ciertas precauciones para la puesta en obra. Una vez enterrado el tubo, las variaciones de temperatura son fuertemente atenuadas y solo dan lugar a débiles desplazamientos y compresiones rápidamente liberadas. El aumento de la temperatura acelera el envejecimiento del material disminuyendo sus propiedades mecánicas.

Durante la explotación y el funcionamiento de las redes de PE y PA-U se podrá trabajar u operar a temperaturas comprendidas entre −20 °C y 40 °C. No obstante, durante la instalación de estas redes, las operaciones de unión mediante **soldadura a tope** no deberán realizarse a temperaturas inferiores a 0 °C para el PE y a −5 °C para la PA-U, ni superiores a 40 °C. En el caso de las **uniones por electrofusión**, estas no deberán realizarse a temperaturas inferiores a −10 °C ni superiores a 45 °C, salvo que el fabricante del sistema establezca límites más restrictivos.

En esta tabla se muestra un resumen de todo lo indicado anteriormente

Característica	PE (Polietileno)	PA-U (Poliamida no plastificada)
Resistencia química	Excelente resistencia frente a la mayoría de ácidos, bases y productos químicos habituales, incluso a concentraciones elevadas.	Elevada resistencia frente a la mayoría de las bases y a numerosos hidrocarburos. Resistencia más limitada frente a determinados ácidos y agentes oxidantes.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Compatibilidad con odorizantes y compuestos de gas	Generalmente compatible con los odorizantes y disolventes utilizados en redes de gas en condiciones normales de servicio.	
Compatibilidad con gas natural, hidrógeno y GLP en fase gaseosa	Prácticamente inerte.	
Compatibilidad con GLP líquido	El contacto prolongado con GLP líquido o sus condensados debe evaluarse específicamente.	Presenta elevada compatibilidad con GLP en fase líquida dentro de las condiciones previstas de utilización.
Limitaciones químicas	Algunos tensioactivos pueden favorecer la fisuración bajo tensión. Los hidrocarburos líquidos pesados y ciertos aromáticos pueden producir absorción e hinchamiento y reducir temporalmente las propiedades mecánicas.	Puede verse afectada por determinados ácidos y agentes oxidantes.
Naturaleza eléctrica	Material aislante eléctrico.	
Resistividad a 20 °C	≈ 10^{16} Ω·m	≈ 10^{12} Ω·m
Corrosión electroquímica	No requiere protección pasiva ni catódica.	
Riesgo electrostático	Posible acumulación de cargas electrostáticas. Deben adoptarse precauciones durante intervenciones en carga.	
Coeficiente de dilatación lineal	180–200 µm/(m·°C)	130–144 µm/(m·°C)
Comparación con el acero	Aproximadamente entre 8 y 12 veces superior al del acero.	
Comportamiento térmico una vez enterrado	Las variaciones térmicas quedan muy atenuadas y producen pequeños desplazamientos.	
Efecto de la temperatura sobre el envejecimiento	El aumento de temperatura acelera el envejecimiento y reduce las propiedades mecánicas.	
Temperatura de operación	−20 °C a 40 °C	
Soldadura a tope	Entre 0 °C y 40 °C.	Entre −5 °C y 40 °C.
Electrofusión	Entre −10 °C y 45 °C (salvo indicación más restrictiva del fabricante).	

La prueba comúnmente utilizada para determinar el comportamiento a largo plazo de los tubos de PE y de PA-U, es la de resistencia a la presión hidráulica interior. El tubo es sometido a una presión interna con agua manteniéndolo en un baño de agua a una temperatura constante. El ensayo se realiza hasta la rotura del tubo. Estos ensayos se efectúan a presiones y temperaturas relativamente elevadas para obtener tiempos razonables de ruptura. Por extrapolación, estos resultados dan una estimación de la duración del material y su resistencia a la presión a una temperatura determinada.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.2. El PE y PA-U en las canalizaciones de gas

10.2.1. Razones de uso

El PE y PA-U es un material básico en las canalizaciones para gas, debido principalmente a las siguientes razones:

a) en construcción

- permite el tendido de grandes longitudes de tubería sin uniones;
- simplifica los trabajos de obra mecánica y de puesta en zanja por su gran facilidad de manejo y de instalación;
- reduce el tiempo de construcción de las redes y los costes por metro. lineal.

b) en explotación y mantenimiento

- el uso del PE y la PA-U resuelven los problemas que se derivan de la corrosión y de la fragilidad de otros tipos de tuberías, resistiendo los ataques químicos casi en su totalidad;
- simplifica las tareas de mantenimiento;
- mejora las condiciones de explotación y de la calidad y continuidad del servicio.

10.2.2. Campo de utilización

El Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y su instrucción técnica complementaria ITC-ICG 01 establecen que las instalaciones de distribución de combustibles gaseosos por canalización en polietileno y poliamida deberán diseñarse de acuerdo con los requisitos establecidos en las normas UNE 60310 (para MOP superior a 5 bar) y UNE 60311 (para MOP hasta 5 bar), las cuales hacen referencia, además, a la norma UNE-EN 12007.

La norma UNE 60311 establece también las siguientes limitaciones de uso

- No debe emplearse a la intemperie ni en lugares cuya temperatura pueda ser inferior a -20 ºC ni superar los 40 ºC;
- No debe utilizarse en tramos aéreos, salvo en casos justificados para pasos especiales, debidamente protegido mecánicamente y contra la degradación ambiental.

Por otra parte, la norma UNE-EN 12007-2 establece:

- No se utilizarán aquellos tubos y accesorios que presenten defectos superficiales superiores al 10% del espesor nominal de pared.
- Los tubos no se utilizarán cuando se estime que han sobrepasado el índice máximo de exposición a la radiación ultravioleta, excepto si han sido probados para demostrar que sus características permanecen aceptables.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.3. Dimensiones y nomenclatura de las tuberías

Las dimensiones características de una tubería que influyen sobre la resistencia del tubo a la presión interna son el diámetro exterior nominal y el espesor de la pared. Existen varias formas de expresar la resistencia a la presión interna:

10.3.1. Clasificación en función de las características del material

El PE mayoritariamente empleado en España para redes de gas es el PE 100 (MRS 10,0 MPa) y, en menor proporción el PE 80 (MRS 8,0 MPa).

Para la poliamida las que se denominan PA-U 12 180 y PA-U 11 180. Estas denominaciones expresan la tensión característica o mínima resistencia requerida (MRS) del material, que para ambos tiene un valor de 18 MPa

10.3.2. Clasificación en función de las características geométricas del tubo

Las características geométricas del tubo se definen por su SDR.

SDR (Standard Dimensión Ratio) o Relación dimensional normalizada: Es la relación del diámetro exterior del tubo (D) a su espesor (e):

$$SDR = \frac{D}{e}$$

Esta nomenclatura viene definida en las normas UNE-EN 1555 y UNE EN ISO 16486.

Para los tubos de polietileno y poliamida, la expresión para el cálculo de la tensión circunferencial se adapta como se indica a continuación:

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot D_m}{2e}; \rightarrow MRS = \frac{P(D-e)}{2e}$$

σ 1 = Tensión circunferencial

P = Presión

Dm = Diámetro medio

e = Espesor

MRS = Mínima resistencia requerida

P = Presión de diseño

D = Diámetro nominal

e = Espesor nominal

teniendo en cuenta que:

$$SDR = \frac{D}{e}$$

sustituyendo, la expresión queda como sigue:

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

$$MRS = \frac{P(SDR-1)}{2}$$

Los SDR más utilizados en los en España son el SDR 11 para PE y PA-U, el SDR 17,6 para el PE y el SDR 17 para la PA-U . Como puede deducirse, a igual diámetro, un valor mayor de SDR equivale a un menor espesor del tubo y, un valor menor del SDR corresponde un mayor espesor del tubo.

Para el cálculo mecánico de los tubos con unas condiciones de presión determinadas, el valor característico de la tensión del material debe estar afectado por un factor de seguridad (coeficiente global de diseño. Este factor varía en función del material y fluido que circule por el tubo. En el caso que el fluido sea gas, el factor de seguridad mínimo que debe emplearse para el diseño mecánico es de 2.

Por ello, la fórmula final para el cálculo mecánico de tubos de polietileno y de poliamida será:

$$\frac{MRS}{C} = \frac{P(SDR-1)}{2} \text{ de donde } P = \frac{2 \cdot MRS}{(SDR-1) \cdot C}$$

MRS = Mínima resistencia requerida (MPa, bar)

P = Presión de diseño (MPa, bar)

SDR = Relación dimensional normalizada

C = Factor de seguridad Coeficiente global de diseño)

Cuando el MRS se expresa en MPa y la P se quiere obtener en bar, dado que un MPa es igual a 10 bar, la relación es la siguiente:

$$P = \frac{2 \text{ x } 10 \text{ MRS}}{(SDR-1) \text{ x } C \text{ x } D_f}$$

Donde:

MRS = Resistencia mínima requerida (MPa)

P = Presión de diseño (bar)

SDR = Relación dimensional normalizada

C = Factor de seguridad o coeficiente global de diseño, que debe ser superior o igual a 2

D_f = Factor de influencia de la temperatura de operación (Temperatura media del gas), siendo el valor a asignar el siguiente:

Temperatura (°C)	10	20	30	40
Df	0,9 (solo para PE)	1	1,1	1,3 (1,25 para PA-U)

El sector gasista en España utiliza el criterio de presión máxima de operación (MOP) que se muestra en la tabla siguiente, para cada SDR y material:

Tabla 10.2 Presiones máximas de operación

Presión máxima de utilización (bar)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

	PE 80	PE 100	PA-U 12 180, PA-U 11 180
SDR 17,6	0,4	5	
SDR 17			11,25
SDR 11	5	10	16

Para redes de distribución de gases de la tercera familia, la elección del espesor de la pared entre los distintos SDR está en función de diversas condiciones; entre ellas, si se espera que el tubo esté en contacto con hidrocarburos líquidos. Si se considera que el contacto con hidrocarburos líquidos abarcará toda la vida de servicio del tubo se recomienda el uso de la serie SDR 11, para una vida de 50 años.

Es admisible la utilización de la serie SDR 17,6 en PE o de SDR 17 en PA-U para 50 años de vida de servicio, si se estima que el contacto con hidrocarburos líquidos solo abarcará 1/5 de la vida de servicio.

El espesor mínimo de pared del tubo es de 2,3 mm para SDR 17,6 y de 3,0 mm para SDR 11.

Las dimensiones características de una tubería son el diámetro exterior nominal, el espesor de la pared y las tolerancias, recogidas en la norma UNE-EN 1555 para PE y UNE-EN ISO 16486 para PA-U. De los diámetros nominales que recoge esta norma los más usuales en la instalación de tubería para gas son los indicados en la tabla 10.3. Para acometidas se usa también el DN 20.

Tabla 10.3 Medidas nominales y $e_{mín}$ (mm)

	PE		PA-U	
DN	SDR 17.6	SDR 11	SDR 17	SDR 11
20	2,3 (*)	3 (*)		3 (*)
32	2 (*)	3		3
40	2,3 (*)	3,7		3,7
63	3,6	5,8	3,8	5,8
90	5,2	8,2	5,4	8,2
110	6,3	10	6,6	10,0
160	9,1	14,6	9,5	14,6
200	11,4	18,2	11,9	18,2
250	14,2	22,7	14,8	22,7
315	17,9	28,6	18,7	28,6

(*) Valores redondeados

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Tuberías de PE: Las tuberías, según la tolerancia admitida en el diámetro exterior medio, se clasifican en grado A y en grado B, de acuerdo con la norma UNE-EN 1555-2. Las tolerancias admitidas siempre son por exceso, siendo el grado B más restrictivo que el A. En general, las de grado A sólo se admiten para diámetros iguales o superiores a 315 mm.

Tuberías de PA-U: Se fabrican tuberías con tolerancias según la norma UNE- EN -ISO 16486.

10.4. Formas de suministro

Dependiendo de las necesidades de cada compañía de gas, las tuberías de PE y PA-U podrán ser suministradas en barras, rollos o bobinas. Estas últimas están formadas por una estructura metálica en la que se enrolla la tubería.

Los criterios generales según el diámetro del tubo suelen ser:

- **Barras:** Generalmente en longitudes de 6 a 12 m. para diámetros iguales o superiores a 110 mm. En algunos casos excepcionales para diámetros inferiores a 110 mm.
- **Rollos:** Generalmente en longitudes de 50, 100, 150, 200 o 300 m. según criterios de la compañía, para diámetros menores o iguales a 110 mm.
- **Bobinas:** Generalmente en longitudes aproximadas de 200, 500, 1.000 y 1.500 m., para diámetros de 63, 90 y 110 mm.

En el caso de tubos suministrados en rollo o bobina el diámetro máximo de curvatura que se puede aplicar el tubo de polietileno o poliamida es de 20 veces su diámetro.

10.5. Tipos de accesorios

Los accesorios de PE y PA-U para tubo de polietileno y poliamida pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Accesorios para canalización;
- Accesorios para derivación (generalmente acometida).

Dentro de ellos también se pueden clasificar según la técnica de soldadura que se emplee para la unión entre sí, o con la tubería, por la forma de fabricación, y en algunos casos incluso por su presión máxima de servicio. Por lo tanto podemos tener los siguientes tipos de accesorios:

10.5.1. Accesorios de canalización (o de línea)

a) Accesorios para la soldadura a tope

Los accesorios inyectados son fabricados por medio de moldes en los que como su nombre indica, se inyecta la materia prima (PE o PA-U) obteniendo como resultado una sola pieza. Se encuentran dentro de esta categoría los tapones, reducciones, codos de 45º y 90º, tes iguales o reducidas y los portabridas.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

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

b) Accesorios para la soldadura por electrofusión

Comprenden: manguitos, codos de 45º y 90º, reducciones, tapones, tes y transiciones PE/PA-U-acero y PE-elementos metálicos roscados.

Los accesorios electrosoldables disponen de una resistencia eléctrica y se sueldan las dos embocaduras de una vez Además, en ambos casos pueden incorporar topes centrales. Estos topes son unos resaltes incorporados en el interior de los accesorios con objeto de que cuando se introduzca el tubo dentro del accesorio quede en la posición correcta. También se utilizan como referencia para tomar la distancia que ha de entrar el tubo dentro del accesorio.

Los portabridas generalmente son accesorios de igual dimensión que la tubería. Se unen mediante manguitos electrosoldables.

10.5.2. Accesorios de derivación

Accesorios para la soldadura por electrofusión

- **Toma simple:** Son accesorios para efectuar derivaciones sobre tuberías sin carga. Generalmente son salidas macho para unir a tubo mediante manguito electrosoldable;
- **Toma en carga:** Son accesorios para efectuar derivaciones sobre tuberías en carga. Disponen de un elemento perforador en su interior. La salida es siempre macho para unir a tubo mediante manguito electrosoldable. También se utilizan en canalizaciones de nueva construcción. Su campo de aplicación depende de la gama del fabricante.

Según el diseño de este tipo de accesorios la soldadura se realiza alrededor del tubo o en una zona localizada del mismo. La sujeción del accesorio sobre la tubería antes de soldar puede efectuarse mediante:

- El apriete de una pinza;
- El atornillado de las dos medias secciones en las que está dividida la pieza;
- El encaje de las dos secciones en las que está dividida la pieza.
- Utilización de aparatos especiales que mantienen el tubo y el accesorio unidos al someterlos a una tensión de compresión.

Este tipo de sujeción se realiza con accesorios que se sueldan sobre superficies puntuales del tubo y no disponen de parte interior.

Su campo de aplicación depende de la gama del fabricante. Para derivaciones simples el tubo base oscila en diámetros de 63 a 315 (200 para PA-U) mm, y la salida suele ser generalmente a 63 mm. En España los más usuales son: 63 x 63; 90 x 63; 110 x 63; 160 x 63; 200 x 63.

Para derivaciones en carga los diámetros de los tubos base van desde 40 (63 para PA-U) a 315 (200 para PA-U) mm, y las salidas son de diámetros de 20, 32, 40y 63 mm (32 y 63 para PA-U).

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.6. Marcado

El color de las tuberías para la canalización de gas depende del tipo y características del material y van marcadas generalmente con las indicaciones requeridas por la norma UNE-EN 1555-2 y UNE-EN ISO 16486-3.

Color de las tuberías

- PE 80: Color amarillo
- PE 100 – SDR 17,6: Color amarillo anaranjado
- PE 100 – SDR 11: Color negro con bandas anaranjadas (también pueden ser de color amarillo anaranjado).
- PA-U: amarillo

Marcado de las tuberías

- Número de la norma (UNE-EN 1555 o UNE-EN ISO 16486)
- Nombre o marca del fabricante
- Para tubos DN ≤ 32:

  —Diámetro nominal x espesor de pared nominal
- Para tubos DN > 32:

  —Diámetro exterior nominal

  —SDR
- Grado de tolerancia (sólo para tubos DN 315) (solo para PE)
- Material y designación (por ejemplo: PE 100)
- Información del fabricante (período de fabricación, año y mes, en cifras o código, y nombre o código del lugar de fabricación, si produce en distintos lugares)
- Fluido interno.

Marcado adicional:

- Tipo de compuesto que ha servido de base
- Lote de fabricación
- Metraje

Ejemplo PE: UNE- EN 1555- XXX- PE100 - SDR11-DN315-B -GAS- 12/03-F41-L247=125=

Ejemplo PA-U: UNE- EN ISO 16486- XXX- PA-U 12 180 - SDR11- DN110-GAS- 12/03-F41-L247=125=

Cada accesorio debe ir marcado con las siguientes indicaciones requeridas por la norma UNE-EN 1555-3 o UNE-EN ISO 16486-3:

- Número de la norma

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

- Nombre y/o marca del fabricante
- Diámetro(s) exterior(es) nominal(es) del tubo
- Material y designación (PE80, PE100, PA-U 12 180)
- Serie de aplicación del diseño (S 5, S 8) (para PE)
- Intervalo de SDR para fusión (por ejemplo: SDR 11 - SDR 26)
- Información del fabricante (período de fabricación, año y mes, en cifras o código, y nombre o código del lugar de fabricación (solo PE), si el fabricante produce en distintos lugares)

Marcado adicional:

- Tiempo de soldadura (accesorios electrosoldables)
- Tiempo de enfriamiento (necesario para poder retirar alineadores, redondeadores y sistemas de apriete)
- Voltaje aplicable, en el caso de accesorios electrosoldables

10.7. Campo de aplicación en redes de distribución

El campo de aplicación de tubos y accesorios de PE es:

Presión	DN	Tipo de PE		Tipo de PA-U	
		PE 80	PE 100	PA-U 12 180	PA-U 11 180
MOP ≤ 2	< 63	SDR 11	SDR 11		
	63 ≤ DN < 90	SDR 11	SDR 17,6		
	≥ 90	SDR 17,6* SDR 11	SDR 17,6		
2 < MOP ≤ 5	< 63	SDR 11	SDR 11		
	≥ 63	SDR 11	SDR 17,6		
5 < MOP ≤ 10	Todos	No utilizado	SDR 11		
0 < MOP ≤ 11,25	Todos			SDR 17	SDR 17
10 < MOP ≤16	Todos			SDR 11	SDR 11

* Sólo para MOP ≤ 0,4 bar

10.8. Almacenamiento y manejo

10.8.1. General

Deberá tenerse cuidado durante el transporte, manejo y almacenamiento de los tubos y accesorios de polietileno y poliamida, para asegurar en todo momento que se conservan las propiedades y con-

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

diciones especificadas que pueden verse afectadas por factores ambientales, como pueden ser la flexibilidad y la resistencia a la rotura a bajas temperaturas.

10.8.2. Almacenamiento

Para el almacenamiento del polietileno y poliamida se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se recomienda almacenar en locales cubiertos y cerrados, donde no se sobrepasen temperaturas superiores a 40 ºC ni inferiores a -5 ºC, sobre superficies planas y lisas y en posición horizontal;
- En épocas calurosas y en caso de almacenaje a la intemperie se evitará la acción directa de los rayos solares, optando por lugares sombreados y cubriendo convenientemente los tubos;
- Se almacenarán alejados de productos químicos agresivos como detergentes, ácidos, hidrocarburos, líquidos, etc;
- Los materiales han de ser inspeccionados en el momento de la recepción, evitando almacenar cualquier producto con algún tipo de daño;
- Tanto las tuberías como los accesorios han de ser usados según su orden de entrada en el almacén, con el objeto de asegurar una correcta rotación de los stocks, evitando los almacenamientos prolongados;
- Los tubos en barra deben ser apilados cuidadosamente, formando capas horizontales y colocándolos paralelamente, con los extremos protegidos para evitar la entrada de elementos extraños. La altura máxima del apilado es de 1 m para evitar deformaciones por aplastamiento;
- Si no hay paredes de contención para evitar el desplome de la pila, deberán asegurarse los tubos extremos de la capa inferior con cuñas de madera o tierra blanda. En caso de utilizar las cuñas, deberá procurarse que estas no tengan cantos vivos. La separación entre ellas será de un metro aproximadamente;
- Si las barras se atan y se colocan en pallets sobre superficie plana se permite el almacenaje de 3 pallets, ya que el peso lo sostienen la madera y no la barra;
- Las tuberías fabricadas en rollos se apilarán de forma paralela al plano horizontal sobre pallets o superficies no abrasivas en alturas inferiores a 1,5 m. Nunca se almacenarán verticalmente para evitar la ovalización del material;
- Si se desata un rollo para cortar un trozo de tubo, es conveniente atarlo de nuevo sin apretar excesivamente las ligaduras para evitar sesgaduras;
- Las tuberías almacenadas en bobinas se colocarán verticalmente y paralelas unas a otras, vigilando que la última capa quede a distancia suficiente del aro o corona exterior de la bobina para que al depositarla en el suelo no se produzcan daños;
- En todos los casos se procurará que los tubos permanezcan el menor tiempo posible a pie de obra para evitar agresiones;

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.8.3. Transporte

El transporte se realizará en vehículos con superficies planas, con ausencia aristas cortantes que puedan dañar el polietileno o poliamida.

Las superficies en contacto con la tubería deberán estar totalmente limpias, evitando aceites y productos químicos.

Preferentemente los tubos deben descansar por completo sobre la superficie del vehículo. Si esta superficie no es completamente plana se colocarán virutas u otro material que proporcione un superficie de apoyo completa. Se evitará que sobresalgan de la parte posterior más de 40 cm. Si sobresale por la parte superior de la cabina, ésta llevará a tal efecto, un tubo en forma de “U” donde se apoyarán las barras.

Los extremos de los tubos deben ser protegidos mediante sacos o mantas durante el transporte para evitar su deterioro.

Las barras irán convenientemente estibadas sobre la caja del vehículo y nunca se sobrepasará la altura del apilado máxima de 1 m no colocando ningún otro material sobre ellas.

En ningún caso se usarán cables metálicos o cadenas para sujetar las tuberías. Las barras irán atadas con cuerdas, cintas de lona o similares, de tal manera que no se produzcan daños en el material. Si se hubiesen almacenado en pallets, se transportarán de la misma manera.

No deben someterse las tuberías a ningún tipo de esfuerzo, evitando poner sobre ellas cualquier material pesado para evitar la ovalación de las mismas.

Se permite transportar en el interior de los tubos de mayor diámetro, otros de menor diámetro.

Los rollos se colocarán, siempre que sea posible, de forma horizontal pudiéndose apilar varios de ellos. Si las dimensiones del rollo obligan a un transporte en posición vertical, se reducirá al mínimo el tiempo de transporte para evitar ovalizaciones.

El transporte de bobinas se realizará de forma vertical y paralelas unas a otras, estando perfectamente sujetas para evitar desplazamientos en el vehículo.

El vehículo podrá llevar lona de protección en su parte superior, aunque no es imprescindible. La colocación de la lona es especialmente importante en los transportes que se realizan en verano cuando la temperatura supere los 40 ˚C.

Si el transporte es manual, los tubos deben ser manipulados por dos personas para evitar que los extremos se arrastren por el suelo.

10.8.4. Inspección a la recepción en obra

Se inspeccionarán los tubos y accesorios, y se rechazarán los que tengan defectos superficiales longitudinales de profundidad superior al 10 % del espesor de pared nominal a lo largo de tres diámetros.

Todos los materiales rechazados serán apartados de forma adecuada y, mientras permanezcan en la obra deberán estar claramente marcados con la identificación: NO UTILZAR - MATERIAL DEFECTUOSO. Deben ser marcados de forma visible e indeleble, en el centro del tubo o del accesorio y en cada una de sus bocas.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.8.5. Despliegue de rollos y bobinas

Si los tubos se suministran en barras la descarga se efectuará con carretilla elevadora con las uñas protegidas, grúa especialmente preparada o a mano, sobre superficies adecuadas para evitar daños en el material. Las barras no se harán rodar por el suelo y en el caso de que esto sea necesario, se hará sobre tacos de madera de bordes redondeados o elementos similares. Nunca se elevarán las barras utilizando cables metálicos, de modo que puedan producirse flexiones excesivas en el material o cortes por los cables.

Los tubos suministrados en rollos serán manipulados sobre carretillas elevadoras con acolchamiento en las zonas en contacto con el material, a mano entre uno o más operarios, evitando roces con el suelo o superficies abrasivas, o mediante grúas cuidando de sujetar los rollos con cintas o correas con bordes redondeados de modo que no dañen el material.

Las bobinas se manipularán por rodadura o elevación mediante grúa.

Durante el proceso de descarga el material no tendrá contacto con productos químicos o focos de calor.

Antes de desatar los rollos o las bobinas deberá comprobarse que las cintas o bandas que los sujetan no estén dañadas. El proceso del desatado de rollos o bobinas deberá ser realizado al menos por dos personas, excepto cuando se utilice un portabobinas diseñado para restringir el movimiento de la capa exterior al desatarla.

No deberán desatarse los rollos o bobinas hasta que sea necesario emplearlos, y se desatarán sólo las capas necesarias para dejar libre la longitud de tubo que se tenga que utilizar inmediatamente.

Una vez cortada una longitud determinada de tubo, se colocará de nuevo el tapón en el extremo del mismo que quede en el rollo o bobina, y se comprobará que las cintas o bandas de sujeción no han sufrido daños.

Deberá tenerse cuidado en no dañar el tubo al cortar las cintas o bandas y si se utiliza un portabobinas, se evitará que el tubo pueda rayarse en contacto con el suelo o con otros objetos.

10.8.6. Descenso del tubo a la zanja

Durante las operaciones de descenso del tubo en zanja, no se permitirá que nadie esté situado por debajo del tubo suspendido en ningún punto de su recorrido.

Antes de iniciar el descenso, se comprobarán las condiciones de seguridad de la zanja en cuanto a entibaciones, pasos de peatones, cruces con otros servicios, etc., siguiendo para ello las directrices que establecidas por la empresa distribuidora de gas.

Al descender el tubo al fondo de la zanja deberá tenerse el máximo cuidado en evitar arañazos y golpes al tubo por contacto con los lados y el fondo de la zanja. Cuando se desciendan tubos rectos, no se emplearán en ningún caso cables o cadenas. Se tomarán precauciones especiales para evitar daños a los tubos cuando deban pasar por debajo de obstáculos en la zanja.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.9. Tendido de tubería

10.9.1. General

Salvo en los casos en que se utilicen métodos de tendido sin excavación, las tuberías de polietileno y poliamida deberán tenderse en zanjas que cumplan lo especificado en la norma técnica de la empresa distribuidora de gas.

Deberán tomarse las precauciones necesarias para garantizar la seguridad del personal que intervenga en los trabajos, y del público en general durante el tiempo que duren los trabajos. Deberá prestarse especial atención a la previsión de tránsito de ancianos y disminuidos físicos por la zona de la obra.

Los tubos de las redes de distribución deberán ser instalados exclusivamente por personal competente debidamente acreditado, empleando el equipo preciso para realizar la obra de acuerdo con las normas aplicables.

10.9.2. Preparación

Una vez realizado el acopio de los materiales en obra y antes de su montaje, deberá examinarse el estado de los tubos y los accesorios y se comprobará que no existen obstrucciones o tapones.

La profundidad mínima de enterramiento de la tubería y las distancias a otros servicios serán las que se indican en la unidad 6 de estas especificaciones técnicas y cuando dichas distancias no puedan respetarse, se instalarán las protecciones necesarias indicadas en la misma unidad.

10.9.3. Tendido

Deberán tomarse precauciones para evitar dañar los tubos y accesorios durante todo el proceso de tendido de la tubería. Los cambios de dirección de una tubería de polietileno o poliamida durante la construcción se conseguirán por medio de codos o de curvas prefabricadas si la flexibilidad natural del polietileno o la poliamida no permite una flexión natural segura.

Cuando la tubería toma una curvatura, los tubos deben ser colocados de tal forma que el radio de curvatura mínimo sea superior a 20 veces el diámetro del tubo. También se procurará que no queden las soldaduras en una zona curva. Cuando por causas justificadas la soldadura quede en una zona curva, el radio de curvatura ha de ser superior a 25 veces el diámetro del tubo. Los cambios de dirección con radios inferiores a los valores anteriores se realizarán utilizando accesorios (codos) y elementos apropiados.

No podrá realizarse, bajo ningún concepto, el curvado de tubos a máquina o mediante aplicación de calor. Se excluyen de esta prohibición las máquinas de enderezar tubos suministrados en rollos o bobinas.

Las tuberías se instalarán enterradas y caso de instalación aérea, se utilizará la protección que indique la empresa distribuidora de gas. La protección contra la luz solar deberá extenderse a la tubería situada en zanja en el caso de que ésta deba permanecer abierta durante períodos relativamente largos.

El tubo se instalará siempre sin tensiones para lo cual se procederá de la siguiente forma:

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

ß El tubo se colocará en la zona con ondulaciones en el plano horizontal con el fin de absorber posibles contracciones térmicas, tal como se indica en la Figura 10.8.

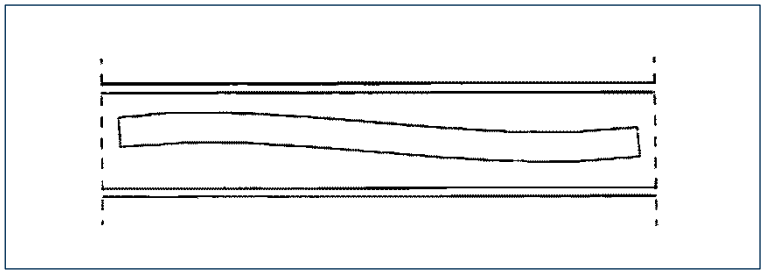


Figura 10.8: Trazado en el tendido de PE

Cuando se usen contratubos, el tubo de gas deberá estar convenientemente soportado en la entrada y salida del contratubo, para evitar el contacto con los bordes agudos a la entrada y la salida de dicho contratubo.

Cuando se apriete o afloje un enlace por juego de portabridas, debe asegurarse que no se transmitan movimientos ni esfuerzos de torsión al tubo.

Deberán tenerse en cuenta los posibles efectos sobre el tubo de los movimientos relativos del suelo (asentamientos) o de las construcciones adyacentes o por efecto de las variaciones de temperatura.

Durante el tendido y antes del relleno y tapado de la zanja, se examinará la tubería para cerciorarse que no existen defectos de magnitud superior a los límites establecidos.

10.10. Unión de tubos y accesorios de polietileno y poliamida

La unión de tubos y accesorios deberá realizarse siempre mediante soldadura por fusión, tal como se indica en el apartado 10.10.1. No se admitirá en ningún caso unir tubos de polietileno o poliamida mediante enlaces mecánicos o juegos de portabridas.

La transición de polietileno y poliamida a otros materiales se realizará por manguitos termorretráctiles, preferentemente, juegos de portabridas o enlaces fijos de transición PE/PA-U-Ac, tal como se indica en el apartado 10.10.2.

10.10.1. Unión mediante soldadura

10.10.1.1. Requisitos generales

Las técnicas de unión mediante soldadura por fusión utilizadas en España para la construcción de sistemas de distribución de gas de polietileno y de poliamida son la unión por termofusión a tope y la unión por electrofusión.

La técnica de unión puede variar según el tipo y diámetro de los tubos y accesorios empleados.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Cuando se utilicen accesorios macho largos polivalentes, aptos para unión por termofusión a tope o por electrofusión, deberá utilizarse, siempre que sea posible, la técnica de termofusión a tope cuando el SDR del extremo macho del accesorio coincida con el del tubo, y la técnica de electrofusión, en el caso de que sean diferentes o, en el caso de que siendo iguales, no pueda utilizarse la unión por termofusión a tope. Por lo tanto, está totalmente prohibido realizar uniones por termofusión a tope entre tubos y, o, accesorios con extremos espiga-macho de diferente SDR.

Se evitará realizar la unión de tubos por termofusión a tope o por electrofusión cuando la temperatura ambiente sea superior a 40 °C inferior a -5 °C, o en condiciones meteorológicas adversas (fuertes vientos, lluvia, .etc.). Si es inevitable realizar la soldadura en estas condiciones, debe acondicionarse la zona de ejecución de la soldadura a la temperatura adecuada, mediante una caseta de lona o similar atemperada que cubra en la zona de trabajo.

La distancia entre soldaduras, ya sean de tope o por electrofusión, será como mínimo la que permita la colocación del utillaje necesario. En cualquier caso, se seguirán las indicaciones al respecto de la empresa distribuidora de gas.

Se extremarán las medidas de limpieza tanto de las superficies a unir como de las placas calefactoras en el caso de equipos para termofusión a tope, así como el estado de conservación del equipo de soldadura.

El extremo de la tubería a unir deberá cortarse a escuadra, preferentemente con cortatubos, y eliminarse cualquier rebaba producida en el corte, así como refrentarse la superficie transversal del tubo, en el caso de unión por termofusión a tope, y rasparse la superficie longitudinal exterior del tubo, en el caso de unión por electrofusión

Una vez refrentada la superficie transversal del tubo o raspada la superficie longitudinal exterior del mismo, según el caso, ya no deben tocarse estas superficies hasta haber finalizado el proceso de unión.

Los accesorios electrosoldables deberán permanecer dentro de su envoltorio de plástico hasta el momento de su utilización. Se tendrá especial cuidado de no contaminar las superficies de unión del accesorio, y no deberán tocarse las superficies de unión con los dedos.

A la hora de realizar la unión por termofusión a tope o por electrofusión, es fundamental inmovilizar correctamente los tubos y/o accesorios a unir, y deberá evitarse cualquier movimiento de alguna de las partes.

Antes de empezar la construcción de una canalización de polietileno o poliamida, la empresa encargada de realizar los trabajos de obra mecánica deberá asegurar que sus técnicos están debidamente acreditados en las técnicas de unión por termofusión a tope y/o por electrofusión.

Todas las uniones realizadas se marcarán siempre con los datos que requiera la empresa distribuidora de gas, incluyendo como mínimo los siguientes:

- Fecha
- N° de identificación del soldador
- N° de soldadura

Para realizar estas uniones por electrofusión o por termofusión a tope, deberán seguirse los procedimientos de soldadura descritos a continuación.

El campo de aplicación de las dos técnicas de soldadura (tope y electrofusión) es el indicado en la tabla 10.6.

Tabla 10.6 Campo de empleo de técnicas de soldadura de PE y PA-U

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

DN	SDR	Electrofusión	Tope
20	11	SI	NO
32	11	SI	NO
40	11	SI	NO
63	11	SI	NO
63	17,6 (PE 100)	SI	NO
90	11	SI	NO
90	17,6 (PE 100)	SI	NO
110	11	SI	SI
110	17,6/17	SI	SI
160	11	SI	SI
160	17,6/17	SI	SI
200	11	SI	SI
200	17,6/17	SI	SI
315	17,6/17	SI	SI

10.10.1.2. Soldadura a tope

a) Generalidades

La soldadura por termofusión a tope consiste en la unión de tubos entre sí o de tubos con accesorios, ambos de idéntico diámetro y espesor de pared, por calentamiento previo de las zonas de unión y posterior unión bajo presión.

Este tipo de unión se emplea para diámetros iguales o superiores a 110 mm.

La maquinaria de nueva adquisición que se pretenda utilizar para efectuar todas las operaciones, deberá cumplir con los requisitos que establezca la empresa distribuidora de gas.

Antes de efectuar cualquier soldadura debe comprobarse que la máquina se encuentra revisada y con los certificados de calibración vigentes.

b) Operativa general

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 SUJECIÓN según el diámetro a soldar.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

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.

l) En la máquina para soldar a tope, con sus mordazas separadas entre sí en su punto máximo y equipadas con los suplementos adecuados para el diámetro del tubo, se colocarán ambos tubos con sus extremos limpios y cortados lo más perpendicularmente posible a sus ejes, asegurando que ambos son de idéntico diámetro y espesor (Figura 10.9). Dado que los extremos a soldar pueden estar dañados, se han de cortar los últimos 5 cm. La marca del fabricante, siempre que sea posible deberá quedar en la parte superior del tubo para que sea visible una vez colocado en zanja.

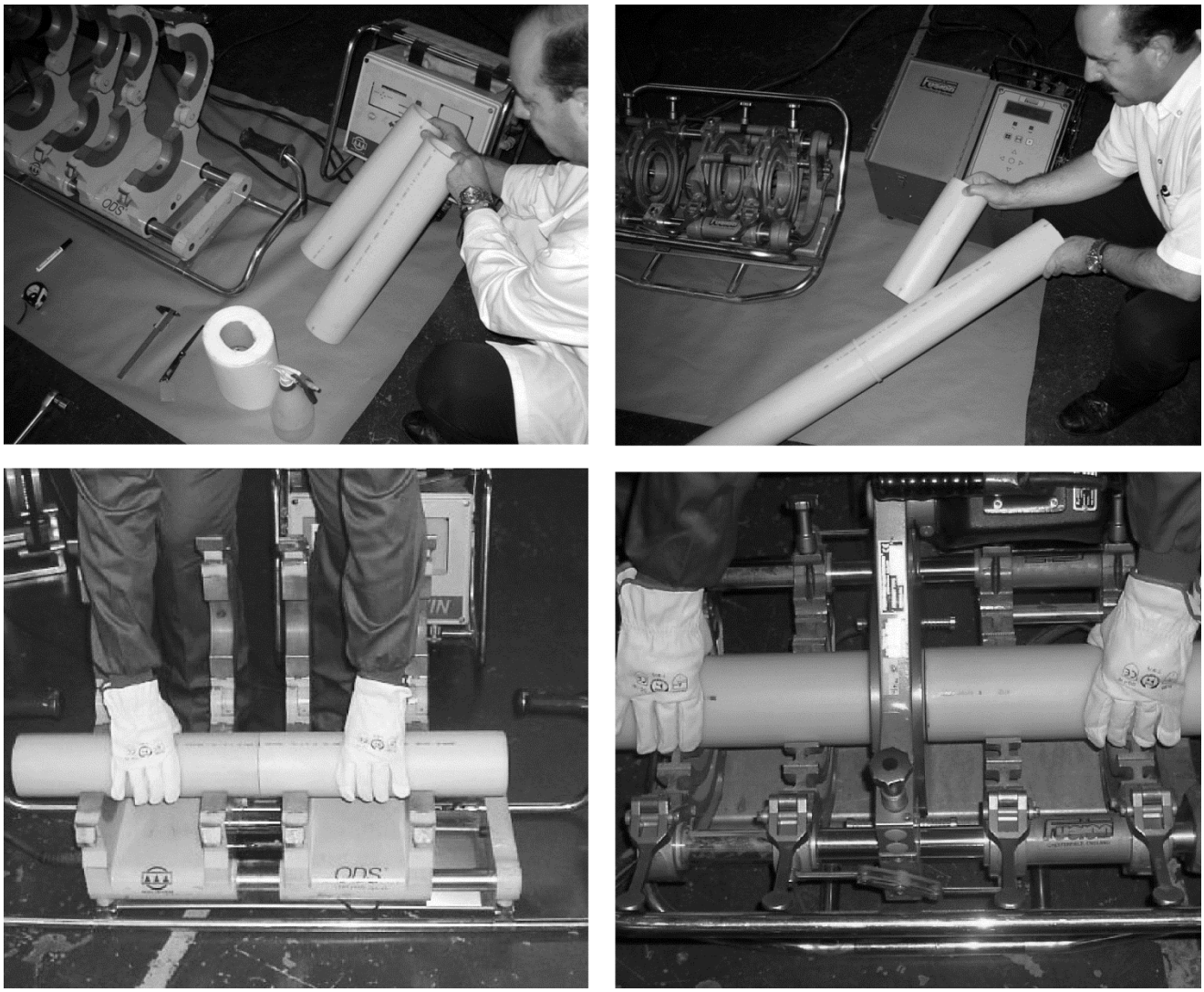


Figura 10.9 Soldadura a tope. Colocación de tubos

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.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.





Selección de parámetros

II) Colocar el plato refrentador en el apoyo de deslizamiento entre ambas mordazas, ponerlo en marcha y, con el elemento motorizado de accionamiento de la mordaza móvil, ejercer presión hasta que en los extremos de ambos tubos tenga lugar un corte con producción de viruta continua (Figura 10.10).

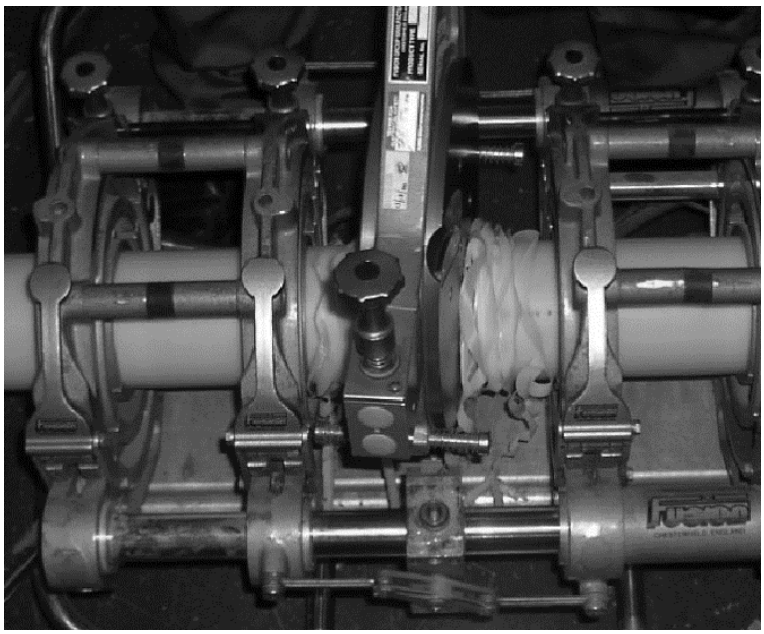


Figura 10.10 Refrentado

III) Apartando previamente la mordaza móvil, detener el motor de accionamiento del plato refrentador y retirar éste del apoyo de deslizamiento (Figura 10.11).

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

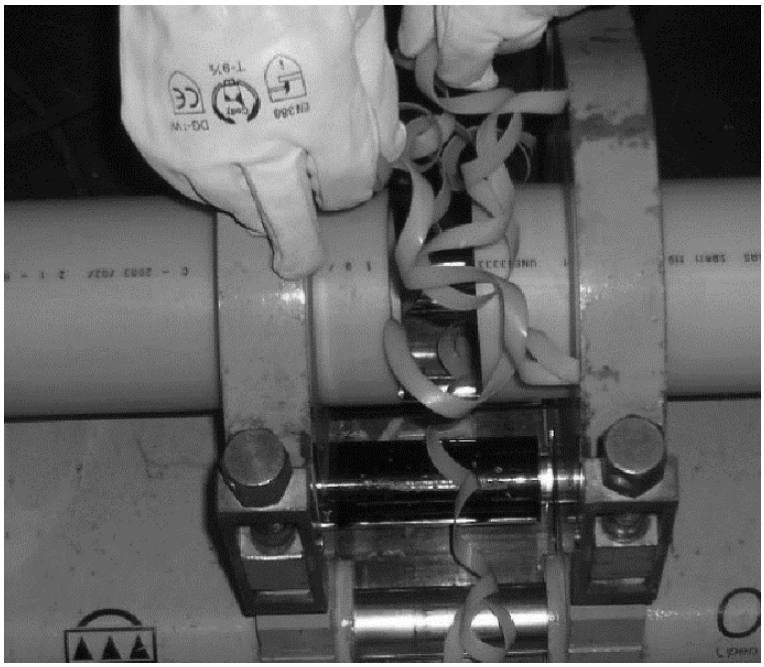


Figura 10.11 Retirada de la refrentadora

IV) Previa retirada de las virutas producidas, evitando el contacto de las manos con las superficies a soldar, aproximar la mordaza móvil a la fija, con lo que se aplicarán entre sí los extremos de los tubos para comprobar su alineación y eventual desviación de los planos mecanizados (Figura 10.12).

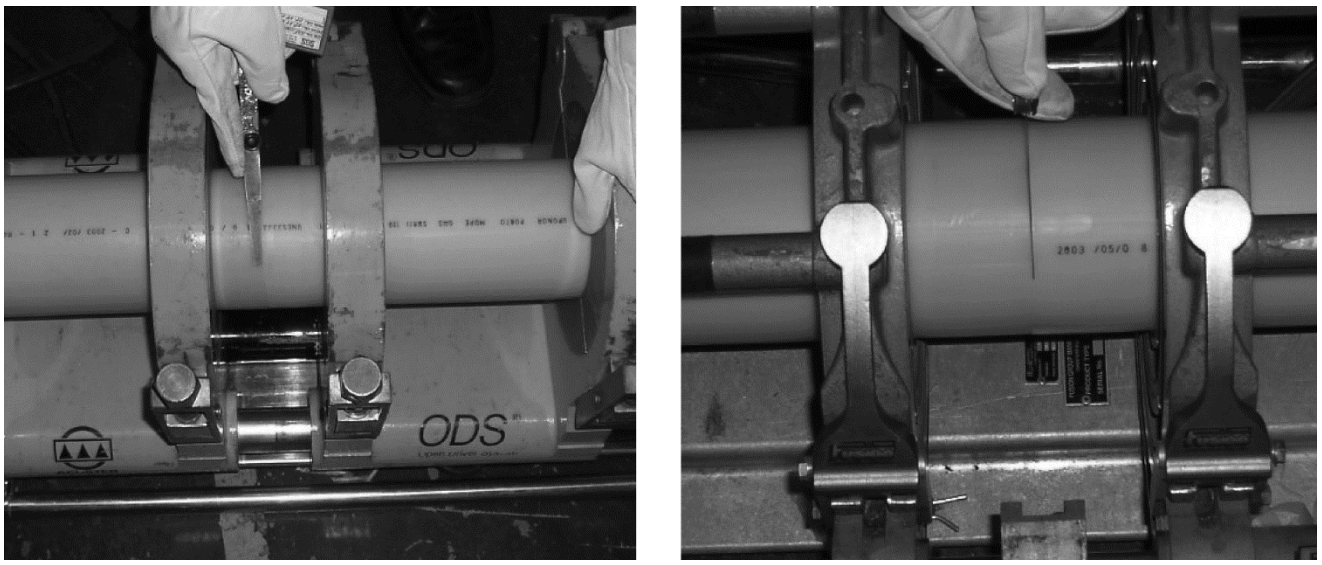


Figura 10.12 Verificación de alineación

—Tolerancia máxima de alineación (mm)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

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 máxima admisible de corte 0,5 mm

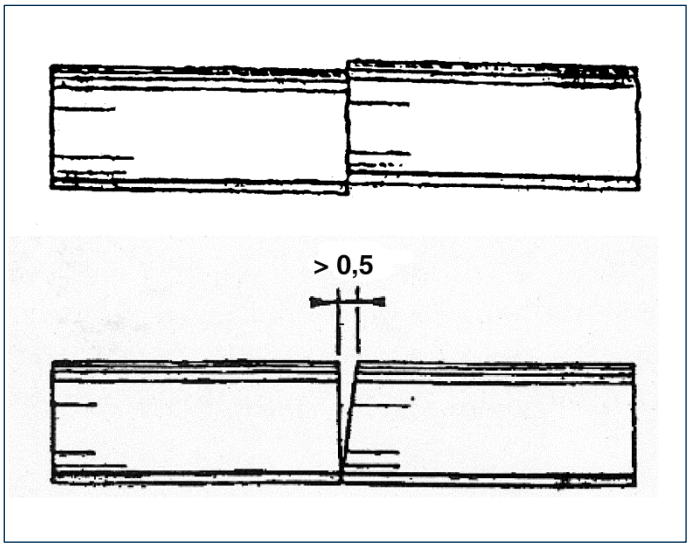


Figura 10.13 Verificación de alineación y refrentado

V) Comprobar, y en su caso corregir, la alineación y el refrentado de los tubos (Figura 10.13).

VI) Determinación de la presión o fuerza de soldadura:

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.

VII) Limpiar las superficies a soldar con isopropanol y papel celulósico. Limpiar la placa calefactora sólo con papel celulósico y colocarla en el apoyo de deslizamiento entre las mordazas, habiendo efectuado previamente las siguientes inspecciones sobre la placa calefactora:

- comprobación del buen estado del teflonado (ambas caras);
- comprobación del buen estado de las superficies (limpieza, ausencia de golpes, etc.);

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

- control de temperatura (verificación de la temperatura indicada en el módulo de la máquina, que debe estar entre 200 y 220 °C para el PE y entre 220 ºC y 240 ºC para la PA-U);
- comprobar el correcto funcionamiento de la caja reguladora.

VII) Insertar la placa calefactora y validar en el módulo electrónico de la máquina el proceso de soldadura (Figura 10.14).





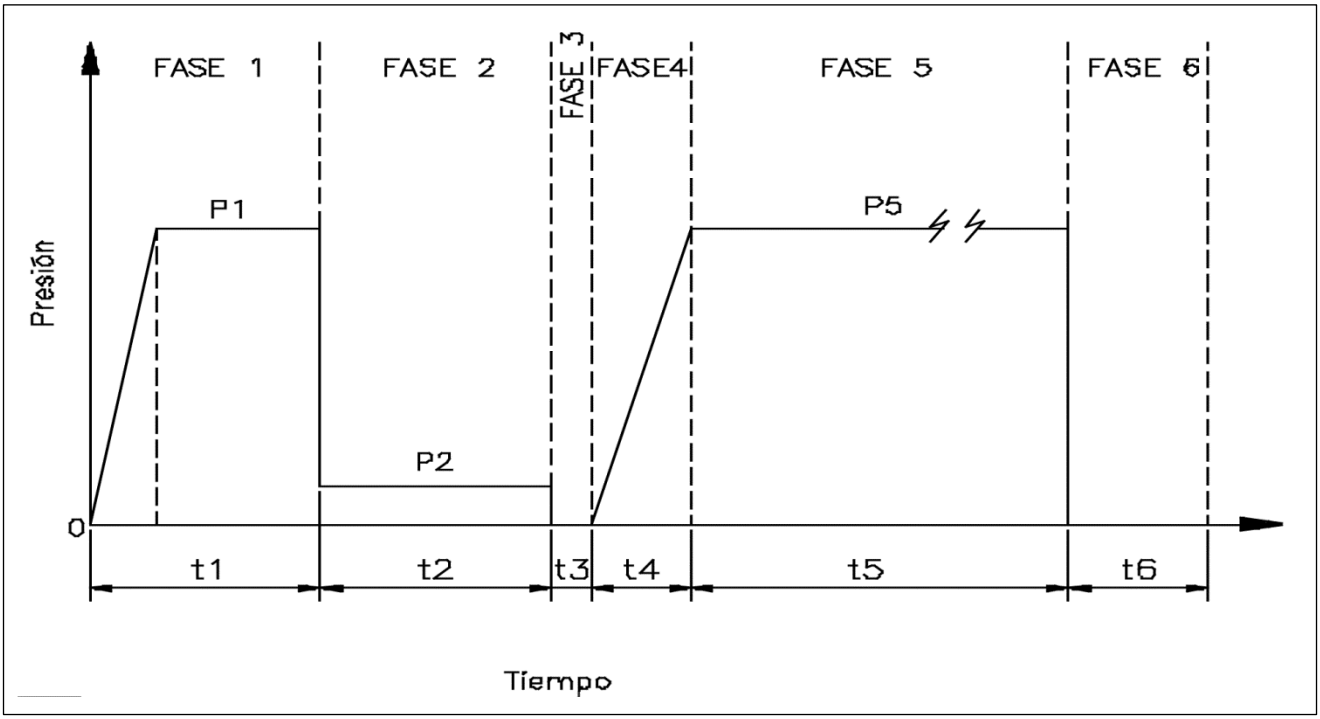
Figura 10.14 Calentamiento

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

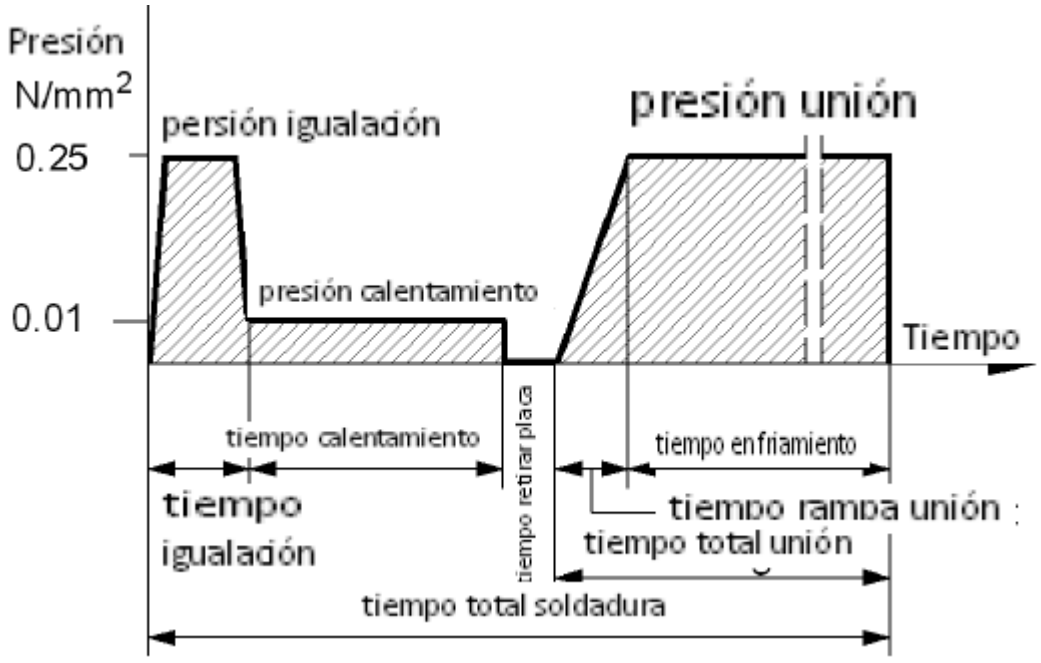
X) Realizar una inspección visual de la soldadura comprobando que la anchura del bordón está dentro de los límites establecidos para cada máquina.

XI) Marcar la soldadura como se indica en 10.10.1.1.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.



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.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

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.

c) Control visual de la soldadura a tope:

El control visual, por su sencillez, debe efectuarse en todas y cada una de las soldaduras efectuadas en obra.

Un requisito que deberá cumplir la soldadura a tope bien ejecutada, y que deberá controlarse en la inspección, es la formación de labios de unión continuos e iguales en ambos extremos. Se comprobarán las dimensiones mediante galgas.

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.

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.

Los defectos más usuales en soldadura a tope son:

- **Contaminación:**

  Presencia en la unión de cuerpos extraños, como tierra, material de recubrimiento de la placa calefactora, grasa, etc.

  Este defecto se evita con una correcta limpieza de tubos y placa y un refrentado correcto.

- **Bordón excesivo:**

  Se produce cuando la temperatura de la placa calefactora, las presiones del ciclo o los tiempos de calentamiento son demasiado elevados.

  Este defecto se evita controlando estas variables.

- **Bordón pequeño o en forma de V**

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Se produce cuando la temperatura de la placa calefactora, las presiones del ciclo o los tiempos de calentamiento son demasiado bajos.

Este defecto se evita controlando estas variables.

- **Disminución localizada del bordón:** Usualmente debido a la falta de paralelismo de los extremos a unir, como consecuencia de un refrentado incorrecto.

  Este defecto se evita con un refrentado correcto.

- **Desalineación:**

  Debido a la falta de alineación de los ejes de los elementos a unir.

  Este defecto se evita verificando que se cumplen las tolerancias de alineación y refrentado. En caso contrario se ha de refrentar de nuevo.

- **Deformación local:**

  Se produce cuando la placa calefactora se desliza, especialmente al retirarla, o por contactos involuntarios de cuerpos sobre el tubo o bordón durante su formación.

  Este defecto se evita con una retirada correcta de placa.

- **Bordón no simétrico:**

  Se puede producir por utilizar tubos de diferente SDR o por contacto deficiente entre los extremos a unir con la placa calefactora. En las uniones tubo-accesorio de PA-U es admisible cierta asimetría, prevaleciendo el criterio en la uniformidad de la circunferencia del lado del tubo.

d) Control de soldaduras a tope mediante extracción del bordón

Este método se deberá aplicar cuando la inspección visual aporte dudas sobre la calidad de la soldadura. El método consiste en examinar el bordón exterior tras desprenderlo mediante un útil especial (extractor de bordón o de-beader) que recorre el perímetro de la soldadura cortando el bordón a ras del tubo.

Se examinará el bordón extraído comprobando que su grosor y anchura son uniformes, así como los cuatro puntos siguientes que se detallan en el anexo 10.1:

- Anchura del labio;
- Contaminación;
- Elasticidad;
- Falta de fusión.

10.10.1.3. Soldadura por Electrofusión

a) Accesorios electrosoldables

La soldadura por electrofusión consiste en la unión de un accesorio con el tubo, generando el calor necesario para ello mediante el paso de una corriente eléctrica controlada a través de una resistencia incorporada en el mismo accesorio.

La unión de tubos por este sistema se realiza mediante manguitos electrosoldables (Figura 10.15) o codos, si los tubos son del mismo diámetro, o mediante reducciones si los tubos son de diferente diámetro.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

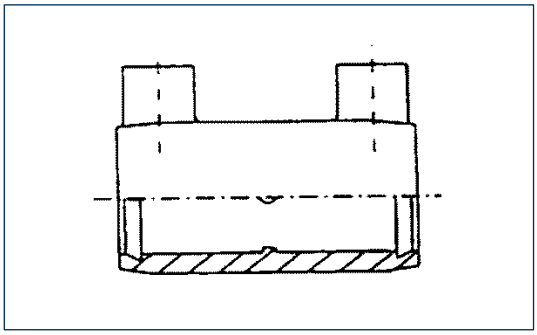


Figura 10.15 Manguito electrosoldable

Las derivaciones pueden realizarse mediante tomas de derivación simple electrosoldables o Tes de toma en carga electrosoldables. En la parte del accesorio de derivación que se aplica sobre el tubo se encuentra un asiento curvo provisto de la resistencia eléctrica.

Existen varios sistemas de fijación de estos accesorios a la tubería. En el accesorio tipo solape o montura (Figura 10.16), éste se sujeta durante la soldadura con una abrazadera de fijación que se retira al final de la operación, o con un soporte tipo pedestal (ver figura 10.32) que lo presiona temporalmente contra el tubo.

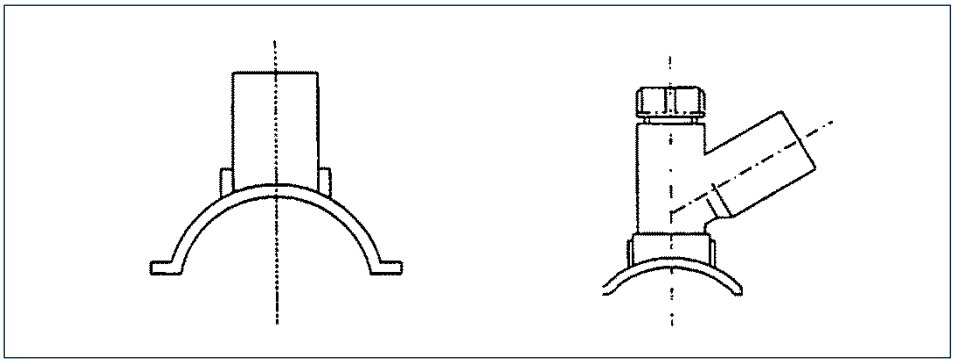


Figura 10.16 Accesorios de derivación

En los accesorios tipo envolvente se fija el asiento a la tubería con una medía sección que se une por atornillado o encaje, la cual puede o no retirarse al finalizar la operación (Figura 10.17). En algunos diseños la media sección inferior se sustituye por flejes o bandas que, una vez tensadas, mantienen el accesorio en posición.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

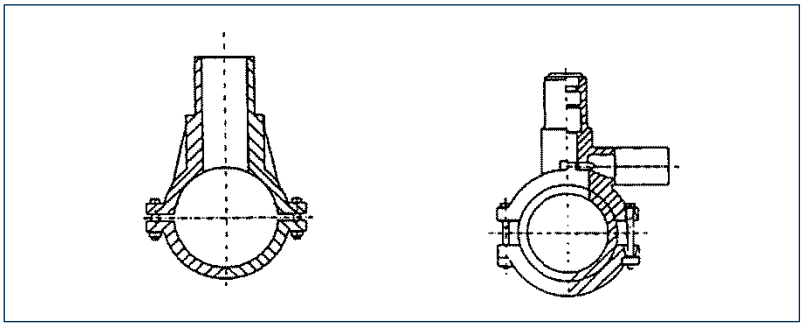


Figura 10.17 Fijación del accesorio de derivación por atornillado o encaje

Todos los accesoríos electrosoldables han de conservar su embalaje original hasta el momento de su utilización.

Tanto los accesorios de línea como los de derivación incorporan códigos de barras con los parámetros de fusión y la información necesaria para trazabilidad de los mismos.





Asimismo, la norma UNE EN 1555 para PE y la norma UNE EN 16486 para PA-U exigen que los accesorios vengan marcados con el intervalo de SDR de los tubos en los cuales pueden instalarse.

La maquinaria a utilizar para efectuar todas las operaciones deberá cumplir con los requisitos que establezca la empresa distribuidora de gas.

Antes de efectuar cualquier soldadura debe comprobarse que la máquina se encuentra revisada y con los certificados de calibración vigentes.

A continuación se describe el procedimiento general de ejecución de la electrosoldadura.

b) Procedimiento para la soldadura de accesorios de línea

La soldadura de accesorios de línea mediante electrosoldadura seguirá las fases siguientes (ejemplo con un manguito electrosoldable, sería igual con otros accesorios de línea, incluidos los CAP):

Verificar que los elementos a unir se encuentran en buen estado, y que el corte del tubo sea perpendicular a su eje.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.





Verificación

I) Marcar extremos:

Sobre cada extremo de tubo se marcará un trazo con rotulador indeleble (Figura 10.18), a una distancia igual a la longitud que debe de entrar en la pieza (ver figuras 10.21 y 10.25), midiendo dicha distancia con un flexómetro.

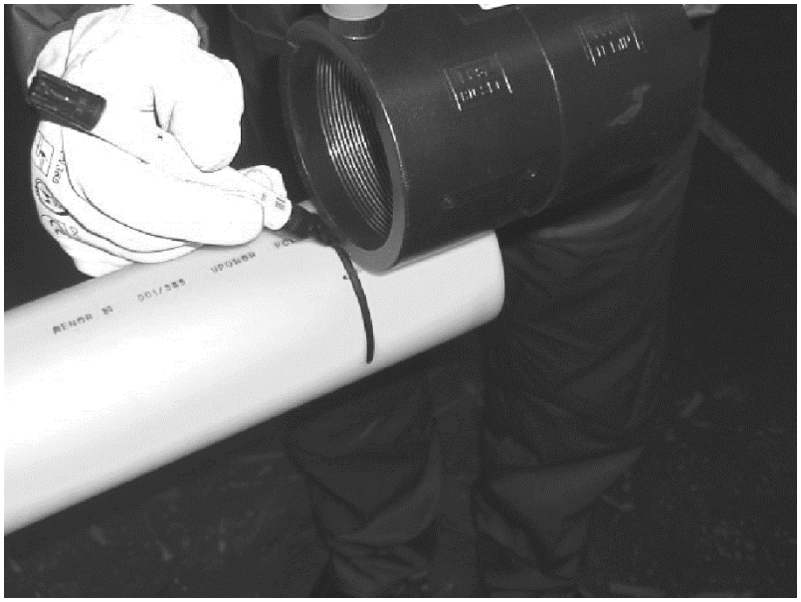


Figura 10.18 Electrofusión. Marcado de extremos

II) Raspar extremos y achaflanar:

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Con un útil adecuado (raspador o pelador), se rasparán los extremos de los tubos en una extensión algo superior a la marcada previamente. También se eliminará la arista externa del extremo del tubo mediante un ligero achaflanado. (Figura 10.19).

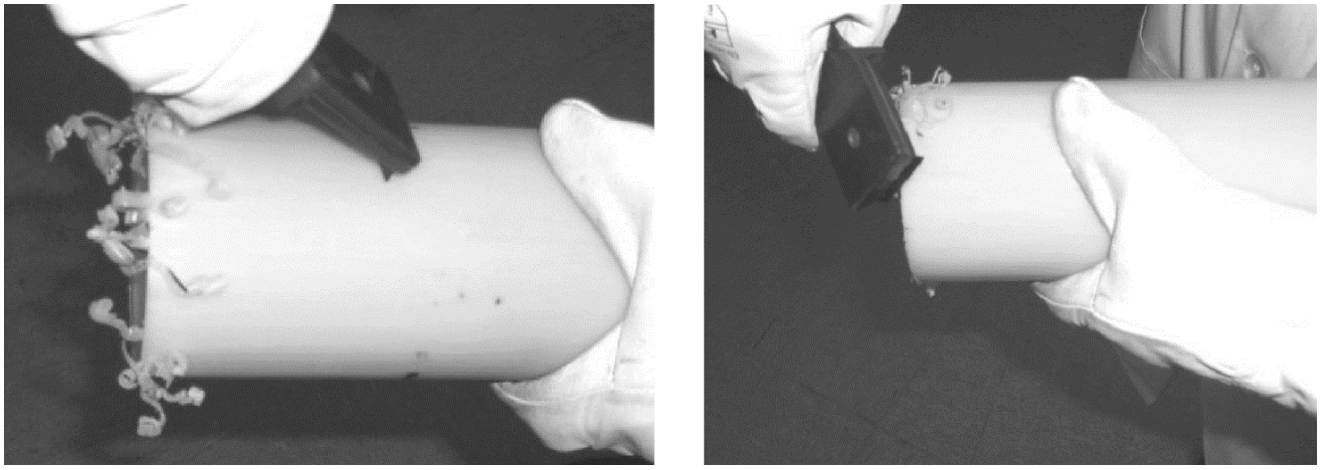


Figura 10.19 Electrofusión. Raspado y achaflanado

III) Limpiar superficies:

Se limpiarán las superficies a soldar, tanto en la parte exterior del tubo como en la interior del accesorio, con papel celulósico e isopropanol (Figura 10.20).

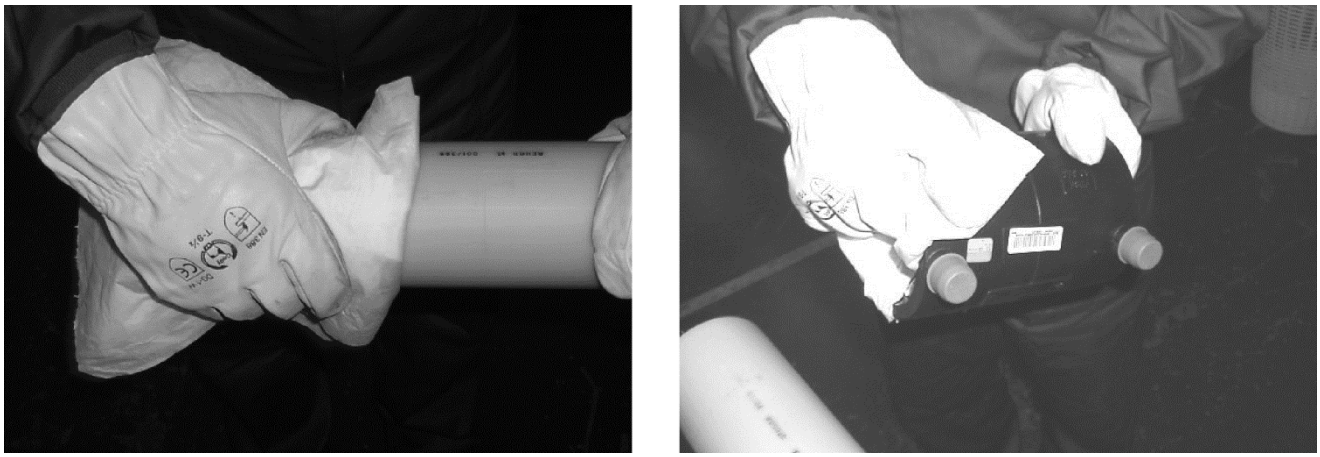


Figura 10.20 Electrofusión. Limpieza

Volver a marcar la longitud que debe entrar en el accesorio con rotulador indeleble apto para tubo de PE/PA-U.

IV) Introducir extremos en el manguito:

Al introducir el manguito, podrá darse una de estas dos situaciones:

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

- Es posible realizar la introducción simultánea de los extremos de los dos tubos a unir dentro del manguito (Figura 10.21).

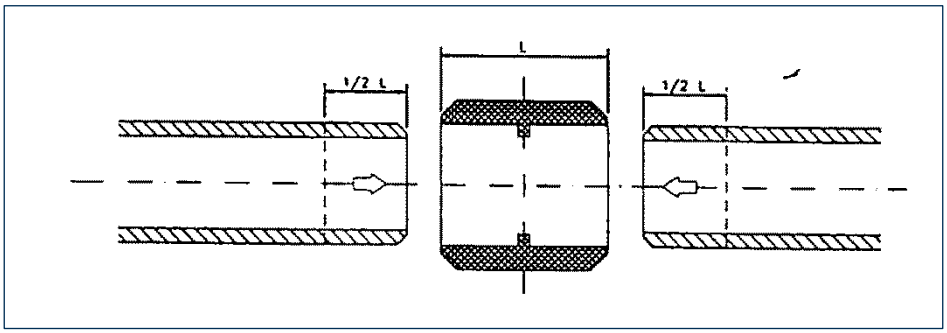


Figura 10.21

No es posible introducir a la vez los extremos de los dos tubos a unir dentro del manguito (Figura 10.22) por tratarse de una soldadura en posición.

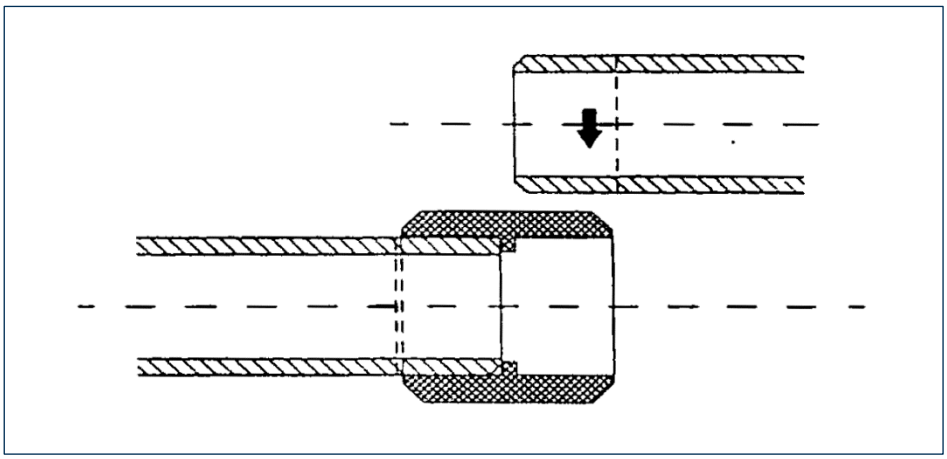


Figura 10.22

IV.1) Para el primer caso se procederá como sigue:

Se insertará el manguito electrosoldable en el extremo de uno de los tubos a unir hasta tropezar su tope centrador con la arista. Se comprobará esta posición con el trazo marcado en el tubo, que ha de enrasar con el borde del manguito (Figura 10.23).

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

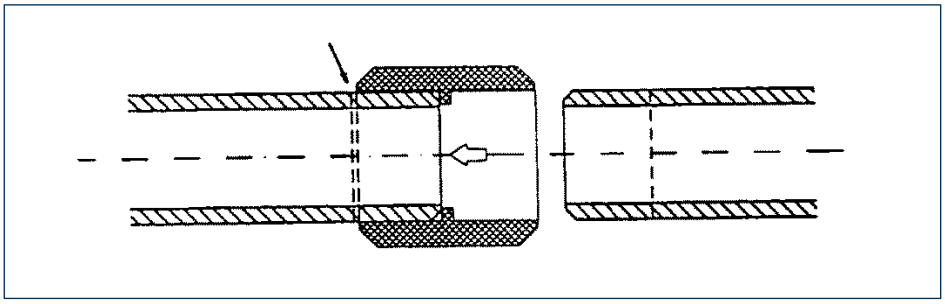


Figura 10.23 Electrofusión. Inserción del manguito

Por el lado libre del manguito se introducirá el extremo del otro tubo a unir, hasta hacer tope. Se comprobará esta posición observando la marca en el tubo (Figura 10.24).

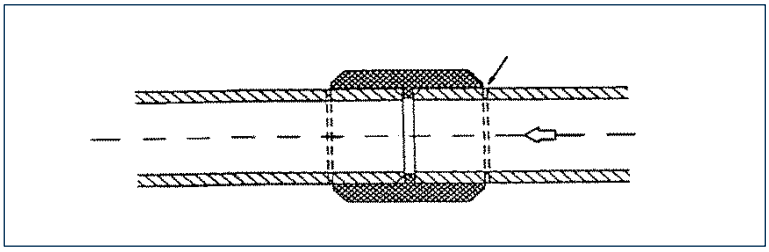


Figura 10.24 Electrofusión. Verificación de posición del manguito

IV.2) Para el segundo supuesto se empleará un manguito sin topes, o bien se eliminará el tope centrador si dispone del mismo, procediéndose a continuación como sigue:

Se insertará el manguito totalmente en el extremo de uno de los tubos a unir (Figura 10.25).

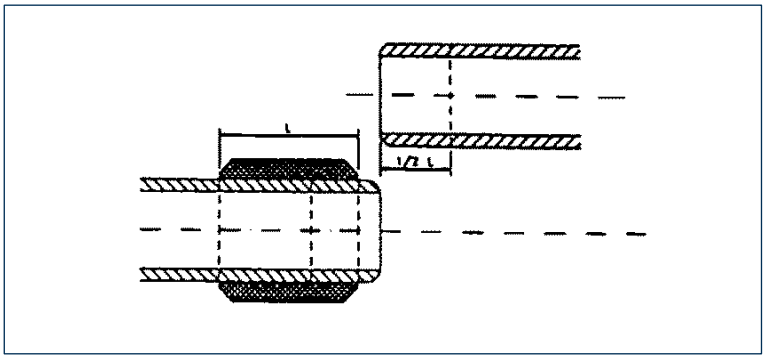


Figura 10.25 Electrofusión. Inserción del manguito

Se alinearán los dos tubos a unir enfrentando sus bordes hasta tocarse (Figura 10.26). La separación entre bordes a lo largo de toda la circunferencia no ha de superar el espesor del tope centrador eliminado previamente en el manguito.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

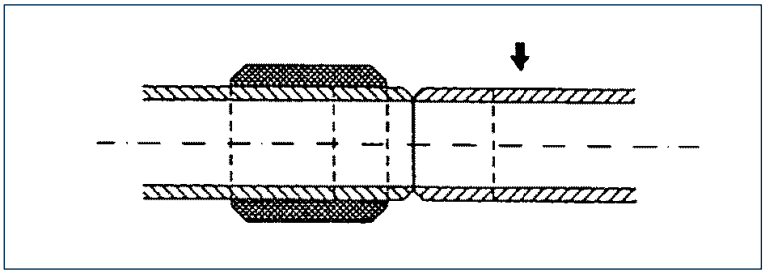


Figura 10.24 Electrofusión. Verificación de posición del manguito

Seguidamente se deslizará el manguito hasta centrarlo sobre la separación de ambos tubos, tomando como referencia las marcas anteriormente trazadas con rotulador (Figura 10.27)

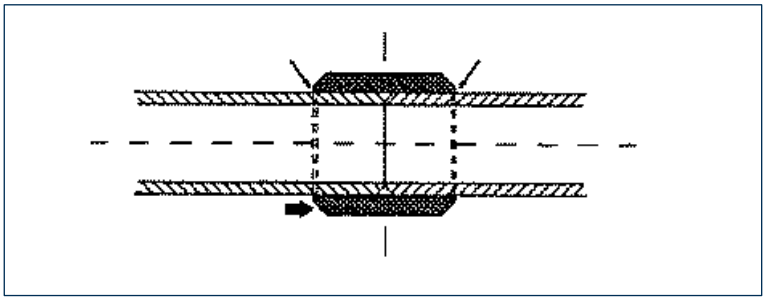


Figura 10.24 Electrofusión. Verificación de posición del manguito

V) Inmovilizar:

Situar el accesorio sobre las marcas. e inmovilizar el conjunto con la ayuda de un alineador de diámetro y características adecuadas para evitar movimientos durante la soldadura (Figura 10.28).





Figura 10.28 Electrofusión. Inmovilización con alineador

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

VI) Soldadura:

Se conectarán los bornes del manguito al aparato alimentador de corriente regulada y se efectuará la electrosoldadura, ateniéndose a las instrucciones de la máquina (Figura 10.29). Los parámetros de soldadura intrínsecos del manguito se introducen en la máquina leyendo, mediante el lápiz óptico, el código de barras de la etiqueta adherida al mismo accesorio o a la tarjeta magnética incluida en el envoltorio.



Figura 10.29 Electrofusión. Soldadura

VII) Comprobación de la soldadura:

Concluida la soldadura, comprobar visualmente o manualmente que los testigos de soldadura muestran que se ha producido la fusión, que no hay derrame de material por los bordes del manguito y que el manguito no se ha desplazado de su posición establecida por el marcado con rotulador.

VIII) Enfriamiento y marcado:

Una vez transcurrido el tiempo de enfriamiento fijado por el fabricante, se podrá retirar el alineador. No se permite ningún procedimiento de enfriado de la soldadura mediante agua o aire que acelere el proceso de enfriamiento de la soldadura por su natural, ya puede provocar grietas en la misma.

Siempre se marcará sobre el tubo, con tinta indeleble, el código de identificación del soldador, aunque éste ya se haya introducido previamente en la máquina, junto con los datos de la soldadura.

Se esperará hasta que el manguito esté a temperatura ambiente para efectuar las operaciones de prueba de estanquidad y puesta en gas.

La operativa descrita en los apartados anteriores para soldar tubo-manguito, es directamente aplicable a la soldadura de tubo con cualquier accesorio electrosoldable en línea (codos, reducciones, tapones de cierre, portabridas, etc.)

c) Soldadura de accesorios de derivación electrosoldables

En la soldadura de un accesorio de derivación electrosoldable (te de toma en carga, te de toma simple o te de balonar) sobre un tubo base se distinguen las siguientes fases:

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Verificar que los elementos a unir, tubo y accesorio, se encuentran en buen estado.

I) Preparar la superficie del tubo:

Se raspará la superficie del tubo base en la zona donde se efectuará la soldadura (esta zona se delimitará previamente por marcado con rotulador de los límites del accesorio). A continuación, se limpiarán las superficies que entrarán en contacto al soldar, tanto en el tubo base como en el accesorio de derivación, empleando papel celulósico e isopropanol.

II) Posicionar e inmovilizar:

Para un accesorio de derivación tipo solape se posicionará éste sobre el tubo base, en el punto donde se desee realizar la derivación, y se inmovilizará mediante un soporte tipo pedestal que lo mantendrá fijo durante toda la operación de electrosoldadura (Figura 10.30) o mediante una mordaza de apriete. Para accesorios tipo envolvente, que son los más empleados actualmente, no será necesario utilizar soporte, ya que los propios accesorios están provistos de una mordaza u otro sistema de apriete para su sujeción e inmovilización sobre el tubo base. Se colocarán los redondeadores lo más cerca posible del accesorio y, si es posible, previamente al apriete del sistema de inmovilización.

Se marcarán nuevamente con rotulador indeleble los límites del accesorio.

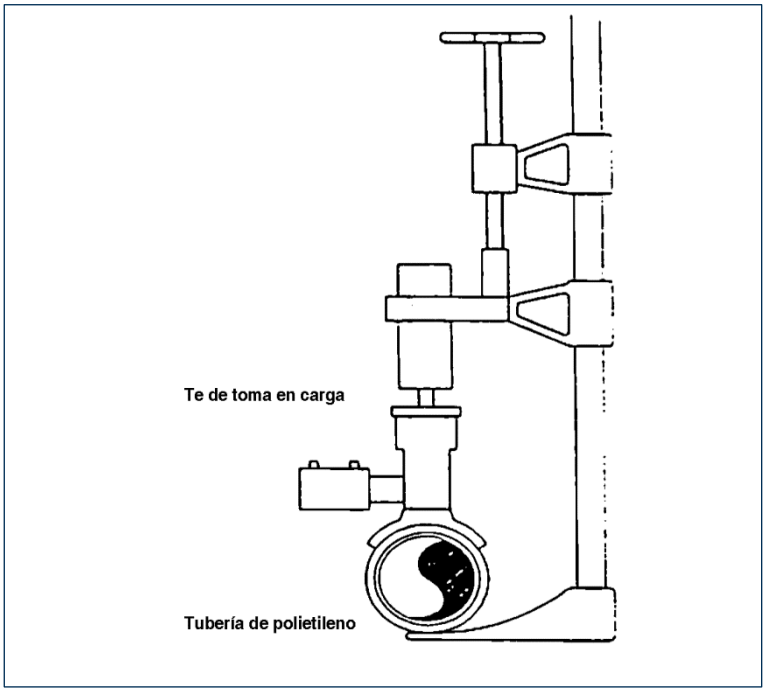


Figura 10.30 Posicionado e inmovilización de derivaciones electrosoldables

III) Soldadura:

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Con los redondeadores en su posición, se conectarán los bornes de la toma de derivación simple o de la Te de toma en carga electrosoldable (Figura 10.31), al aparato alimentador de corriente regulada y se efectuará la electrosoldadura, ateniéndose a las instrucciones de la máquina.

Los parámetros de soldadura del accesorio electrosoldable se introducen en la máquina leyendo, mediante el lápiz óptico, el código de barras de la etiqueta adherida al mismo accesorio.

IV) Comprobación de la soldadura:

Concluida la soldadura, se comprobará visualmente o manualmente que los testigos de soldadura muestran que se ha producido la fusión, que no hay derrame de material por los bordes del accesorio y que su posición respecto a las marcas es la correcta.

V) Enfriamiento y marcado:

Se dejará enfriar la soldadura al aire por su natural durante el tiempo fijado por el fabricante antes de proceder a retirar los redondeadores y, en su caso, el soporte tipo pedestal. No se permite ningún procedimiento de enfriado de la soldadura mediante agua o aire que acelere el proceso de enfriamiento de la soldadura por su natural, ya puede provocar grietas en la misma.

Siempre se marcará sobre el tubo, con tinta indeleble, el código de identificación del soldador, aunque ya se haya introducido previamente en la máquina, junto con los datos de la soldadura. Se esperará hasta que el accesorio esté a temperatura ambiente para efectuar las operaciones de prueba de estanquidad, perforación y puesta en gas.

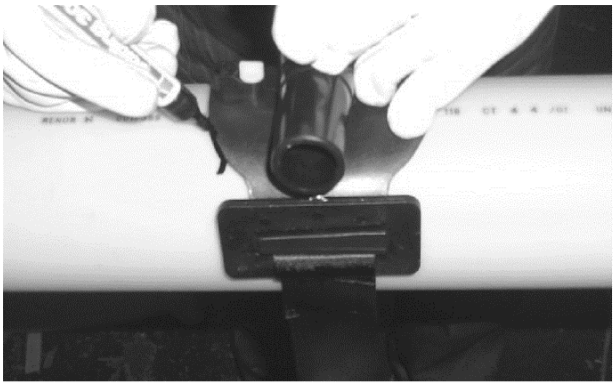
VI) Prueba de estanquidad:

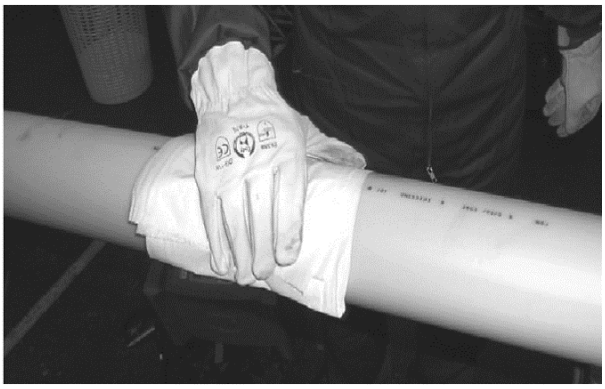
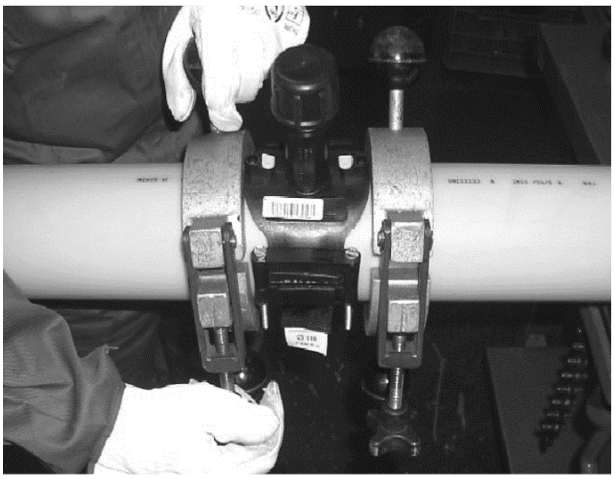
Antes de proceder a la perforación del tubo base a través del accesorio de derivación, se realizará la prueba de estanquidad correspondiente, según especifica en la unidad 13 de estas especificaciones técnicas, para comprobar la ausencia de fugas en la soldadura (Figura 10.32).

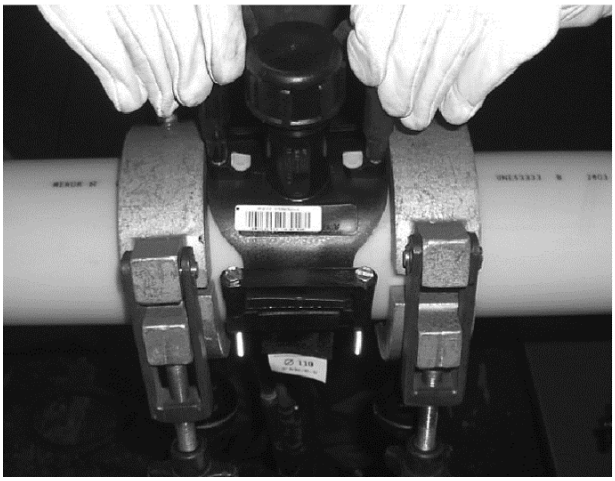
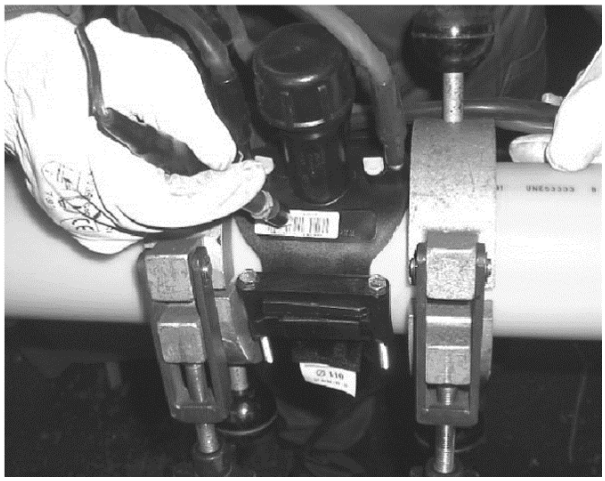
En el caso de tratarse de una te de toma en carga, necesariamente deberá estar cerrada la salida de derivación, o concluida la obra de derivación o acometida, para poder realizar la prueba de estanquidad.

Tras la perforación se levantará el elemento perforador y se repondrá el tapón de la te apretándolo a mano. No está permitido el uso de llaves de correa, de mordaza, etc. para efectuar el apriete del tapón.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.



Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

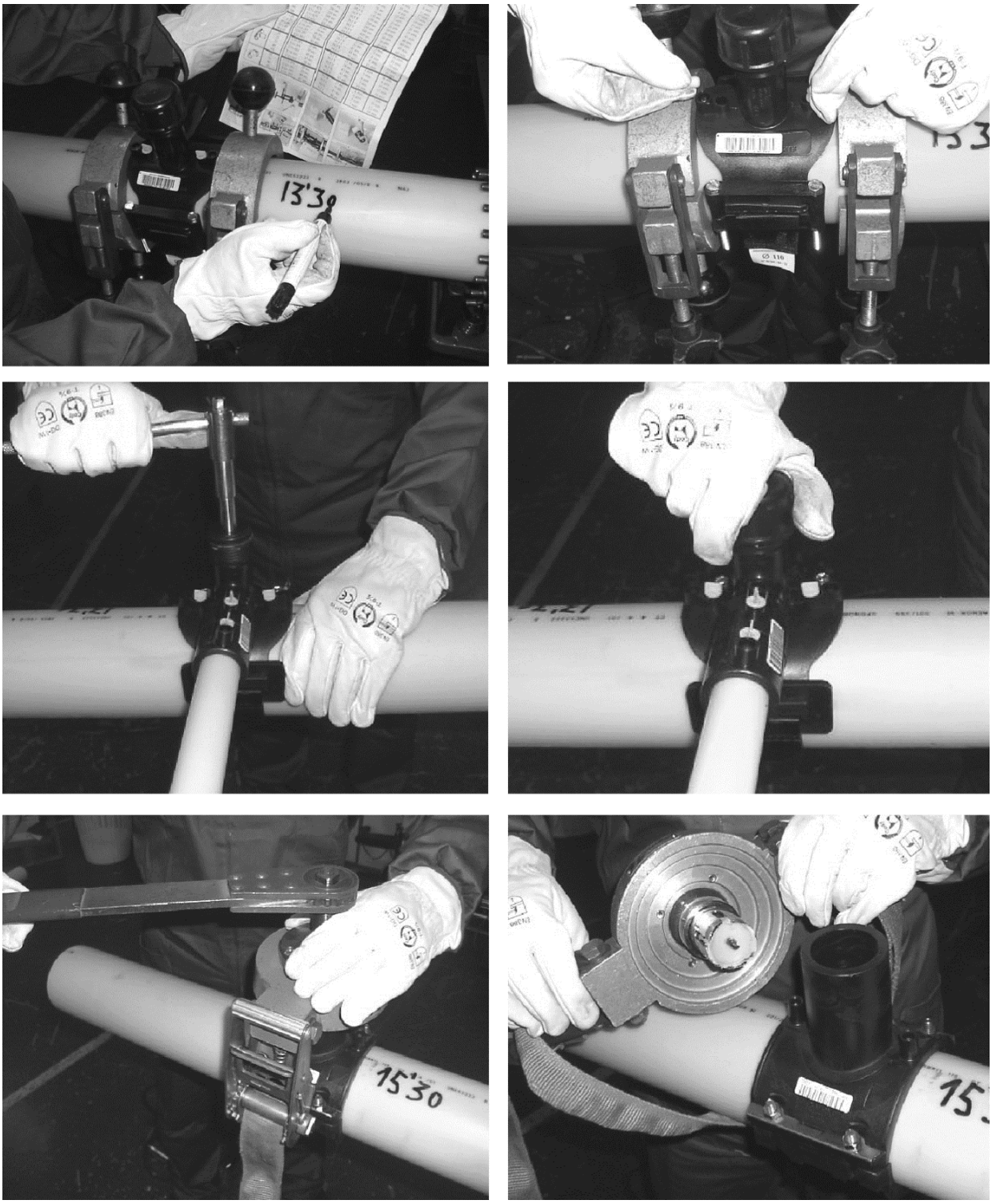


Figura 10.31 Soldadura de derivaciones por electrofusión

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

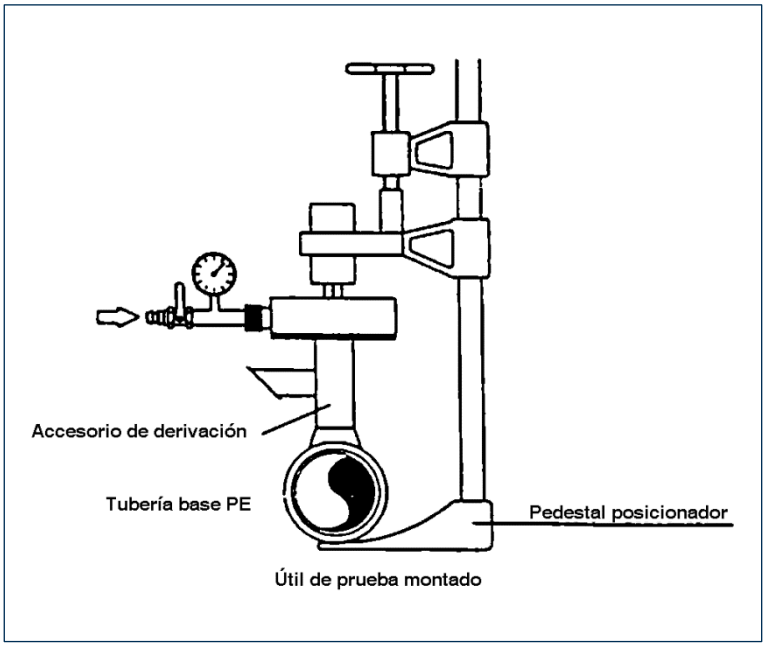


Figura 10.32 Prueba de estanquidad

d) Control visual de las soldaduras por Electrofusión:

La inspección visual de las soldaduras deberá realizarse, por su sencillez, en todas y cada una de las soldaduras.

Los requisitos que deberá cumplir una soldadura por Electrofusión bien ejecutada y que deben controlarse son:

Los testigos de soldadura. Debe aparecer material fundido en cada uno de ellos, debiendo ser similares sus tamaños,

Material fundido en los bordes del accesorio, puede aparecer pero no debe existir derrame del mismo.

Los defectos más usuales que pueden encontrarse son:

- **Contaminación:**

  Presencia en la unión de cuerpos extraños o suciedad, como tierra, grasa, etc., o falta de raspado superficial.

  Para evitar tal defecto es preciso prestar atención a las fases II y III de b), y I de c).

- **Descentrado:**

  Consecuencia de una desigual distribución de la zona de soldadura de un manguito, al no haberse posicionado éste entre los trazos de centrado.

  Para evitar el descentrado se atenderá a lo indicado en las fases I y IV de b).

- **Desalineación:**

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Debida generalmente a la no utilización de alineadores o redondeadores, según los casos, durante la soldadura, la utilización de alineadores o redondeadores no adecuados o por retirar el alineador o redondeador antes de transcurrir el tiempo de enfriamiento indicado en el accesorio. Se produce una deformación remanente del accesorio.

Se deberá, por tanto, seguir lo indicado en las fases V y VIII de b), y V de c).

- **Derrame de material por los bordes:**

  Producido normalmente por un sobrecalentamiento como consecuencia de una selección inadecuada o introducción errónea de los parámetros de soldadura en el equipo de Electrofusión. También puede ocurrir por presencia de humedad, por la no utilización de alineadores o redondeadores durante la soldadura, por la utilización de alineadores o redondeadores no adecuados o por retirar el alineador o redondeador antes de transcurrir el tiempo de enfriamiento indicado en el accesorio o por deficiente colocación del accesorio.

  Para evitar este defecto se seguirá lo especificado en las fases IV, V, VI, VII, VIII de b) y en las fases II, III, IV, V de c).

- **Falta de fusión:**

  Producida normalmente por una falta de calentamiento como consecuencia de una selección inadecuada de los parámetros de soldadura en el equipo de Electrofusión. También puede ocurrir por presencia de humedad y por falta de contacto entre las superficies a unir.

  Este defecto se evitará siguiendo las indicaciones de las fases VI de b) y II, III de c).

- **Deformación remanente:**

  Producida por una falta de paralelismo entre las caras de los tubos a unir, por hueco entre tubo y tubo, por la no utilización de alineadores o redondeadores o utilizar unos incorrectos, o por retirarlo antes de transcurrir el tiempo de enfriamiento indicado en el accesorio.

  Para evitar este defecto se prestará atención a lo indicado en las fases IV, V y VIII de b), y IV y V de c).

- **Grietas:**

Producidas generalmente como consecuencia de un mal proceso de enfriamiento.

A fin de que este defecto no se produzca se seguirá lo indicado en VIII de b) y V de c).

- **Poros:**

  Producidos generalmente por una presión interior elevada en los tramos de tubería a unir en el momento de la soldadura (obturación aguas arriba incorrecta).

Este defecto se produce por la utilización incorrecta de los dispositivos de obturación (por pinzado, balonamiento, etc.) durante una intervención en carga.

- **Deformación de las superficies internas de la tubería:**

  Producida como consecuencia de un exceso de energía aportada durante el proceso de soldadura, pueden presentarse deformaciones remanentes acompañadas de pliegues en la superficie interna de la tubería de polietileno o poliamida, localizadas en las zonas de fusión. Generalmente se produce en accesorios con embocaduras, por ejemplo en los manguitos.

  Para evitar este fenómeno no deseado se atenderá con sumo detalle a lo especificado en las fases VI de b) y III de c).

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.10.2. Enlaces mecánicos de transición

Se utilizan para realizar la transición entre un tubo de PE y otro material. Pueden distinguirse los siguientes:

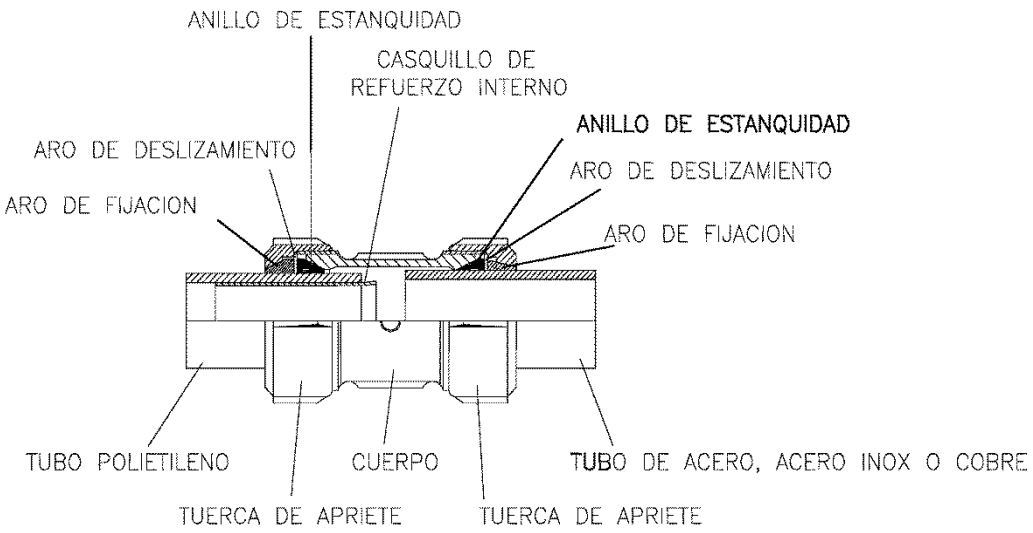
- A compresión;
- Por bridas;
- Autoanclantes;
- Electrosoldables;
- Manguitos termorretráctiles.

En instalaciones para transporte de hidrógeno o mezclas con hidrógeno deberán emplearse transiciones y componentes metálicos específicamente cualificados para dicho servicio, incluyendo materiales metálicos, juntas, elementos de estanqueidad y sistemas de unión. La posible fragilización por hidrógeno afecta a los elementos metálicos, no al PE o PA-U.

10.10.2.1. Enlaces a compresión para tubos de PE

Están constituidos por un cuerpo que se une al tubo o válvula metálica, un casquillo de refuerzo en el interior del tubo de PE, un aro de compresión (metálico o de elastómero) y una pieza móvil, roscada o atornillada al cuerpo, que actúa sobre el aro de compresión (Figura 10.33). Existen también enlaces dobles que permiten una cierta flexibilidad en la unión.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.



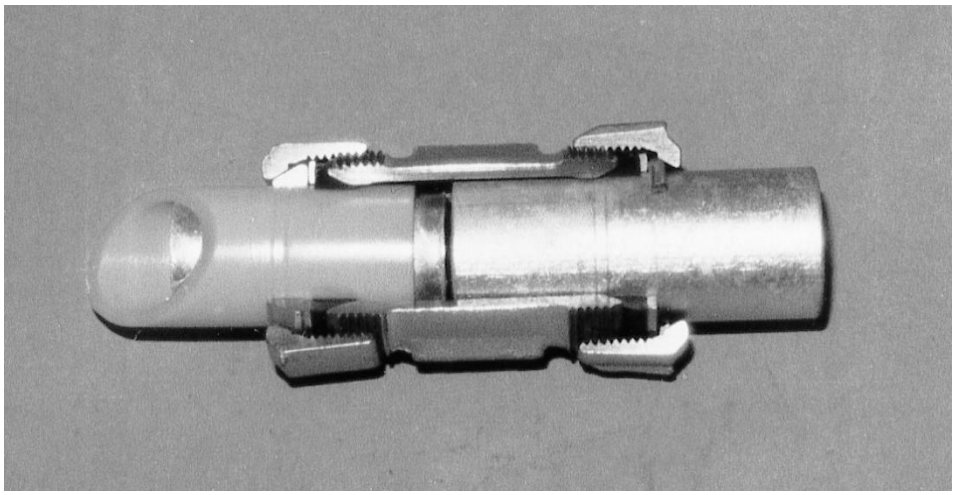


Figura 10.33 Enlace de compresión

10.10.2.2. Unión por bridas

Constan de un portabridas en PE/PA-U, una junta plana elastomérica y una brida loca que se une mediante tornillos a la brida del tubo metálico de la válvula o de cualquier otro elemento auxiliar. (Ver figura 4).

La conexión mediante brida puede emplearse en los tubos de PE/PA-U en todos los diámetros, efectuando la conexión del portabridas “collet” por el procedimiento de soldadura que convenga. (Figura 10.34).

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

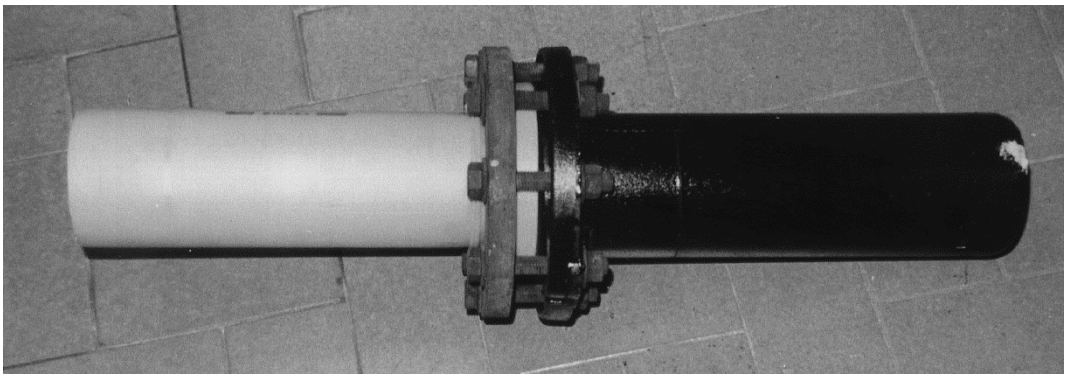


Figura 10.34 Unión por bridas

10.10.2.3. Enlaces autoanclantes

Se basan en un perfil interno del tipo de diente de sierra que impide el desmontaje de la unión una vez se ha introducido el tubo en el interior del enlace (Figura 10.35).

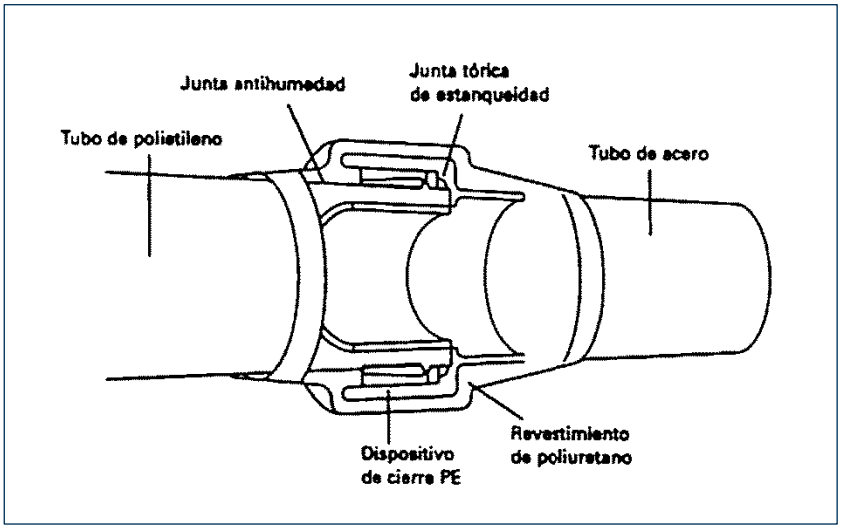


Figura 10.35 Enlace autoanclante

10.10.2.4. Uniones por anclaje fijo

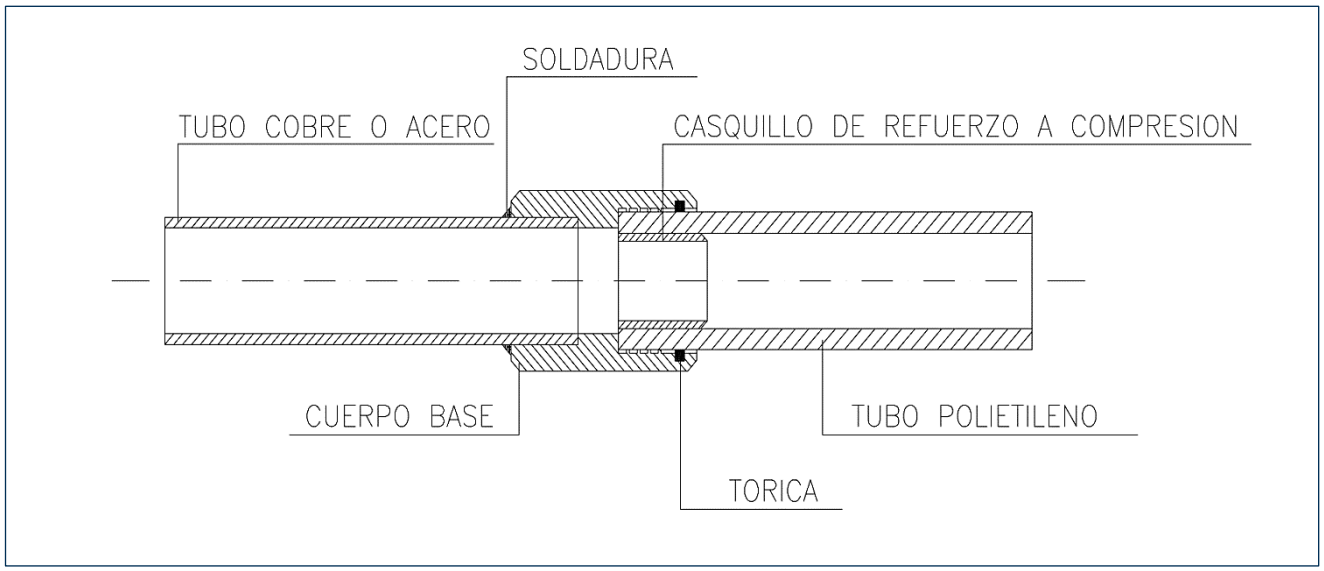
Un enlace mecánico de transición fijo está formado por el cuerpo base y sistema de fijación interno o externo, donde se efectúa la transición y los tubos metálico y de polietileno/ poliamida del propio del enlace.

El tubo de polietileno/poliamida está fijado al cuerpo base mediante un sistema mecánico de anclaje ba-sado en un perfil, interno o externo, del tipo diente de sierra o similar (no cortante) y un sistema de fijación que garantice tanto la estanquidad como la imposibilidad de desmontarlo manualmente.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Los tubos o los accesorios metálicos estarán fijados al cuerpo base mediante soldadura fuerte para el caso del cobre (PE/cobre) y mediante soldadura fuerte, oxiacetilénica o eléctrica para el caso del acero (PE/acero y PA-U/acero).

Tanto el montaje mecánico del enlace de transición como la soldadura del tubo se realizan en fábrica. En las figuras se muestra un ejemplo de enlace mecánico de transición fijo.



Esquema de enlace mecánico PE/PA-U por anclaje fijo



Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.



Enlaces mecánicos por anclaje fijo

10.10.2.5. Manguitos termorretráctiles

Están compuestos por varias capas de PE reforzadas con fibra de vidrio y recubiertas con un adhesivo termofusible. Incorporan también una resistencia que, con el paso de corriente, suministra la energía necesaria para lograr la contracción térmica del manguito. Se utilizan para presiones hasta 0,4 bar.

10.11. Actuación sobre tuberías de PE en carga

10.11.1. Electricidad estática

Es una característica del PE/PA-U la acumulación de electricidad estática. Por este motivo, siempre que se llevan a cabo trabajos sobre una canalización de estos materiales: cortes, reposiciones de tramos, puesta en carga o reparación de fuga, etc., se deben tomar una serie de medidas, ya que:

- Las cargas generadas son suficientes para inflamar la mezcla aire-gas con el consiguiente riesgo de accidentes. En las intervenciones realizadas sobre canalizaciones que transporten hidrógeno o mezclas con hidrógeno deberán extremarse las medidas de control de electricidad estática, ventilación y control de atmósferas inflamables, debido a la menor energía mínima de ignición del hidrógeno respecto al gas natural,
- El grado de humedad influye en la acumulación de cargas puntuales. Está demostrado que el riesgo es casi nulo cuando la humedad relativa es superior al 75 %;
- El contenido en polvo influye en el valor de las cargas generadas,
- La técnica de puesta a tierra elimina el riesgo de producción de chispas.

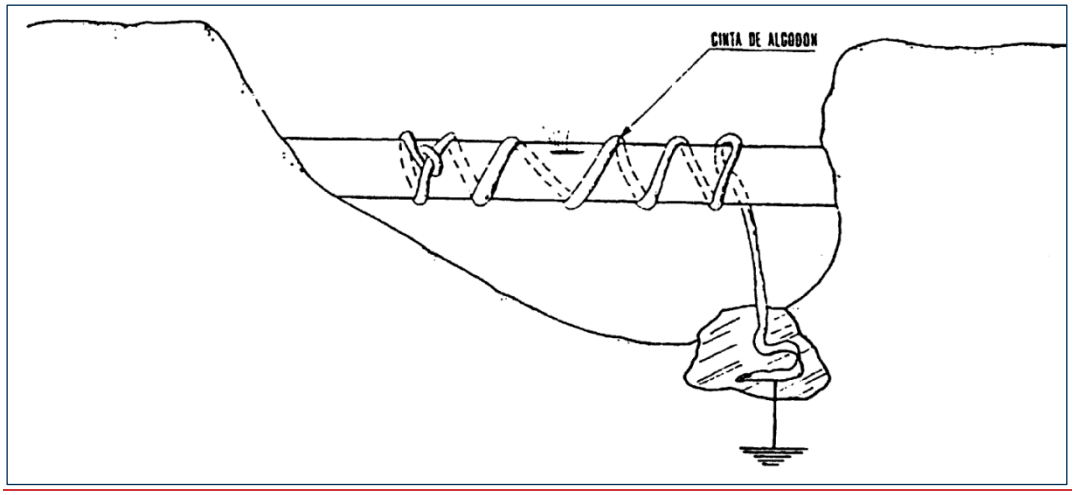
Para evitar que las cargas electrostáticas en tubos y accesorios puedan dar lugar a un incidente en la zanja, está prohibido:

- Purgar una canalización con la ayuda de un tubo de polietileno/poliamida;
- Purgar en la zanja, directamente sobre una toma en carga, sobre un balón obturador, entre las bridas del enlace, o cualquier otro sistema en el que se produzca el paso del gas a velocidad considerable en tubos o accesorios de polietileno/poliamida.

Y en todo momento se debe:

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

- Poner la canalización a tierra utilizando una cinta de algodón humedecida arrollada en espiral sobre ella antes de iniciar cualquier actuación sobre una tubería de PE en carga;
- Colocar la cinta de algodón en contacto con la tierra, estando pendiente de que durante toda la operación se mantiene húmeda;
- A fin de garantizar una mayor eficacia del método, se recomienda rociar la zanja para aumentar la humedad relativa del lugar de trabajo;
- Purgar a través de un tubo con el extremo metálico de tal longitud que el escape se produzca fuera de la zanja.



Descarga de electricidad estática.

10.11.2. Interrupción del paso del gas

10.11.2.1. Pinzamiento

Esta operación se realiza mediante el aplastado del tubo, con la herramienta adecuada (estrangulador o pinzador).

Se deben tener en cuenta las siguientes operaciones:

- Antes de actuar el operario debe protegerse de la descarga eléctrica, colocando una cinta de algodón húmeda en contacto con la tierra;
- Antes de actuar se debe conocer exactamente el diámetro y espesor del tubo;
- Sólo puede pinzarse hasta el 70 % del doble del espesor, por tanto debe utilizar una herramienta autorizada por la empresa distribuidora en cuestión y acorde a las dimensiones del tubo;
- Debe verificarse que las galgas del pinzador estén perfectamente colocadas y que sean acordes al material, SDR y DN de la tubería, antes de realizar el pinzamiento;
- La distancia mínima entre soldadura y punto de pinzado debe ser al menos de 3 veces el diámetro del tubo pinzado;

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

- La distancia mínima entre dos puntos de pinzado debe ser al menos de 6 veces el diámetro del tubo pinzado.
- El pinzamiento ha de ser perpendicular al eje del tubo;
- Se debe pinzar el tubo hasta que las galgas del pinzador hagan tope, comprobando que los rodillos no queden flexionados una vez se alcance dicha posición de tope.
- Una vez retirado el pinzador se debe colocar un recuperador en el tubo durante el tiempo necesario para que se restablezca la forma originaria, con un mínimo de un hora;
- Cada vez que se realiza una operación de pinzamiento deberá quedar señalizado el punto en el que se ha incidido, con una cinta que no sea ni amarilla ni blanca y una inscripción indeleble con la fecha y el número del soldador, de este modo se evita que se repita la operación en el mismo punto. Si la empresa distribuidora así lo decide, el marcado puede ser sustituido por la colocación de un accesorio, no soldado, que envuelva todo el tubo con el fin de reforzarlo.

Sí se actúa en redes de MOP hasta 5 bar bajo criterios de “sin gas” se recomienda utilizar el sistema de doble pinzamiento con purga controlada de la cámara intermedia, o bien, un sistema de ventilación forzada para mantener la mezcla aire-gas por debajo del límite inferior de inflamabilidad, o bien, pinzamiento simple con puesta a la atmósfera del tramo entre pinzadores antes de efectuar la soldadura de cierre (Figura 10.37)

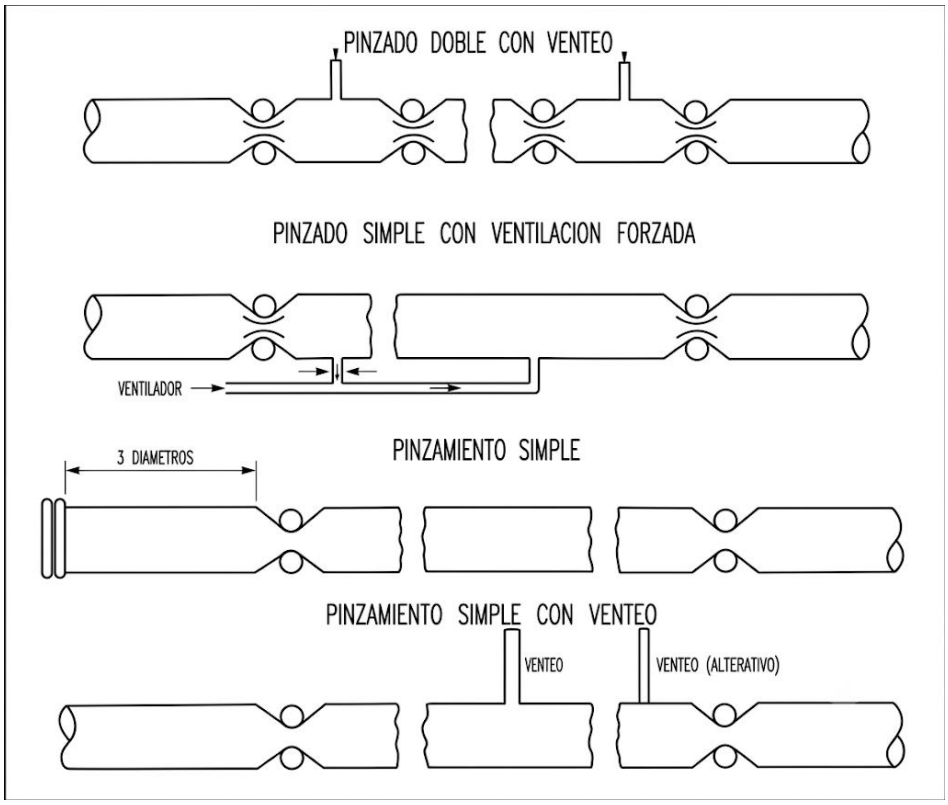


Figura 10.37 Pinzamiento

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.11.2.2. Balón obturador

Este sistema de obturación consiste en la introducción en el interior de la canalización de un balón que posteriormente se hincha para interceptar el paso del gas.

El balón puede ser introducido en el tubo de polietileno, manualmente o con la ayuda de un equipo que impida todo escape de gas. Puede trabajarse según diferentes métodos, utilizando:

- Balones simples;
- Balones en serie;
- Un balón en serie con un tapón expansible;
- Dos balones en serie con el cerco entre los dos balones puesto al aire libre;
- Dos balones en serie con el cerco entre los dos balones puesto bajo presión de nitrógeno.

El balonamiento se hace generalmente mediante la utilización de un accesorio electrosoldable apropiado que permita la perforación de un orificio de diámetro suficiente para introducir el o los balones.

Cuando el balón se introduce manualmente, el operario tendrá cuidado de verificar que el escape de gas controlado no pueda ser la causa de un incidente. Antes de hinchar el balón, el operador controlará su posición para garantizar la estabilidad de la obturación. Durante la operación se dispondrá de balones de repuesto hinchados en un número igual a los mantenidos activos.

Cuando el balón se introduce con la ayuda de un equipo que impida la fuga de gas deberá asegurarse la compatibilidad del equipo con el accesorio electrosoldable.

El balón debe estar equipado con un manómetro que permita verificar con rigor la operación durante los trabajos. Acabada la operación se verificará que el balón se ha sacado y que el orificio del accesorio de balonamiento está bien obturado y se ha colocado el tapón apropiado.

El balonamiento no es utilizable más que para presiones inferiores a 0,4 bar (a priori queda excluido para redes de PA-U puesto que estas van a operar a presione más elevadas). Durante su puesta en obra se tiene que evitar el riesgo de la electricidad estática. Se debe cuidar su colocación pues la fijación es más crítica que en los tubos metálicos (Figura 10.38).

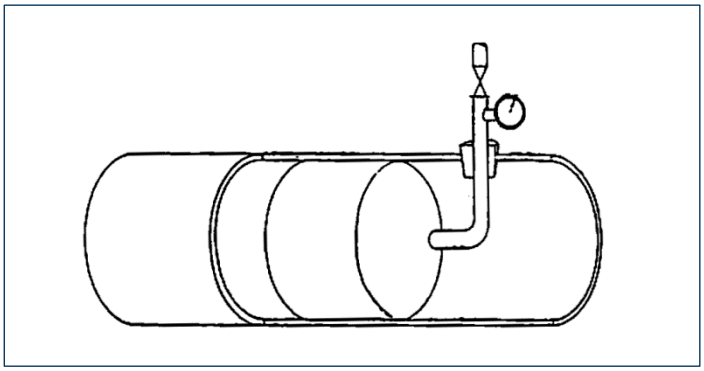


Figura 10.38 Balón obturador

La operación deberá ser continuamente supervisada por personal con conocimientos adecuados.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.11.2.3. Otros sistemas de obturación

Para redes con presión máxima de operación entre 5 y 16 bar también se pueden utilizar sistemas de obturación derivados de las técnicas de interrupción del paso del gas en redes de alta presión que se basan en la introducción y en la apertura en el interior de la canalización de un disco metálico provisto de juntas elastoméricas.

10.12. Control de calidad de la obra mecánica

Se realizará la supervisión de los trabajos siguiendo el plan de inspección que se incluya en la normativa de la empresa distribuidora de gas.

La empresa contratista que realice la obra mecánica deberá realizar un control de calidad de la misma realizando inspecciones antes de la instalación y durante el tendido, controlando la integridad de las uniones y los posibles daños que pudiera presentar la tubería, tal y como se indica a continuación:

10.12.1. Inspección antes de la instalación

Los tubos y accesorios de PE/PA-U y el equipo y utillaje asociado (ver 10.13) se inspeccionarán antes de la instalación siguiendo las pautas que se indican a continuación:

- verificación de diámetros, SDR, clase de material (MRS) y grado o clase de tolerancia, en base a la información del marcado de tubos y accesorios;
- verificación de que las condiciones de almacenamiento son las correctas;
- verificación de que los tubos y accesorios no presenten defectos evidentes o daños excesivos. En caso de detectar algún tipo de defecto, deben ser retirados, claramente identificados como defectuosos y, en su caso, devueltos a su lugar de origen;
- verificación de que el personal dispone de certificación vigente y de que se dispone de la maquinaria y utillaje adecuados para realizar las uniones.

10.12.2. Inspección durante el tendido

Las condiciones del terreno y de la zanja serán conformes a lo establecido por la empresa distribuidora de gas. Las distancias y protecciones con otros servicios serán conformes a lo establecido en la unidad 6 de estas especificaciones técnicas.

10.12.3. Integridad de las uniones

Todas las uniones se inspeccionarán visualmente como se ha indicado en los apartados relativos a soldadura a tope y por electrofusión. Además, a criterio del responsable de la empresa distribuidora de gas, podrán realizarse ensayos destructivos de uniones en campo para asegurar la calidad de la unión de acuerdo con el procedimiento establecido.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.12.4. Daños en las tuberías

Los tramos de tubería que presenten daños superficiales (muescas, rayas, etc.) que superen en profundidad el 10% del espesor del tubo deberán ser eliminados y marcados claramente como defectuosos comprobando que no existen daños en el resto de la canalización.

10.13. Maquinaria y utillaje para trabajos en redes de PE/PA-U

10.13.1. Máquinas de soldar

Las máquinas de soldar a tope y por electrofusión deberán ser de los modelos aprobados por la empresa distribuidora en cuanto a prestaciones en proceso de soldadura y a trazabilidad y con el certificado de revisión correcto.

Las diferentes empresas distribuidoras de gas se hallan en diversos grados de avance en el proceso de implantación de la trazabilidad de las soldaduras que permita su identificación y el conocimiento de todos los datos relacionados con las mismas a lo largo del tiempo. A modo de ejemplo se relacionan a continuación los datos mínimos a memorizar por la máquina para poder ser volcados posteriormente en un soporte adecuado:

a) Soldadura a tope

- Datos del equipo:
- Número de serie de la máquina
- Fecha de caducidad de la revisión

Datos de la soldadura:

- Número de soldadura
- Fecha
- Hora de inicio
- Hora de terminación
- Contraseña del soldador
- Identificación de la obra

Datos de los componentes a unir:

- Fabricante
- Tipo de producto
- Diámetro
- SDR
- Clase de PE

Datos de fusión:

- Temperatura ambiente

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

- Temperatura de la placa calefactora
- Presión o fuerza de arrastre
- Presión o fuerza de soldadura
- Resultado de la soldadura (errores)

b) Soldadura por electrofusión

Datos del equipo:

- Número de serie de la máquina
- Fecha de caducidad de la revisión

Datos de la soldadura:

- Número de soldadura
- Fecha
- Hora de inicio
- Contraseña del soldador
- Identificación de la obra

Datos de los componentes a unir:

- Fabricante
- Tipo de accesorio
- Diámetro
- Valor programado de la resistencia

Datos de fusión:

- Temperatura ambiente
- Valor medido de la resistencia
- Tensión del primario
- Tensión de salida
- Tiempos de fusión y enfriamiento
- Energía aportada
- Resultado de la soldadura (errores)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.13.2. Útiles y herramientas

10.13.2.1. Criterios generales de selección

Los criterios generales de selección de los diferentes útiles y herramientas necesarios para la realización de la obra mecánica de redes y acometidas de polietileno o poliamida, principalmente para la realización de uniones por electrofusión, son los siguientes:

- El utillaje ha de ser lo más universal posible, es decir, que un mismo utillaje pueda adaptarse a un juego de diámetros de tubos o accesorios lo más amplio posible.
- Debe estar formado por la mínima cantidad imprescindible de útiles.

10.13.2.2. Selección de los útiles y herramientas

A continuación, se describen los diferentes útiles y herramientas seleccionados en base a los criterios descritos en el apartado anterior y que deben utilizarse en la realización de la obra mecánica en redes y acometidas de polietileno o poliamida, y en el Anexo 10.2. se muestran las figuras correspondientes a algunos modelos de estos útiles y herramientas existentes (la relación no es exhaustiva).

a) Juego de pinzadores

Se denomina pinzador al útil que se utiliza para estrangular provisionalmente una tubería de polietileno o poliamida hasta interrumpir el paso de gas.

Los modelos de pinzadores a utilizar son los siguientes:

- **Pinzador hidráulico de 30 toneladas**

  El pinzador hidráulico se emplea para estrangular provisionalmente la tubería de polietileno o poliamida en diámetros comprendidos entre DN 90 y DN 200. Está constituido por un rodillo fijo y otro móvil, empujado por un cilindro hidráulico accionado manualmente, y unas galgas en forma de topes que limitan la carrera del rodillo móvil en función del diámetro y del SDR del tubo que se pinza. El conjunto está montado en un bastidor diseñado para aguantar las fuerzas que se generan en el pinzamiento.

  El pinzamiento se realiza hasta que las galgas llegan a la posición de tope. El correcto posicionado de las galgas debe impedir que, en dicha posición de tope, la separación entre rodillos (nivel de pinzamiento) sea menor que el 70% del doble del espesor del tubo a pinzar. El aparato está provisto de un dispositivo mecánico de seguro que mantiene la posición de pinzado, impidiendo la separación de los rodillos por pérdida de presión en el circuito hidráulico.

  La presión ejercida deberá ser tal que una vez actúen los topes no flexe el rodillo móvil.

- **Pinzador manual**

  El pinzador manual se emplea para estrangular provisionalmente la tubería de polietileno o poliamida en diámetros comprendidos entre DN 20 y DN 63.

  Este tipo de pinzador actúa de forma análoga al pinzador hidráulico, pero accionado manualmente con un mecanismo de tornillo. Asimismo, está provisto de un sistema de galgas que se seleccionan en función del diámetro y del SDR del tubo, y que, en su posición de tope, mantienen una separación entre rodillos del 70% del doble del espesor del tubo a pinzar.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

b) Juego de recuperadores

Los recuperadores se emplean para restituir la forma primitiva del tubo de polietileno o poliamida del diámetro correspondiente, en la zona afectada por el estrangulamiento, una vez retirado el pinzador.

Se necesitará un recuperador para cada diámetro de tubo, es decir, para DN 20, 32, 40, 63, 90, 110, 160 y 200.

c) Juego de cortatubos

Los útiles para cortar tubo de polietileno o poliamida pueden ser de dos tipos, cortatubos de rodillos o cortatubos de cizalla, y se utilizará uno u otro tipo en función del diámetro de los tubos a cortar.

- **Juego de cortatubos de rodillos**

  Se utilizarán los cortatubos de rodillos para cortar tubo de polietileno o poliamida de diámetros comprendidos entre DN 63 y DN 315. Los escalados de diámetros dependerán del fabricante del cortatubos.

- **Juego de cortatubos de cizalla**

  Se utilizarán los cortatubos de cizalla para cortar tubo de polietileno o poliamida de diámetros comprendidos entre DN 20 y DN 40. Los escalados de diámetros dependerán del fabricante del cortatubos.

d) Juego de peladores

Con los peladores se sanea y acaba de redondear la superficie exterior del tubo de polietileno o poliamida, eliminando impurezas e irregularidades, en una longitud ligeramente superior a la prevista de inserción del accesorio electrosoldable.

- **Pelador tipo cepillo**

  Para la limpieza y preparación de la superficie del tubo o accesorio de polietileno o poliamida, previa a la realización de la soldadura, deberá utilizarse un pelador tipo cepillo que comprende los diámetros entre DN 20 y DN 315, aunque para diámetros comprendidos entre DN 20 y DN 90 también pueden utilizarse los peladores tipo cilindradores.

- **Juego de peladores tipo cilindradores**

  Para la limpieza y preparación de la superficie del tubo o accesorio de polietileno o poliamida, previa a la realización de la soldadura, podrá utilizarse un juego de peladores de este tipo para diámetros comprendidos entre DN 20 y DN 90. Los escalados de diámetros dependerán del fabricante del pelador tipo cilindrador.

e) Juego de alineadores

Los alineadores, en sus diversas configuraciones, permiten redondear la superficie del tubo o accesorio que se va a soldar, e inmovilizar y alinear accesorios o partes de tubería para realizar la soldadura por electrofusión de manguitos, codos (45° y 90°), reducciones, tapones, etc.

Posicionador para accesorios:

a. Para accesorios de línea.

— Alineadores (rectos, en ángulo, para tes iguales, reducciones, etc.).

b. Para accesorios de derivación.

— Redondeadores de tubos.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

— Elementos de sujeción del accesorio.

f) Pedestal posicionador para accesorios de derivación tipo solape

Este útil se emplea para inmovilizar algunos modelos de accesorios de derivación tipo solape (tes de toma en carga o tomas simples), sobre la tubería base de diámetros comprendidos entre DN 63 y DN 315, durante el proceso de soldadura del accesorio, y para mantener acoplado el útil para la realización de la prueba de resistencia y estanquidad de la acometida realizada, sea el accesorio de derivación de tipo solape o no.

Para inmovilizar los accesorios de derivación que no sean tipo solape, como es el caso de las tes de toma en carga y las tomas simples envolventes, deberán utilizarse posicionadores específicos para cada accesorio, si éste no lo lleva incorporado.

g) Juego de llaves Allen para accionamiento del dispositivo de perforación

Este juego de llaves tipo Allen, que dispone de una maneta de accionamiento (tipo llave de chicharra) común a todas las llaves, se emplea para accionar el dispositivo de perforación que llevan incorporado las tes de toma en carga. Cada maleta contiene un tamaño de llave Allen para cada tipo de útil de perforación: 10 mm, 12 mm, 17 mm, 19 mm, 24 mm y 27 mm.

h) Útil de perforación a través de toma de derivación simple

Se instala sobre una de las configuraciones con soporte articulado para obra mecánica en redes visto anteriormente, y se emplea para perforar, en carga sin salida de gas al exterior o sin carga, la tubería base de polietileno o poliamida a través de una toma simple con salida DN 63.

i) Juego de extractores de bordón (de-beader)

Se emplea este útil para retirar el bordón de una soldadura realizada por termofusión a tope, bien para tomar muestras para inspección complementaria de la soldadura o bien, si ello es preciso, para facilitar la realización de entubamientos con tubo de polietileno o de poliamida.

Para ello, se recorre el perímetro de la soldadura cortando a ras de tubo el bordón formado.

Se utilizarán extractores de bordón para los diámetros comprendidos entre DN 110 y DN 315. Los escalados de diámetros dependerán del fabricante del extractor de bordón.

j) Útil para la realización de la prueba de resistencia y estanquidad

Esta pieza, acoplada al pedestal posicionador para accesorios de derivación tipo solape, permite realizar la prueba de resistencia y estanquidad de una acometida desde una te de toma en carga o bien de la soldadura de una toma simple con anterioridad a la perforación del tubo base.

Este útil de prueba se acopla directamente a la torreta de perforación de las tes de toma en carga con salida DN 20 a DN 63 y a la salida de una toma simple DN 63.

k) Juego de herramientas convencionales

Llaves inglesas, destornilladores, mordazas, alicates, etc.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

10.13.2.3. Útiles y herramientas que se precisan en las diferentes operaciones de obra mecánica

Se enumeran a continuación, por grupos, las diferentes operaciones de obra mecánica que se realizan en la construcción/renovación de las redes y acometidas de polietileno o poliamida, y los útiles y herramientas que se utilizarán para su ejecución.

10.13.2.3.1. Prolongación/derivación/final de una red de polietileno/poliamida

La prolongación de una red de polietileno/poliamida se realiza mediante la instalación de accesorios de polietileno o poliamida lineales, como son los manguitos, reducciones y codos, la derivación o la prolongación con derivación de una red se realiza mediante la instalación de una te, y en los finales de red se instalan los tapones correspondientes

Sin embargo, los útiles y accesorios utilizados dependerán de si la operación se realiza en carga o sin carga.

a) Prolongación/derivación/final de una red de polietileno/poliamida en carga

Para la instalación de accesorios de polietileno o poliamida lineales (manguitos, codos, reducciones o tapones) o de derivación (tes) en una red en carga de diámetro del tubo base comprendido entre DN 63 y DN 200, se necesitan los útiles y herramientas que se citan a continuación, suponiendo el caso más desfavorable de red con presión máxima de operación hasta 5 bar, con doble pinzamiento y venteo mediante te de toma en carga. En el caso de que no se realice doble pinzamiento, y por lo tanto no se realice venteo, podrá prescindirse del utillaje para la instalación de las te de toma en carga.

- Pinzador hidráulico de 30 toneladas,
- Juego de recuperadores;
- Juego de cortatubos de rodillos;
- Raspador o pelador tipo cepillo;
- Juego de peladores tipo cilindradores (DN 63 y DN 90);
- Alineadores;
- Redondeadores;
- Mordaza o sistema de apriete para accesorios de derivación;
- Juego de llaves Alíen para accionamiento del dispositivo de perforación;
- Juego de herramientas convencionales.

b) Prolongación/derivación/final de una red de polietileno/poliamida sin carga

Para la instalación de accesorios de polietileno o poliamida lineales (manguitos, codos, reducciones o tapones) o de derivación (tes) en una red sin carga de diámetro del tubo base comprendido entre DN 63 y DN 200, se necesitan los útiles y herramientas que se citan a continuación:

- Juego de cortatubos de rodillos;
- Raspador o pelador tipo cepillo;

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

- Juego de peladores tipo cilindradores (DN 63 y DN 90);
- Alineadores;
- Redondeadores;
- Mordaza o sistema de apriete para accesorios de derivación;
- Juego de herramientas convencionales.

10.13.2.3.2. Realización de acometidas de polietileno o poliamida

Para la construcción de acometidas de polietileno o poliamida se necesitan los útiles adecuados para realizar la instalación del accesorio de derivación tipo solape (te de toma en carga o toma simple) y los diferentes accesorios lineales que la componen (manguitos, codos y reducciones), así como el útil para realizar la prueba de estanquidad de la acometida a través de la te de toma en carga o de la soldadura al tubo base de la toma simple.

Los accesorios necesarios dependerán de si se trata de la instalación de una toma simple o de una te de toma en carga.

a) Realización de acometidas mediante toma simple

Para realizar una acometida mediante una toma simple, en carga o sin carga, se necesitan los útiles y herramientas que se citan a continuación, suponiendo el caso más desfavorable de red en carga. En el caso de que no se realice en carga, podrá prescindirse del útil para la realización de la prueba de resistencia y estanquidad, del pinzador manual y del juego de recuperadores, ya que esta prueba se realizará a posteriori conjuntamente con los tramos de red.

- Pinzador manual;
- Juego de recuperadores;
- Juego de cortatubos de rodillos,
- Juego de cortatubos de cizalla;
- Pelador tipo cepillo;
- Juego de peladores tipo cilindradores;
- Alineadores;
- Redondeadores;
- Mordaza o sistema de apriete para accesorios de derivación;
- Útil de perforación a través de toma de derivación simple;
- Útil para la realización de la prueba de resistencia y estanquidad,
- Juego de herramientas convencionales.

b) Realización de acometidas mediante te de toma en carga

Para realizar una acometida mediante una te toma de toma en carga, se necesitan los útiles y herramientas que se citan a continuación.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Juego de cortatubos de rodillos;

- Juego de cortatubos de cizalla;
- Pelador tipo cepillo;
- Juego de peladores tipo cilindradores;
- Alineadores;
- Redondeadores;
- Mordaza o sistema de apriete para accesorios de derivación;
- Juego de llaves Allen para accionamiento del dispositivo de perforación;
- Útil para la realización de la prueba de resistencia y estanquidad;
- Juego de herramientas convencionales.

10.14. Cualificación del personal que trabaja en el montaje de redes de PE/PAU

Las empresas asociadas a Sedigas requieren que los soldadores-montadores de PE o PA-U que trabajen en la construcción y mantenimiento de sus redes de distribución dispongan de la certificación de Sedigas. Los distintos niveles de certificación y el proceso de obtención de la misma y de su renovación se describen en la unidad 5 de estas especificaciones técnicas.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexos

Anexo 10.1

Inspección de soldadura a tope. Análisis del bordón de soldadura

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

Anexo 10.1. Inspección de soldadura a tope. Análisis del cordón de soldadura

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 Unidad 16 de estas especificaciones técnicas se relacionan y catalogan 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 une 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.

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).

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

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.

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

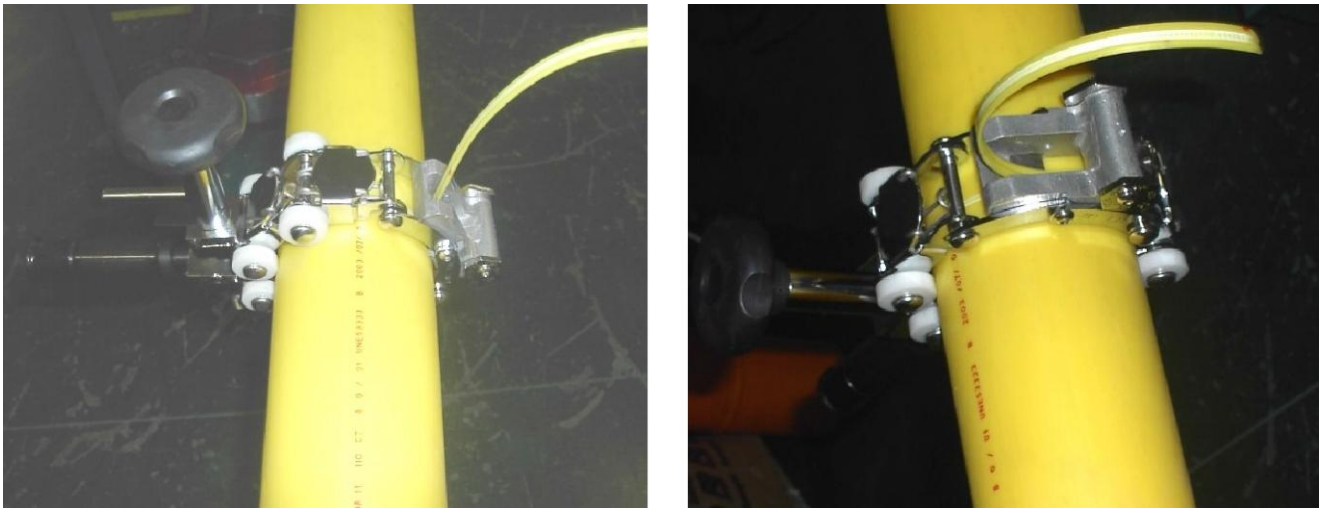


Figura. Retirada del cordón

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

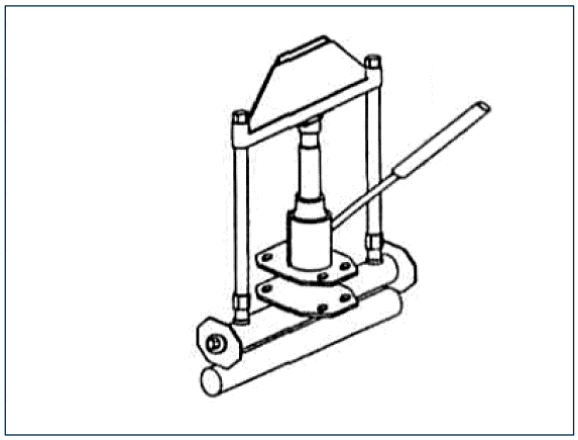
Anexos

Anexo 10.2

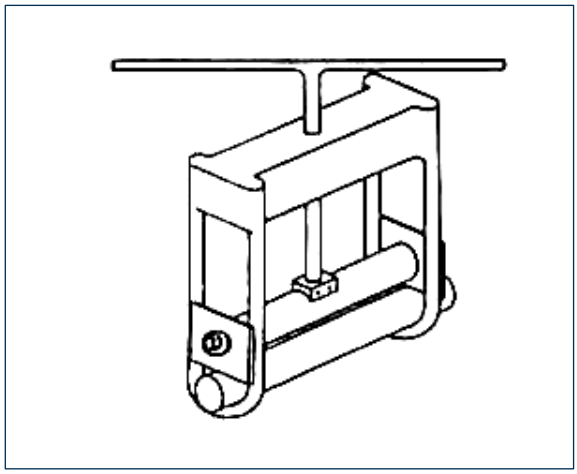
Modelos de útiles y herramientas

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

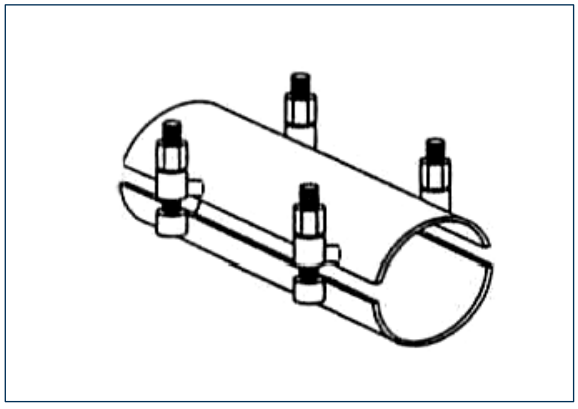
Anexo 10.2. Modelos de útiles y herramientas



Pinzador hidráulico de 30 toneladas

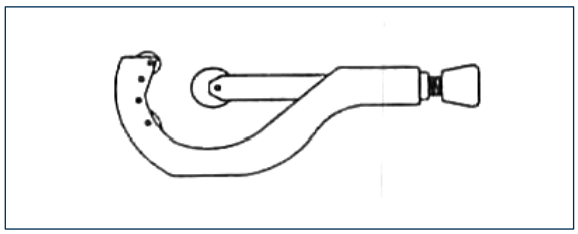


Pinzador manual

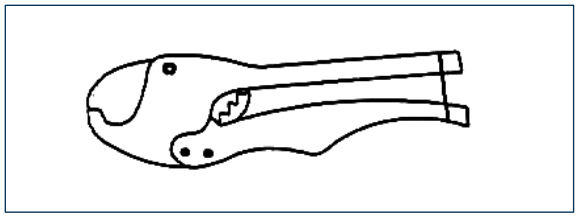


Recuperador

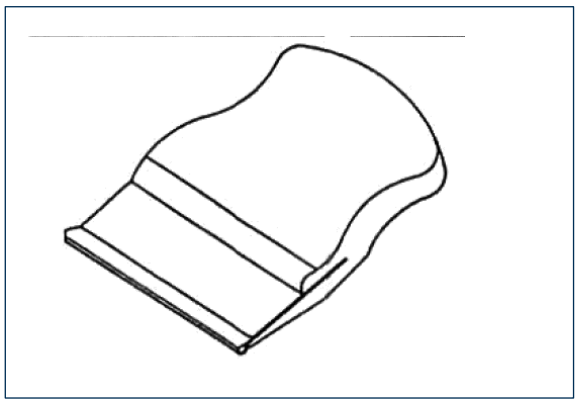
Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.



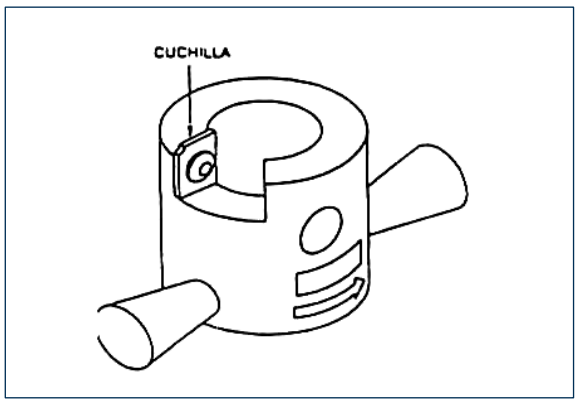
Cortatubos de rodillos



Cortatubos de cizalla

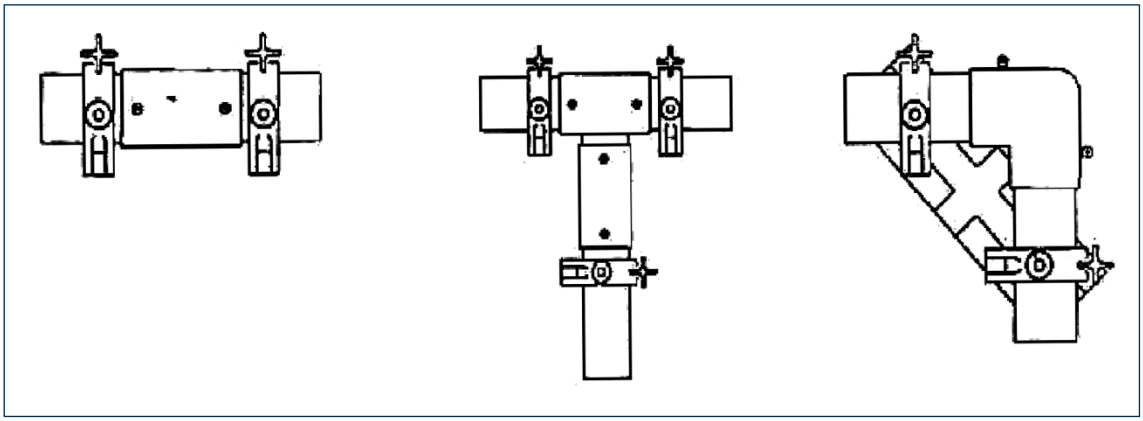


Pelador tipo cepillo

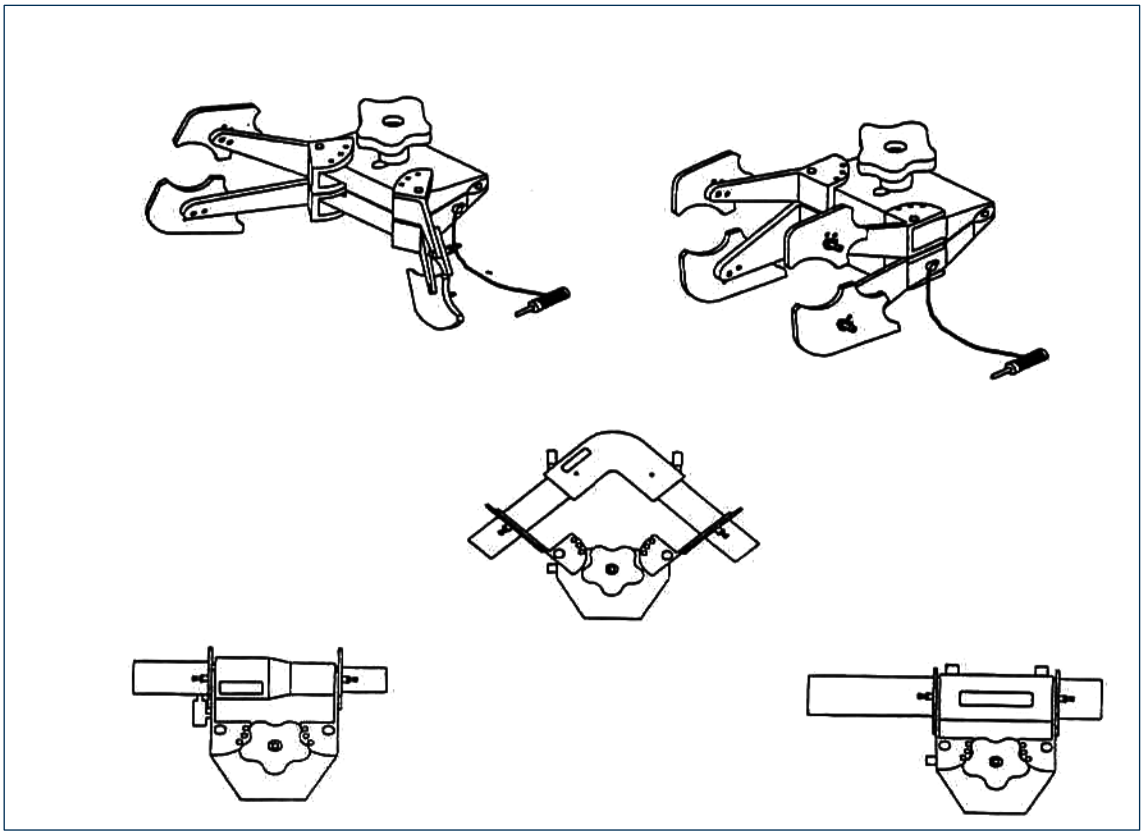


Pelador tipo cilindrador

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

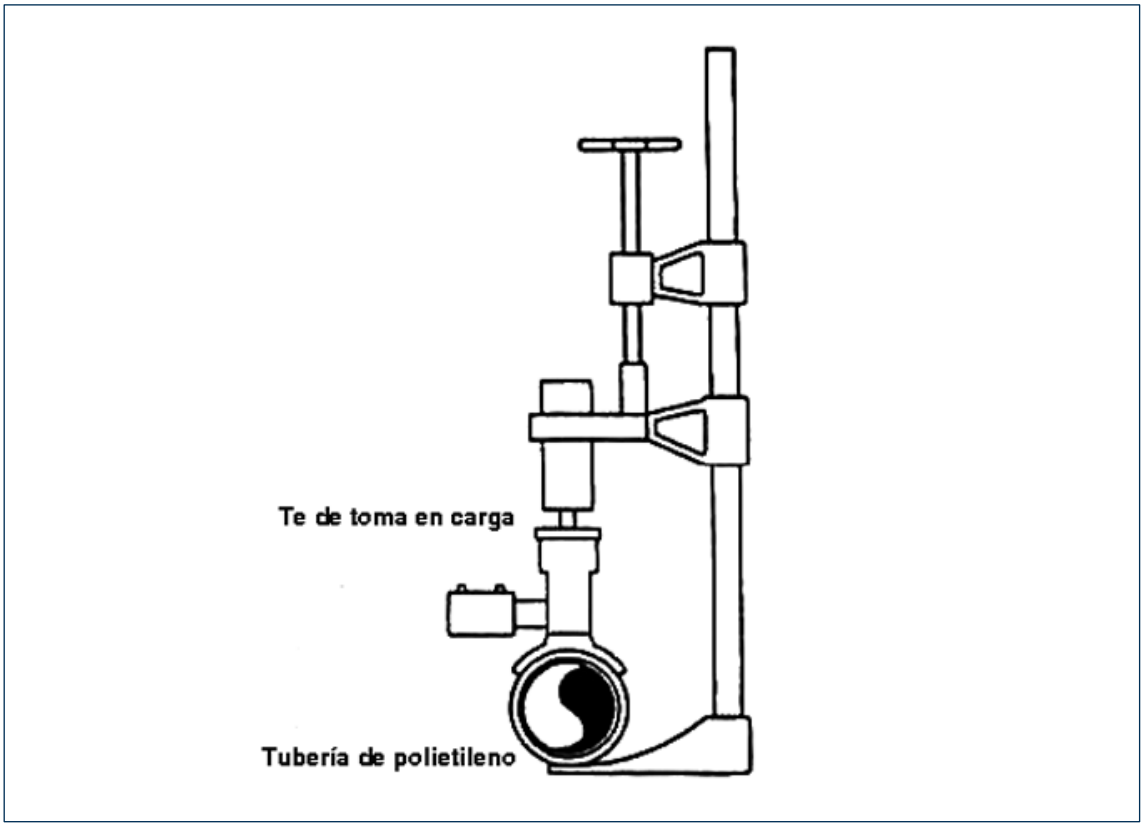


Alineadores (distintas configuraciones)

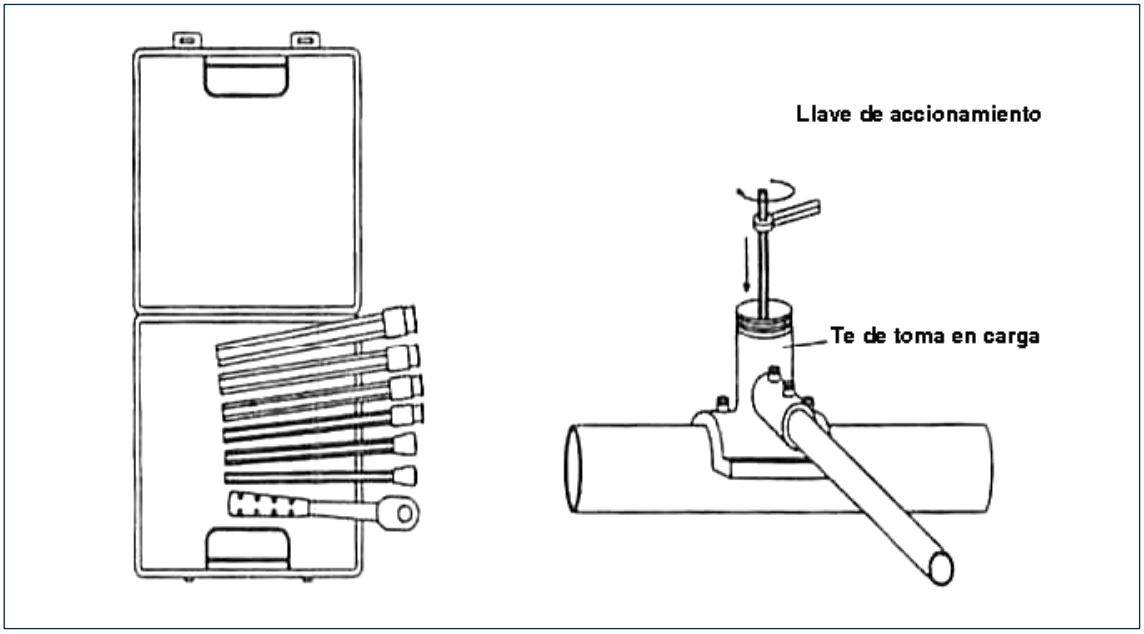


Alineadores (distintas configuraciones)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

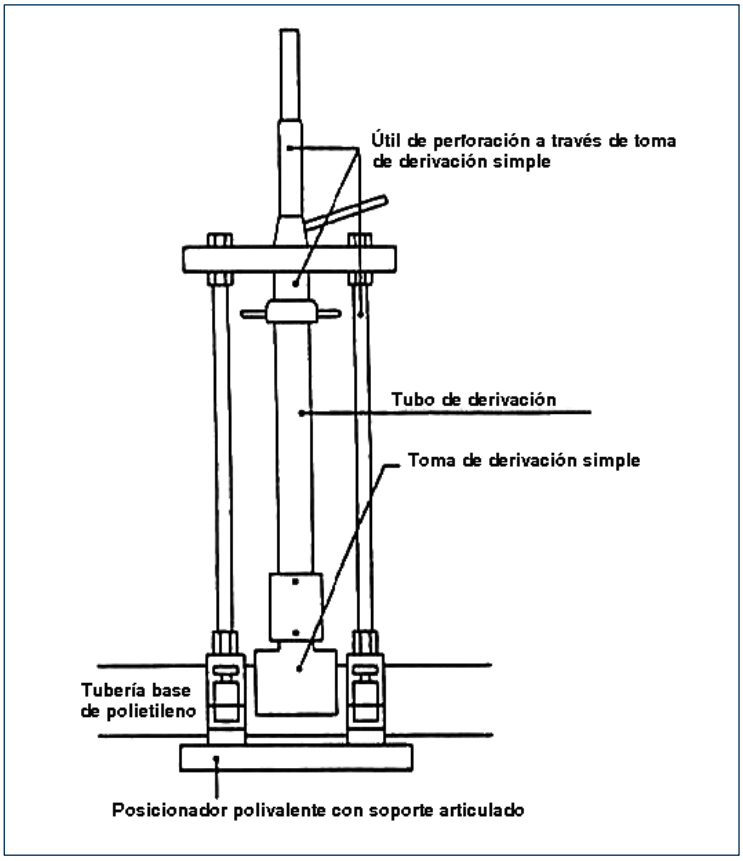


Pedestal posicionador para accesorio de derivación tipo solape

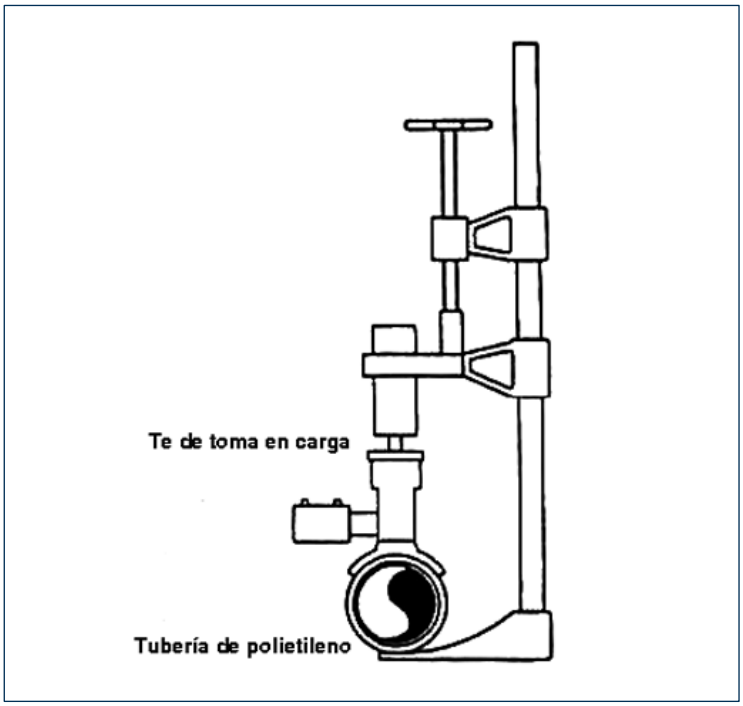


Juego de llaves Allen para accionamiento del dispositivo de perforación

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.

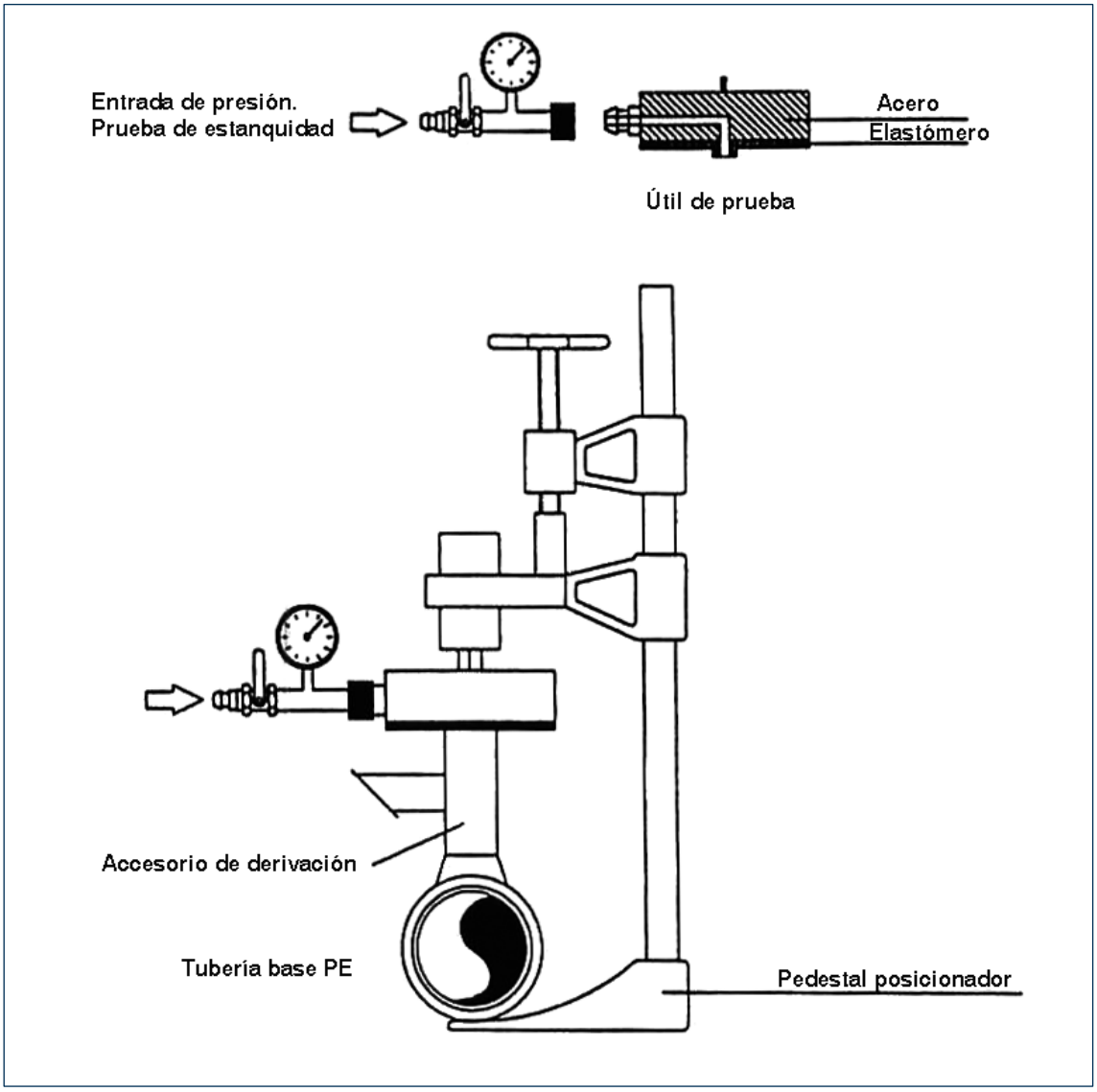


Útil de perforación a través de toma de derivación simple



Extractor de bordón (de-beader)

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.



Útil para la realización de la prueba de resistencia y estanquidad

Este documento es propiedad de Sedigas. Queda prohibida su reproducción o copia total o parcial sin autorización expresa de Sedigas.