

NAG-140

- Año 2016 -

Sistemas de tuberías plásticas de polietileno (PE) para el suministro de combustibles gaseosos

Parte 6

Requisitos mínimos para la instalación



ENARGAS

ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS

ÍNDICE

<i>Prólogo</i>	5
<i>Introducción</i>	6
1 Objeto y alcance	6
2 Referencias	7
3 Definiciones, símbolos y abreviaturas	7
4 Bases de diseño	9
4.1. Máxima presión de operación (MOP)	9
5 Materiales	11
5.1 Tubos	11
5.2 Accesorios para uniones por electrofusión	15
5.3 Accesorios para uniones por termofusión	22
5.4 Vaina protectora para el servicio de PE en su ingreso al gabinete de regulación-medición	26
5.5 Camisa anticorte	26
5.6 Elemento de advertencia para tubería conductora de gas enterrada (malla de advertencia)	27
6 Transporte, manipulación y almacenamiento de tubos y accesorios de PE	27
6.1 Generalidades	27
6.2 Transporte	27
6.3 Condiciones de almacenamiento	28
7 Control, verificación y aceptación de los materiales a utilizar en obra	30
7.1 Generalidades	30
7.2 Tubos de PE	30
7.3 Accesorios de PE	30
7.4 Equipos y herramientas para uniones por termofusión y por electrofusión.	31
8 Requisitos generales	31
8.1 Preservación del medio ambiente y seguridad e higiene del trabajo	31
8.2 Replanteo de obra	32
8.3 Documentación básica de obra	32
8.4 Permisos, vallados, señalización y balizamiento de obras	34
8.5 Distancia a la línea municipal	34
8.6 Plazos para la rotura y reparación de veredas, pavimentos, zanjeo e instalación de tubería.	35
8.7 Rotura de veredas y pavimentos.	35

8.8	Excavación	36
8.9	Tapada y ancho de zanja en veredas y calzadas	39
9	<i>Obra mecánica</i>	42
9.1	Desfile de la tubería de PE en la línea de trabajo	42
9.2	Uniones por termofusión	42
9.3	Uniones por electrofusión	57
10	<i>Consideraciones básicas para la inspección en obra de uniones por termofusión y por electrofusión</i>	63
10.1	Generalidades	63
10.2	Inspección en obra de uniones por fusión a tope	64
10.3	Inspección en obra de uniones a enchufe por termofusión	71
10.4	Inspección en obra de uniones a montura por termofusión	73
10.5	Inspección en obra de uniones a enchufe por electrofusión	75
10.6	Inspección en obra de uniones a montura por electrofusión	79
11	<i>Prueba neumática de fuga de la tubería a instalar</i>	81
12	<i>Instalación de la tubería de PE</i>	82
12.1	Instalación de la tubería de PE en zanja	82
12.2	Instalación de la tubería de polietileno por perforación dirigida	85
13	<i>Instalación de válvulas de PE o de acero para bloqueo de redes y ramales</i>	87
14	<i>Relleno, tapada y compactación de zanja</i>	88
15	<i>Instalación de elementos de advertencia y de señalización</i>	89
15.1	Instalación de los elementos de advertencia para tubería instalada en zanja	89
15.2	Señalización para tuberías instaladas por perforación dirigida, túnel-hombre o túnel-máquina	89
16	<i>Protección mecánica de la tubería</i>	90
17	<i>Cruces especiales</i>	91
18	<i>Reparación de veredas y pavimentos</i>	92
19	<i>Prueba final de hermeticidad</i>	92
20	<i>Instalación de servicios domiciliarios de PE</i>	95
	<i>Anexo A - Vaina de protección para el servicio de PE en su ingreso al gabinete de regulación-medición</i>	100
A.1	Objeto	100
A.2	Alcance	100
A.3	Documentos de referencia	100

A.4	Materiales	100
A.5	Configuración y medidas	100
A.6	Ensayos para vainas de PVC	101
A.6.1	Resistencia al aplastamiento	101
A.6.2	Resistencia al impacto	101
A.6.3	Resistencia a los productos alcalinos	101
A.7	Procedimiento de aprobación	102
A.8	Control de fabricación	102
A.9	Marcado	102
Anexo B - Mallas de advertencia para tuberías de gas enterradas		103
B.1	Objeto	103
B.2	Alcance	103
B.3	Documentos de referencia	103
B.4	Materiales	103
B.5	Configuración y medidas	103
B.6	Ensayos de aprobación	103
B.6.1	Rigidez transversal	103
B.6.2	Planitud	104
B.6.3	Resistencia a la tracción	105
B.6.4	Resistencia al ennegrecimiento por sulfuro de amonio	105
B.6.5	Resistencia a productos alcalinos (para materiales distintos al PE o PP)	105
B.7	Marcado	106
Anexo C - Protecciones entre tuberías de PE y otros servicios públicos o estructuras enterradas		107
C.1	Objeto	107
C.2	Alcance	107
C.3	Consideraciones generales	107
C.3.1	Distancias mínimas de seguridad	107
C.3.2	Criterios para la realización de trabajos de obra civil	107
C.4	Tipos de protecciones y forma de instalación	107
C.4.1	Características de los elementos de protección	107
C.4.2	Instalación de los elementos de protección	108
C.4.3	Medidas adicionales	108
Anexo D - Formación y acreditación de fusionistas de PE		124
D.1	Objeto y alcance	124

D.2	Responsables de la calificación - evaluadores	124
D.3	Categorías de fusionistas	124
D.4	Modalidad del examen	125
D.5	Identificación del fusionista (credencial)	125
D.6	Vigencia y renovación de la matrícula	126
D.7	Registro de fusionistas	126
D.8	Pases de obra	127
D.9	Características generales y requisitos básicos para la prueba de habilidad de la Categoría A	127
D.9.1	Uniones a tope	127
D.9.2	Uniones a enchufe	127
D.9.3	Uniones a montura	127
D.9.4	Preparación de las muestras para la evaluación del fusionista	128
D.9.5	Ensayos	128
D.9.5.2	Ensayo de doblado	128
D.9.5.3	Ensayo de tracción	128
D.9.5.4	Ensayo de flexión	129
D.9.5.5	Ensayos alternativos	129
D.10	Características generales y requisitos básicos para la prueba de habilidad de la Categoría B	129
D.10.1	Listado de materiales	129
D.10.2	Equipamiento	129
D.10.3	Probetas para ensayo	129
D.10.4	Unión a enchufe	129
D.10.5	Unión a montura	131
	<i>Instrucciones para completar el formulario de observaciones</i>	<i>134</i>

PRÓLOGO

La Ley 24 076 -Marco Regulatorio de la Actividad del Gas Natural- crea en su Artículo 50 el ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS).

En el Artículo 52 de la mencionada Ley se fijan las facultades del ENARGAS, entre las cuales se incluye la de dictar reglamentos a los que deben ajustarse todos los sujetos de esta Ley en materia de seguridad, las normas y procedimientos técnicos.

Asimismo, el Artículo 86 expresa que las normas técnicas contenidas en el clasificador de normas técnicas de GAS DEL ESTADO SOCIEDAD DEL ESTADO (revisión 1991) y sus disposiciones complementarias, mantendrán plena vigencia hasta que el Ente apruebe nuevas normas técnicas, en reemplazo de las vigentes, de conformidad con las facultades que le otorga el Artículo 52, inciso b) de la mencionada Ley.

En tal sentido, esta NAG-140 Año 2016 reemplaza y anula a las NAG-129 (ex GE-N1-129), NAG-130 (ex GE-N1-130), NAG-131 (ex GE-N1-131), NAG-133 (ex GE-N1-133), NAG-134 (ex GE-N1-134) y NAG-136 (ex GE-N1-136), normas dictadas oportunamente por la ex GAS DEL ESTADO SOCIEDAD DEL ESTADO sobre redes para la distribución hasta 4 bar de gases de petróleo y manufacturado, de polietileno, teniendo en cuenta los nuevos sujetos de la ley, las Resoluciones que el ENARGAS aprobó en la materia y el avance tecnológico.

Esta parte de la norma ha sido elaborada por una Comisión integrada por personal técnico del Ente Nacional Regulador del Gas, Organismos de Certificación Acreditados, Compañías Distribuidoras de Gas, y Fabricantes de componentes aprobados contenidos en la presente parte de la norma.

La NAG-140 consta de las siguientes partes, bajo el título general de Sistema de Tuberías Plásticas de polietileno (PE) para el Suministro de Combustibles Gaseosos.

Parte 1. Generalidades. Materia Prima.

Parte 2. Tubos.

Parte 3. Accesorios.

Parte 4. Válvulas.

Parte 5. Capacidad de integración de los componentes del sistema.

Parte 6: Requisitos mínimos para la instalación.

Parte 7. Evaluación de la conformidad.

Toda sugerencia de revisión, se puede enviar al ENARGAS, completando el formulario de observaciones que se encuentra al final de esta parte de la norma.

INTRODUCCIÓN

La presente norma, de la cual ésta es la sexta parte, especifica los requisitos para un sistema de tuberías y sus componentes fabricados con PE para ser utilizados en el suministro de combustibles gaseosos.

Las especificaciones, requisitos y métodos de ensayo de los componentes del sistema de tuberías, se especifican en las Partes 1, 2, 3 y 4 de esta norma. Las características de aptitud para el uso están cubiertas en la Parte 5. La Parte 7 proporciona una guía para la evaluación de la conformidad.

Esta parte de la norma, establece los requisitos mínimos para la instalación de sistemas de distribución de combustible gaseoso en baja, media y alta presión con tuberías de PE.

1 OBJETO Y ALCANCE

Esta parte de la norma establece las características y requisitos generales a cumplir en la instalación de redes de PE enterradas o insertadas en tuberías existentes, diseñadas para el transporte y distribución de gas natural u otros gases derivados del petróleo que no afecten al PE.

Esta parte de la norma es aplicable a:

- Redes de distribución, cuya máxima presión de operación (MOP) sea ≤ 4 bar, construidas con PE 80 o PE 100.
- Ramales y redes de distribución en parques industriales, cuya máxima presión de operación (MOP) sea ≤ 10 bar, construidas con PE 100.
- Temperatura de operación comprendida entre $- 20$ °C y $+ 40$ °C.

En la tabla 1 se establecen los límites de la MOP para las redes de distribución construidas con PE 80 y PE 100, que operen entre 0 °C y 40 °C, en función de la temperatura de operación, del SDR y la designación (MRS) del PE.

Tabla 1 - Presión máxima de operación (MOP) para tuberías de PE 80 y PE 100

Temperatura	PE 80		PE 100	
	SDR 11	SDR 17,6	SDR 11	SDR 17,6
0°C a 10°C	4 bar	1,5 bar	9 bar	5,4 bar
20 °C			10 bar	6 bar
30 °C			9 bar	5 bar
40 °C			7 bar	4,5 bar

Las especificaciones de esta parte de la norma se complementan con toda la documentación, normas y especificaciones técnicas vigentes, que se correspondan, en tanto no se opongan a la presente norma.

Las figuras e ilustraciones contenidas en esta Parte 6 tienen fines ilustrativos y no normativos.

2 REFERENCIAS

Esta parte de la norma incorpora por referencias fechadas o no fechadas disposiciones de otras publicaciones. Estas referencias normativas están citadas en los lugares apropiados en el texto y las publicaciones se citan a continuación. Las enmiendas o revisiones de referencias fechadas sólo son aplicables cuando se incorporen a esta parte de la norma por medio de una revisión o actualización. Para referencias no fechadas, es aplicable la última edición publicada.

IRAM 13326 Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado para ventilación, desagües pluviales y cloacales.

IRAM 13351 Tubos de policloruro de vinilo no plastificado, destinados al transporte de líquidos bajo presión.

IRAM-DEF D 1054 Carta de colores para pinturas de acabado brillante y mate.

ISO 11413:1996 Plastics pipes and fittings - Preparation of test piece assemblies between a polyethylene (PE) pipe and an electrofusion fitting.

ISO 11922-1: 1997. Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Dimensions and tolerances - Part 1: Metric series.

ISO 13954:1997 Plastics pipes and fittings - Peel decohesion test for polyethylene (PE) electrofusion assemblies of nominal outside diameter greater than or equal to 90 mm.

NAG-100. Normas Argentinas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañerías.

NAG-113. Reglamento para la realización de obras a ejecutar por terceros, contratadas por el futuro usuario y supervisadas técnicamente por Gas del Estado.

NAG-132. Redes para la distribución hasta 4 bar de gases de petróleo y manufacturado. De polietileno, acero u otros materiales aprobados por Gas del Estado - Accesorios de transición.

NAG-165. Normas mínimas de seguridad para obras y trabajos.

NAG-237 Norma de aprobación para conjuntos puerta-marco de gabinetes o nichos que alojan al sistema de regulación-medición.

3 DEFINICIONES, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Para cubrir las necesidades de esta parte de la norma se aplican las siguientes definiciones y abreviaturas además de las aplicables de la NAG-100, y también refiérase a la NAG-140 Parte 1:

Autoridad competente: Organismo nacional, provincial o municipal, con atribuciones legítimas para resolver un asunto.

Autoridad Regulatoria: El Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).

Clase de trazado: Es la que se define en la Sección 5 de la NAG-100.

Coefficiente de servicio (C): Coeficiente cuyo valor es igual o mayor a 2, que toma en consideración las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de

un sistema de tuberías distinto a aquellas representadas en el límite inferior de confiabilidad (LCL).

Comitente: Persona de existencia real o jurídica que encomienda al Constructor la ejecución de los trabajos objeto del contrato o convenio.

Constructor: Persona de existencia real o jurídica que toma a cargo la ejecución de los trabajos objeto del contrato o convenio.

Diámetro nominal (Dn): Designación numérica de la medida de un componente, que es un número entero convenientemente redondeado, aproximadamente igual a las medidas de fabricación en milímetros.

Distribuidora: Licenciataria del servicio de distribución de gas.

Límite inferior de confiabilidad (LCL): Cantidad expresada en MPa, que puede ser considerada una propiedad del material y representa un 97,5 % del límite inferior de confiabilidad de la resistencia hidrostática de larga duración proyectada a 50 años en agua a 20 °C.

Línea Municipal: Línea que deslinda la propiedad privada de la vía pública actual o la línea señalada por la Municipalidad para las futuras vías públicas.

Presión máxima de operación (MOP): Presión máxima efectiva del fluido en el sistema de tuberías, permitida para el uso continuo, expresada en bar. Tiene en cuenta las características físicas y mecánicas de los componentes del sistema de tuberías.

NOTA: Se calcula usando la siguiente ecuación:

$$MOP = \frac{20 \times MRS}{C \times (SDR - 1)}$$

Organismo de Certificación (OC): Entidad acreditada para la certificación de productos para la industria del gas, conforme a la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.

Presión máxima en caso de incidente (MIP): Presión máxima que se puede alcanzar en la red o sistema de distribución durante un breve periodo de tiempo, limitada por los dispositivos de seguridad.

Ramal de alimentación de PE: Conducto que en forma independiente o interconectado con otros, transporta gas natural, previa regulación de presión, desde un gasoducto hasta los centros de consumo y cuya MOP no supera los 10 bar.

Red de distribución: Instalación compuesta por tuberías principales y servicios.

Red de distribución de baja presión de PE: Una red de distribución en la cual la presión del gas está comprendida entre 18 mbar y 28 mbar (18,3 g/cm² y 28,5 g/cm²).

Red de distribución de media presión de PE: Una red de distribución en la cual la presión del gas está comprendida entre 0,5 bar y 4 bar.

Relación dimensional normalizada (SDR): Designación numérica de una serie de tubos. Es un número convenientemente redondeado, aproximadamente igual a la relación dimensional entre el diámetro exterior, Dn, y el espesor de pared nominal, e_n.

Representante técnico: Persona física legalmente habilitada, con matrícula actualizada y con incumbencias sobre el tipo de obra, el cual representará al Constructor durante el desarrollo de la obra.

Resistencia mínima requerida (MRS): Valor de LCL, redondeado al valor inmediato inferior de la serie R10 cuando el LCL es menor a 10 MPa, o al valor siguiente inferior de la serie R20 cuando el LCL es 10 MPa o mayor.

NOTA - Las series R10 y R20 son las series de números Renard conforme las normas ISO 3:1973 e ISO 497:1973

Servicio (acometida): Conjunto de elementos que tienen por misión conducir el gas desde la tubería principal de distribución a la instalación receptora del usuario.

Sistema de distribución de PE: Conformado por ramales de alimentación y redes de distribución, para la conducción de gas en baja, media y alta presión.

Tapada: Altura que media entre la generatriz superior del tubo una vez asentado perfectamente, y la superficie libre del terreno, vereda o pavimento, según corresponda.

Te de servicio (te de toma en carga o te de derivación): Accesorio de PE que contiene un sacabocados integrado para perforar la pared del tubo de distribución, y una derivación que permite la conexión con el tubo del servicio.

Tensión de diseño (σ_s): Tensión admisible, en MPa, para una aplicación dada. Se obtiene del cociente entre el MRS y C.

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

Unión por electrofusión: Método de unión de tubos de polietileno que se efectúa por medio de accesorios que, en su superficie interna, incorporan una o varias resistencias eléctricas. La máquina para la unión por electrofusión aporta la corriente eléctrica necesaria para que funda el polietileno en contacto con las resistencias y el de la superficie externa de los tubos, permitiendo su soldadura.

Unión por termofusión: Método de unión de tubos y accesorios de polietileno por calentamiento previo de las partes mediante una placa calefactora, y que se aprietan entre sí para que se fusionen sin empleo de material de aporte.

4 BASES DE DISEÑO

4.1. Máxima presión de operación (MOP)

La máxima presión de operación (MOP) se debe elegir en función de las necesidades de operación del sistema de distribución a realizar, siempre que sea inferior o igual a 10 bar y que cumpla las siguientes condiciones:

- Verificación del coeficiente de servicio (C)** – Éste considera las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes del sistema de distribución, debiendo ser igual o superior a 2 y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{20 \cdot MRS}{MOP \cdot (SDR - 1) \cdot D_F}$$

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

Donde:

MOP	Máxima presión de operación
MRS	Tensión máxima circunferencial en MPa
SDR	Cociente entre el diámetro nominal y el espesor nominal mínimo de pared
C	Coficiente de servicio
D _F	Coficiente de reducción por temperatura
σ _S	Esfuerzo o tensión de diseño

NOTA: El coeficiente de reducción (D_F) es un coeficiente utilizado para calcular la MOP que considera la influencia de la temperatura de operación (ver Tabla 1 y NAG-140 Parte 5).

Tabla 2 – Coeficiente de reducción por temperatura (D_F)

Temperatura	Coeficiente de reducción D _F
0 °C a 20 °C	1,0
30 °C	1,1
40 °C	1,3
Se permite la interpolación lineal para otras temperaturas que se ubiquen entre cada rango de esta tabla.	

- b) **Verificación del criterio de propagación rápida de fisuras (RCP)** - Este criterio es la relación entre la presión crítica de propagación rápida de fisuras (P_{RCP}) y la máxima presión de operación (MOP), y debe ser igual o superior a 1,5 (ver figura 1);

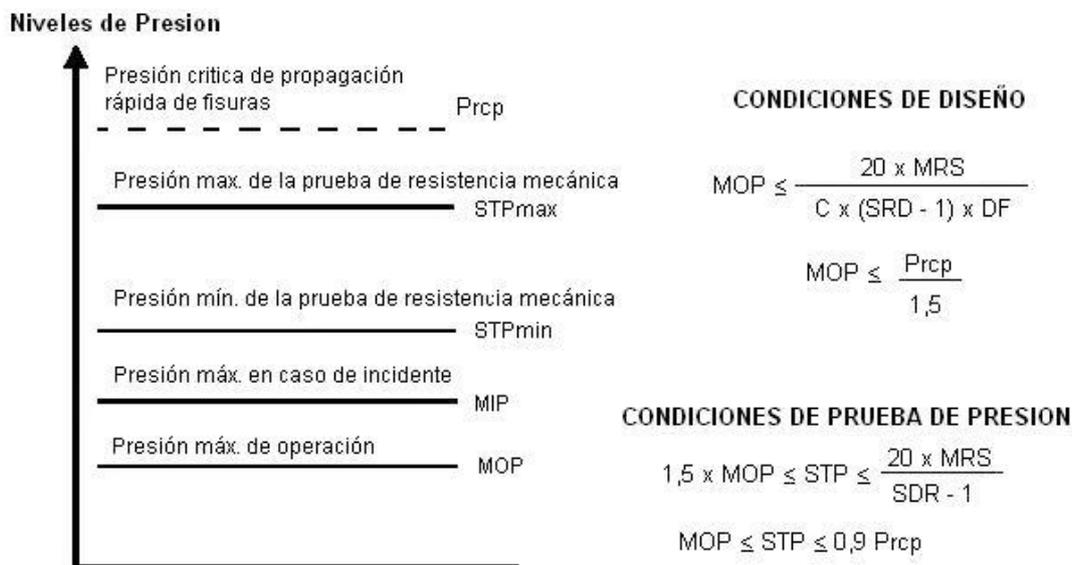
$$1,5 \leq \frac{P_{RCP}}{MOP}$$

La presión crítica P_{RCP} (suministrada por el fabricante) depende de las medidas y del material del tubo, y se determina de acuerdo con NAG-140 Parte 2, para una temperatura de 0 °C.

Para tubería de un sistema de distribución que deba operar a temperatura inferior a 0 °C, la relación P_{RCP}/MOP se calcula de acuerdo con NAG-140 Parte 5, utilizando un valor de la de RCP determinado a partir de la temperatura mínima de operación prevista para el tubo. Si es necesario, se reduce el valor de la MOP de forma que la relación P_{RCP}/ MOP sea superior o igual a 1,5.

Independientemente del cumplimiento de lo indicado en los apartados a) y b), la MOP está limitada a 4 bar para redes de distribución de media presión y a 10 bar para ramales y distribución en parques industriales.

Figura 1 - Niveles de presiones



5 MATERIALES

5.1 Tubos

Las características técnicas de los tubos de PE deben responder a la NAG-140 Parte 2.

Los tubos a utilizar deben ser únicamente los aprobados por un OC.

Se admite la unión por termofusión a tope de tubos de distintas marcas si la unión de éstos fue ensayada y aprobada (compatibilidad de fusión) según NAG-140 Parte 5.

Se admite la unión por termofusión a enchufe o a montura entre tubos y accesorios de distintas marcas pero de igual compuesto, si la unión de éstos fue ensayada y aprobada (compatibilidad de fusión) según NAG-140 Parte 5.

No se permite la unión de tubos de PE que se encuentren o hayan estado presurizados, con accesorios de montura o enchufe por termofusión.

La unión de tubo de PE con tubería o accesorio de otro material (fundición de hierro o acero), se debe realizar con accesorios de transición que respondan a la NAG-132.

Los diámetros externo, nominal, medio y la ovalización de los tubos se indican en la Tabla 3.

Los espesores y SDR de los tubos se indican en la Tabla 4.

Los tubos de PE se suministran en rollos, bobinas o en tramos rectos (barras).

El diámetro interior mínimo de los rollos o bobinas está dado en la Tabla 5.

El diámetro exterior de los rollos y bobinas de tubos de PE, como así su ovalización después de desenrollado, debe ser acordado entre el fabricante y el cliente (ver NAG-140 Parte 2).

La longitud de los tubos rectos, en rollos y en bobinas, debe ser acordada entre el fabricante y el cliente (ver NAG-140 Parte 2). Por razones operativas y para estandarizar el mercado se recomienda que:

- la longitud de los tubos rectos sea de 6 m, 12 m, o la que se acuerde entre el fabricante y el cliente que permitan ser transportados según la normativa vial de aplicación;
- para los tubos suministrados en rollos o en bobinas, sus longitudes deben ser múltiplo de 10 m.

Tabla 3 - Diámetros exteriores medios y ovalización de tubos de PE (medidas en mm)

Medida nominal ^{a)} DN/OD	Diámetro exterior nominal d_n	Diámetro exterior medio			Ovalización máxima para tubos rectos ^{b c}
		$d_{em,min}$	$d_{em,max}$		
			Grado A ^d	Grado B ^d	
16	16	16,0	-	16,3	1,2
20	20	20,0	-	20,3	1,2
25	25	25,0	-	25,3	1,2
32	32	32,0	-	32,3	1,3
40	40	40,0	-	40,4	1,4
50	50	50,0	-	50,4	1,4
63	63	63,0	-	63,4	1,5
75	75	75,0	-	75,5	1,6
90	90	90,0	-	90,6	1,8
110	110	110,0	-	110,7	2,2
125	125	125,0	-	125,8	2,5
140	140	140,0	-	140,9	2,8
160	160	160,0	-	161,0	3,2
180	180	180,0	-	181,1	3,6
200	200	200,0	-	201,2	4,0
225	225	225,0	-	226,4	4,5
250	250	250,0	-	251,5	5,0
280	280	280,0	282,6	281,7	9,8
315	315	315,0	317,9	316,9	11,1
355	355	355,0	358,2	357,2	12,5
400	400	400,0	403,6	402,4	14,0
450	450	450,0	454,1	452,7	15,6
500	500	500,0	504,5	503,0	17,5
560	560	560,0	565,0	563,4	19,6
630	630	630,0	635,7	633,8	22,1

^a Las medidas nominales de producción estándar en la República Argentina son las marcadas en negrita.
^b La medición de la ovalización debe realizarse en el lugar de fabricación.
^c Si son necesarios otros valores a los dados en esta tabla, se deben acordar entre el fabricante y el usuario final.
^d De acuerdo con ISO 11922-1..

Tabla 4 - Espesores de pared mínimos en cualquier punto para tubos de SDR 17.6 y SDR 11 (medidas en mm)

Tamaño nominal DN/OD	Espesor de pared mínimo, e_{\min}^a	
	SDR 17.6	SDR 11
16	2,3 ^b	3,0 ^b
20	2,3 ^b	3,0 ^b
25	2,3 ^b	3,0 ^b
32	2,3 ^b	3,0
40	2,3	3,7
50	2,9	4,6
63	3,6	5,8
75	4,3	6,8
90	5,2	8,2
110	6,3	10,0
125	7,1	11,4
140	8,0	12,7
160	9,1	14,6
180	10,3	16,4
200	11,4	18,2
225	12,8	20,5
250	14,2	22,7
280	15,9	25,4
315	17,9	28,6
355	20,2	32,3
400	22,8	36,4
450	25,6	40,9
500	28,4	45,5
560	31,9	50,9
630	35,8	57,3

^a $e_{\min} = e_n$

^b Los valores calculados de e_{\min} han sido redondeados a 2,3 mm para SDR 17,6 y a 3,0 mm para SDR 11, respectivamente.

Tabla 5 - Diámetro interior mínimo de los rollos o bobinas de tubo PE 80/100

Medida nominal D _N /OD	Diámetro interior mínimo (m)	
	SDR 11	SDR 17,6
25	0,60	-
32	0,70	-
40	0,80	-
50	1,00	-
63	1,30	-
90	1,80	2,70
125	2,50	3,70

5.2 Accesorios para uniones por electrofusión

5.2.1 Generalidades

Los accesorios para uniones por electrofusión (Tipo I, Tipo II, Tipo III), deben responder a la NAG-140 Parte 3 y se debe considerar lo siguiente:

- a) Para su instalación se debe aplicar las presentes instrucciones y las indicadas por el fabricante o proveedor, que como mínimo deben incluir:
 - instrucciones de montaje;
 - instrucciones de fusión (por ej. voltaje, tiempos de calentamiento y de enfriamiento), incluyendo sus limitaciones;
 - los medios de fijación (sujetadores, alineadores y otras herramientas).
- b) En la construcción de ramales de alimentación que operen hasta 4 bar, o en redes de distribución se pueden utilizar indistintamente accesorios fabricados con PE 80 o PE 100; cuando la presión de operación sea mayor a 4 bar, debe utilizarse accesorios fabricados con PE 100.

5.2.2 Clasificación

Según la configuración de las superficies a unir, los accesorios para electrofusión pueden clasificarse en tres tipos:

Tipo I: Accesorios a enchufe

Su cuerpo es PE y contiene dos o más conexiones terminales, las cuales están unidas al elemento (resistencia) que transforma la energía eléctrica en calor, para llevar a cabo una unión por fusión.

Estos accesorios (cuplas de conexión o de reparación, tes, codos, tapas y reducciones) permiten conectar tubos de PE entre sí o con accesorios del Tipo II y III.

Tipo II: Accesorios a montura

Su cuerpo es de PE y contiene dos conexiones terminales, las cuales están unidas al elemento (resistencia) que transforma la energía eléctrica en calor para llevar a cabo una unión por fusión.

Estos accesorios a montura (ramal, te de servicio o te de toma en carga, montura de refuerzo y montura de reparación) pueden instalarse con la tubería en operación, sin necesidad de interrumpir el suministro de gas.

Tipo III: Accesorios con extremos a espiga

No poseen el elemento de calentamiento (resistencia) y el diámetro exterior de sus extremos es idéntico al de los tubos.

Estos accesorios (tes, codos, reducciones, tapones y otros) pueden conectarse con la tubería de PE por medio de accesorios para electrofusión del Tipo I o por fusiones a tope cuando el diámetro lo permita.

5.2.3 Dimensiones de los accesorios para electrofusión a enchufe (Tipo I)

La figura 2 indica las cotas dimensionales de los enchufes, en tanto que las medidas se encuentran en la Tabla 6.

Diámetro y longitud del enchufe (ver figura 2): suministrados por el fabricante y se ajustan a la Tabla 6 con las siguientes condiciones:

- a) $L_3 \geq 5 \text{ mm}$;
- b) $D_2 \geq d_n - 2e_{\text{mín.}}$.

Donde:

d_n - diámetro nominal del accesorio;

$e_{\text{mín}}$ - espesor de pared mínimo especificado para el tubo en la Tabla 4.

D_1 diámetro interior promedio en la zona de fusión (medido en un plano paralelo al plano de la boca y a una distancia de $L_3 + 0,5 L_2$ desde esa cara), no debe ser menor a d_n .

D_2 es el diámetro interior mínimo del pasaje de flujo a través del cuerpo del accesorio;

Los fabricantes deben declarar los valores mínimos y máximos reales de D_1 para permitir al usuario final determinar su conveniencia para fijación y montaje de la junta.

L_1 es la profundidad de penetración del tubo o terminación macho de un accesorio espiga. En caso de una cupla sin tope, no es mayor que la mitad de la longitud total del accesorio;

L_2 es la longitud calentada dentro del enchufe según lo declarado por el fabricante, la que resultará la longitud nominal de la zona de fusión;

L_3 es la distancia entre la boca del accesorio y el comienzo de la zona de fusión según lo declarado por el fabricante, la que será la longitud de entrada no calentada nominal del accesorio.

Espesor de pared (E): Cuando el accesorio y el tubo correspondiente están fabricados con PE de la misma designación, el espesor de pared del accesorio en cualquier punto ubicado a partir de $\frac{2}{3} L_1$ medidos desde todos los bordes de entrada, debe ser igual o mayor que el espesor $e_{\text{mín.}}$ del tubo.

Si el accesorio está fabricado con un PE de diferente designación a la del tubo correspondiente, entonces la relación entre el espesor de pared del cuerpo del accesorio (**E**) y el tubo (**e_n**) deber estar conforme a la Tabla 7.

Todo cambio en el espesor dentro del accesorio debe ser gradual para evitar las concentraciones de tensiones.

Ovalización: La ovalización interior del accesorio, en cualquier punto, no debe exceder de **0,015 · d_n**.

Otras medidas:

- a) En los accesorios de electrofusión a enchufe con un extremo a espiga (por ejemplo, te normal con una derivación espiga), las medidas de dicha espiga deben estar conforme a la Tabla 8.
- b) En las cuplas sin tope interno o con tope central removible, su geometría debe permitir la penetración del tubo hasta la mitad del accesorio.

Figura 2 - Cotas dimensionales de un enchufe para electrofusión

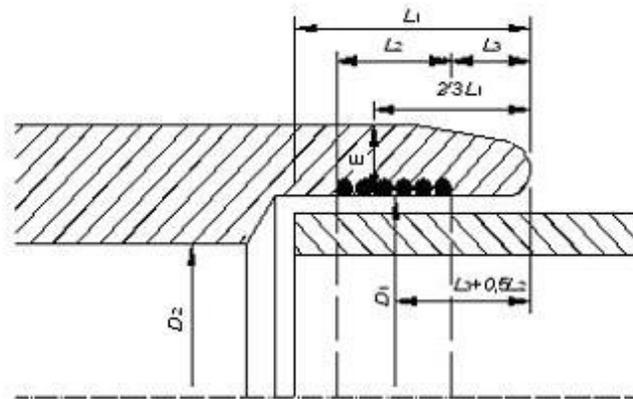


Tabla 6 - Medidas del enchufe de electrofusión (en mm)

Diámetro nominal del accesorio d_n	Profundidad de penetración L_1			Zona de fusión L_2 mín.
	Mínima		Máxima	
	Regulación por intensidad	Regulación por tensión e		
16	20	25	41	10
20	20	25	41	10
25	20	25	41	10
32	20	25	44	10
40	20	25	49	10
50	20	28	55	10
63	23	31	63	11
75	25	35	70	12
90	28	40	79	13
110	32	53	82	15
125	35	58	87	16
140	38	62	92	18
160	42	68	98	20
180	46	74	105	21
200	50	80	112	23
225	55	88	120	26
250	73	95	129	33
280	81	104	139	35
315	89	115	150	39
355	99	127	164	42
400	110	140	179	47
450	122	155	195	51
500	135	170	212	56
560	147	188	235	61
630	161	209	255	67

Tabla 7 - Relación entre espesores de tubos y accesorios

Material del tubo y del accesorio		Relación entre el accesorio y espesores del tubo
Tubo e_n	Accesorio E	
PE 80	PE 100	$E \geq 0,8 e_n$
PE 100	PE 80	$E \geq e_n/0,8$

5.2.4 Descripción y dimensiones de los accesorios para electrofusión a montura (Tipo II)

La figura 3 representa, esquemáticamente, una te de servicio con sacabocados incorporado (sin montura inferior)

5.2.4.1 Descripción

Montura superior (asiento)

Parte del accesorio que tiene incorporado el arrollamiento eléctrico.

Montura inferior

Elemento que se fija mecánicamente a la montura superior para mantenerla en posición correcta y permitir su ajuste con el tubo durante la electrofusión, según indique el proveedor del accesorio. Si el accesorio no posee montura inferior, se debe utilizar la herramienta de montaje indicada por el fabricante o proveedor.

Sacabocados

Elemento metálico incorporado al cuerpo principal de la te de servicio para efectuar la perforación del tubo principal de distribución.

Debe cortar el tubo, presurizado o no, en el rango de temperaturas de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sin originar viruta, y el material cortado debe retenerse por el sacabocados.

Tapa

Elemento empleado en la te de servicio para garantizar su hermeticidad.

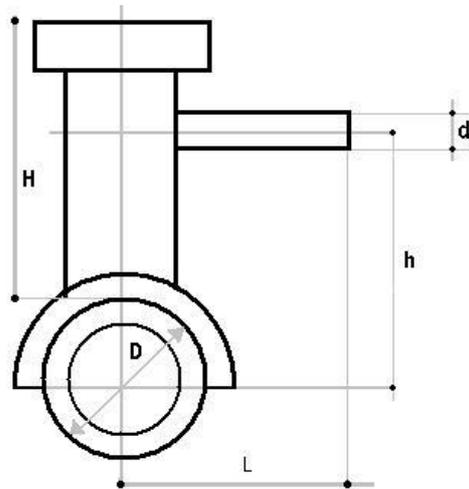
Tanto su colocación como su extracción durante la operación de habilitación serán manuales, a menos que el fabricante lo indique de otro modo.

5.2.4.2 Medidas

La salida (derivación) de las tes de servicio y ramales será del tipo espiga, y sus medidas deben cumplir lo establecido en la Tabla 8.

El fabricante debe especificar las medidas características generales del accesorio en un registro técnico. Estas dimensiones deben incluir la altura máxima del accesorio de montura (**H**), y para las tes de servicio la altura (**h**) de la derivación horizontal (ver figura 3).

Figura 3 - Cotas dimensionales de una te de servicio para electrofusión



donde:

H- Altura máxima del accesorio (te de servicio o ramal de derivación), medida entre la parte superior del tubo de distribución y el plano superior de la tapa (ajustada), en una te de servicio, o la distancia hasta la boca de salida en un ramal de derivación.

h - Altura de la derivación (te de servicio), que comprende la distancia desde el eje del tubo principal hasta el eje de la derivación.

L - Ancho de la te de servicio, que comprende la distancia entre el eje del tubo principal y el plano de la boca de salida de la te de servicio.

D - Diámetro exterior (nominal) del tubo de distribución para el que se ha diseñado el accesorio.

d_e - Diámetro exterior de la derivación de la te de servicio.

5.2.5 Descripción de los accesorios con extremos espiga (Tipo III)

Las medidas de los extremos espiga deben estar de acuerdo con los valores dados en la Tabla 8.

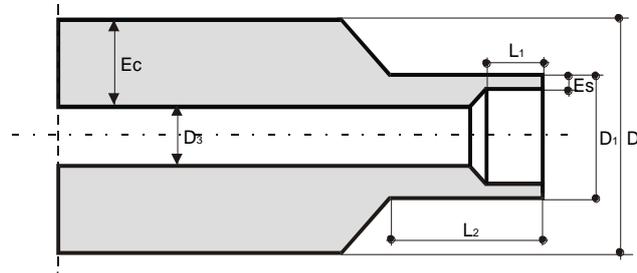
Nota: Los valores de la Tabla 8 están basados en:

- $L_2 > L_1$ para accesorios grado A, según ISO 11922-1.
- Para accesorios Grado B:

$$dn < 90 ; L_2 > 0,6 dn + 25$$

$$dn > 110 ; L_2 > dn/3 + 45$$

Figura 4 - Cotas dimensionales de un accesorio con extremo espiga para electrofusión y termofusión.



donde:

D₁ - Diámetro exterior del extremo de fusión, medido en cualquier plano paralelo al plano de la cara de entrada a una distancia no mayor que **L₂** (longitud de la espiga) desde ese plano.

D₂ - Diámetro exterior del cuerpo del accesorio.

D₃ - Diámetro interior mínimo del pasaje de flujo a través del cuerpo del accesorio. La medida del diámetro no incluye el reborde de fusión, si lo hubiera.

E_C - Espesor de pared del cuerpo del accesorio medido en cualquier punto.

E_S - Espesor de pared de la zona de fusión medido en cualquier punto a una distancia máxima de **L₁** desde el borde de entrada de la espiga.

L₁ - Longitud interior del extremo del accesorio que mantiene el espesor de fusión (**E_S**), que es la profundidad inicial del extremo espiga necesaria para la fusión a tope. La denominamos longitud de la zona de fusión.

L₂ - Longitud inicial donde se mantiene el diámetro exterior promedio nominal (**D₁**), medida desde el extremo de la pieza. La denominamos longitud de la espiga.

La longitud interior **L₁** puede también obtenerse uniendo un tramo de tubo, siempre y cuando su espesor de pared sea igual a **E_S** en su longitud total.

La longitud de la espiga debe permitir las siguientes operaciones, en cualquier combinación:

- uso de sujetadores requeridos para la fusión a tope o para electrofusión;
- ensamblado con un enchufe de electrofusión.

E_S - Espesor de pared de la zona de fusión, que debe ser igual al espesor mínimo del tubo, expresada en milímetros.

E_C - Espesor de pared del cuerpo del accesorio, medido en cualquier punto, que debe ser como mínimo igual al espesor nominal de pared del tubo, expresado en milímetros.

Cualquier cambio del espesor de pared debe ser gradual para evitar concentraciones de tensión.

Tabla 8 – Dimensiones de los accesorios con extremo espiga (en milímetros)

Diámetro Nominal del accesorio	Diámetro exterior medio del extremo a unir ^a			Electrofundición ^b				Termofusión a enchufe	Termofusión a tope			
				Ovalización	Diámetro Interior mínimo	Longitud de la zona de fusión	Longitud de la espiga ^c	Longitud de la espiga	Ovalización	Longitud de la zona de fusión	Longitud de la espiga normal ^d	Longitud de la espiga especial ^e
				Máx.	D_3 mín	L_1 mín	L_2 mín	L_2 mín	Máx.	L_1 mín	L_2 mín	L_2 mín
d_n	$D_{1\text{mín}}$	$D_{1\text{máx}}$ Gr A	$D_{1\text{máx}}$ Gr B									
16	16	-	16,3	0,3	9	25	41	9,8	-	-	-	-
20	20	-	20,3	0,3	13	25	41	11	-	-	-	-
25	25	-	25,3	0,4	18	25	41	12,5	-	-	-	-
32	32	-	32,3	0,5	25	25	44	14,6	-	-	-	-
40	40	-	40,4	0,6	31	25	49	17	-	-	-	-
50	50	-	50,4	0,8	39	25	55	20	-	-	-	-
63	63	-	63,4	0,9	49	25	63	24	-	-	-	-
75	75	-	75,5	1,2	59	25	70	25	-	-	-	-
90	90	-	90,6	1,4	71	28	79	28	1,8	6	22	6
110	110	-	110,7	1,7	87	32	82	32	2,2	8	28	8
125	125	-	125,8	1,9	99	35	87	35	2,5	8	32	8
140	140	-	140,9	2,1	111	38	92	-	2,8	8	35	8
160	160	-	161,0	2,4	127	42	98	-	3,2	8	40	8
180	180	-	181,2	2,7	143	46	105	-	3,6	8	45	8
200	200	-	201,2	3,0	159	50	112	-	4,0	8	50	8
225	225	-	226,4	3,4	179	55	120	-	4,5	10	55	10
250	250	-	251,5	3,8	199	60	129	-	5,0	10	60	10
280	280	282,6	281,7	4,2	223	75	139	-	9,8	10	70	10
315	315	317,9	316,9	4,8	251	75	150	-	11,1	10	80	10
355	355	358,2	357,2	5,4	283	75	164	-	12,5	10	90	12
400	400	403,6	402,4	6,0	319	75	179	-	14,0	10	95	12
450	450	454,1	452,7	6,8	359	100	195	-	15,6	15	60	15
500	500	504,5	503,0	7,5	399	100	212	-	17,5	20	60	15
560	560	565,0	563,4	8,4	447	100	235	-	19,6	20	60	15
630	630	635,7	633,8	9,5	503	100	255	-	22,1	20	60	20

^a Los grados de tolerancia están de acuerdo con la norma ISO 11922-1:1997.

^b Los accesorios espiga diseñados para electrofundición pueden ser utilizados para termofusión, si cumplen con lo indicado en 5.3

^c Los valores de L_2 para electrofundición están basados en las siguientes ecuaciones:
 Para $d_n \leq 90$: $L_2 \geq 0,6 d_n + 25$ mm
 Para $d_n \geq 110$: $L_2 \geq \frac{1}{3} d_n + 45$ mm

Los accesorios con extremos espiga pueden ser entregados con longitud de la espiga L_2 más cortas para ensambles en fábrica o en combinación con el accesorio de electrofundición adecuado.

^d Utilizado preferentemente.

^e Utilizado para accesorios montados en fábrica exclusivamente.

5.3 Accesorios para uniones por termofusión

5.3.1 Generalidades

Los accesorios para uniones por termofusión (a enchufe, a tope o a montura), deben responder a la NAG-140 Parte 3 y se debe considerar lo siguiente:

- No se permite la unión por termofusión de un accesorio de montura o enchufe con tubería de PE que se encuentre o haya estado presurizada.
- Estos accesorios no se pueden utilizar en sistemas de distribución, cuya presión de operación sea superior a 4 bar.
- Los accesorios para uniones por termofusión requieren una herramienta auxiliar (plancha de calentamiento) para calentar las superficies a fusionar.
- Se admite la unión por termofusión a enchufe o a montura entre tubos y accesorios de distintas marcas pero de igual compuesto, si la unión de éstos fue ensayada y aprobada (compatibilidad de fusión) según NAG-140 Parte 5.

e) Para su instalación se deben aplicar las presentes instrucciones y las indicadas por el fabricante o proveedor, que deben incluir:

- instrucciones de montaje;
- instrucciones de fusión (por ej. temperatura del elemento calefactor, tiempos de calentamiento y enfriamiento del accesorio y fuerza de apriete), incluyendo sus limitaciones;
- equipos y herramienta a utilizar.

5.3.2 Clasificación

Estos accesorios se pueden agrupar en tres tipos (según la configuración de la superficie que se calienta para fusionar con el tubo o con otros accesorios):

- Accesorios para termofusión a enchufe
- Accesorios para termofusión a tope (con extremos a espiga)
- Accesorios para termofusión a montura

5.3.2.1 Accesorios para termofusión a enchufe

Estos accesorios (cuplas, tes, codos, tapas, reducciones y otros) se pueden unir a tubos y a otros accesorios de PE empleando la técnica de unión por termofusión a enchufe.

Las cotas dimensionales se definen en la figura 5 y sus medidas en la Tabla 9.

Figura 5 - Dimensiones de los accesorios de termofusión a enchufe

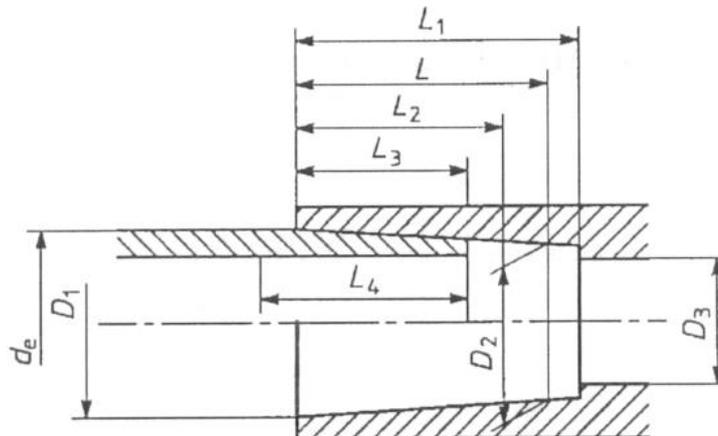


Tabla 9 - Dimensiones de los accesorios de termofusión a enchufe (en milímetros)

Diámetro nominal del accesorio	Diámetro interior medio del enchufe ^a				Ovalización	Diámetro interior mínimo	Longitud de referencia del enchufe	Longitud de calentamiento del enchufe ^c		Longitud de inserción del tubo ^d	
	Boca ^b		Raíz					L ₂ mín	L ₂ máx.	L ₃ mín	L ₃ máx.
d _n	D ₁ mín	D ₁ máx.	D ₂ mín	D ₂ máx.	Máx.	D ₃ mín	L mín	L ₂ mín	L ₂ máx.	L ₃ mín	L ₃ máx.
16	15,20	15,50	15,10	15,40	0,4	9	13,3	10,8	13,3	9,8	12,3
20	19,20	19,50	19,00	19,30	0,4	13	14,5	12,0	14,5	11,0	13,5
25	24,10	24,50	23,90	24,30	0,4	18	16,0	13,5	16,0	12,5	15,0
32	31,10	31,50	30,90	31,30	0,5	25	18,1	15,6	18,1	14,6	17,1
40	39,00	39,45	38,80	39,20	0,5	31	20,5	18,0	20,5	17,0	19,5
50	48,95	49,45	48,70	49,20	0,6	39	23,5	21,0	23,5	20,0	22,5
63	62,00 ^e	62,40 ^e	61,60	62,10	0,6	49	27,4	24,9	27,4	23,9	26,4
75	74,30	74,80	73,00	73,50	0,7	59	30,0	26,0	30,0	25,0	29,0
90	89,30	89,90	87,90	88,55	1,0	71	33,0	29,0	33,0	28,0	32,0
110	109,4	110,00	107,70	108,30	1,0	87	37,0	33,0	37,0	32,0	36,0
125	124,40	125,00	122,60	123,20	1,0	99	40,0	36,0	40,0	35,0	39,0

^a Los diámetros de raíz se miden a la profundidad de referencia. El diámetro medio de la raíz será menor que el de la boca. La profundidad real del enchufe es mayor que la profundidad de referencia.

^b En donde el radio de la boca del accesorio no permita la medición efectiva del diámetro de la boca, las dimensiones de la misma se pueden establecer por extrapolación, a partir de un diámetro medido a 5 mm desde la boca del accesorio, y el diámetro de raíz medido.

^c Los valores de L₂ están basados en las siguientes ecuaciones:

Para $d_n \leq 63$: $L_{2 \text{ mín.}} = (L - 2,5)$ mm; $L_{2 \text{ máx.}} = L$ mm

Para $d_n \geq 75$: $L_{2 \text{ mín.}} = (L - 4)$ mm; $L_{2 \text{ máx.}} = L$ mm

^d Los valores de L₃ están basados en las siguientes ecuaciones:

Para $d_n \leq 63$: $L_{3 \text{ mín.}} = (L - 3,5)$ mm; $L_{3 \text{ máx.}} = (L-1)$ mm

Para $d_n \geq 75$: $L_{3 \text{ mín.}} = (L - 5)$ mm; $L_{3 \text{ máx.}} = (L-1)$ mm

^e Cuando se utilicen herramientas de redondeo, el diámetro máximo de 62,4 mm puede incrementarse 0,1 mm, hasta 62,5 mm. Recíprocamente, cuando se utilicen técnicas de raspado, el diámetro mínimo de 62,0 mm puede reducirse 0,1 mm, hasta 61,9 mm.

5.3.2.2 Accesorios para uniones a tope

El cuerpo de estos accesorios (tes, codos, reducciones, tapas y otros) es totalmente de PE, y el diámetro exterior de sus extremos es idéntico al de los tubos o accesorios con los cuales se quiere unir mediante la técnica de unión por termofusión a tope.

Para esta técnica de unión a tope sólo se pueden utilizar tubos y accesorios de $D_n \geq 90$ mm.

Las cotas dimensionales se definen en la figura 5 y sus medidas en la Tabla 9.

5.3.2.3 Accesorios para unión por termofusión a montura

Estos accesorios de montura (ramales y tes de servicio), pueden unirse con la tubería de PE por medio de la técnica de termofusión a montura.

Las dimensiones de los accesorios de montura son:

- Las cotas dimensionales del radio de la montura y la proyección del arco de circunferencia (**L**) de la montura de los accesorios de derivación para conexiones de servicio de hasta 32 mm inclusive, están indicadas en la figura 6 y sus medidas están definidas en la Tabla 10.
- El ancho de la cara de fusión, medido en forma perpendicular al eje del cuerpo principal, no debe ser inferior a 12 mm (ver figura 6).
- El diámetro interior de la te de servicio no debe ser menor a 16 mm (ver figura 6).
- Las medidas de las salidas a enchufe de los accesorios de derivación deben estar de acuerdo con la Tabla 9. Si fueran a espiga, sus medidas deben estar de acuerdo con la Tabla 8.
- Los radios de curvatura de la base de los accesorios que provea el sistema corresponderán a los de la Tabla 10.

Figura 6 - Cotas dimensionales de accesorios para unión por termofusión a montura

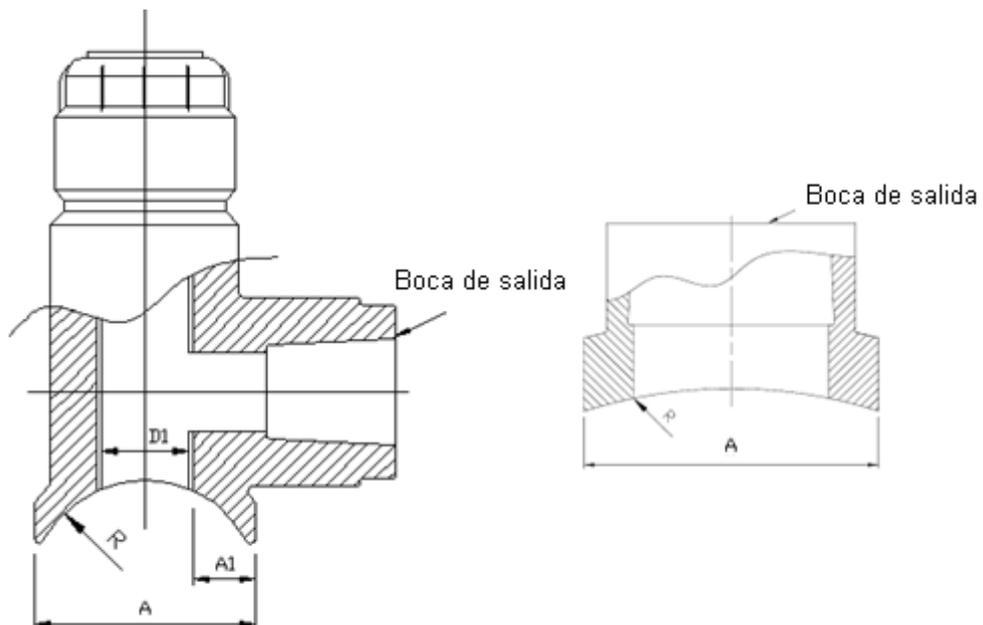


Tabla 10 -Dimensiones de la base

Dn del tubo	Proyección arco de circunferencia mínimo (L) (mm)	Radio de curvatura de la base del accesorio (mm)	
		Mín.	Máx.
40	40,0	20,2	20,6
50	42,0	25,2	25,6
63	50,0	31,7	32,1
75	61,5	37,7	38,2
90	66,0	45,1	45,7
110	66,0	45,1	45,7
125	66,0	62,8	63,4
140	66,0	70,2	71,2
160	66,0	80,2	80,9
180	66,0	90,3	91,5
200	66,0	100,3	101,5
225	66,0	112,9	114,2
250	66,0	125,4	126,9

5.4 Vaina protectora para el servicio de PE en su ingreso al gabinete de regulación-medición

Debe responder a lo indicado en el Anexo A.

5.5 Camisa anticorte

5.5.1 Generalidades

La función de esta camisa anticorte (ver figura 7) es la de evitar el cizallamiento de la tubería del servicio de PE, provocada por el peso o asentamiento diferencial de la tierra, cuando se utilice algunos de los siguientes accesorios:

- Te de servicio y ramal de PE para unir por termofusión con tubo de PE de diámetro ≤ 32 mm.
- Accesorio de transición metal-PE de diámetro ≤ 32 mm, requerido para unir la derivación de una te de servicio de acero (instalada) de diámetro $\leq 1''$ con tubo de PE de diámetro ≤ 32 mm.
- Te de servicio de acero con derivación de diámetro $\leq 1''$, con o sin accesorio de transición metal-PE, para instalar sobre tubería de acero o de fundición y que además se deba unir con tubo de PE de diámetro ≤ 32 mm.

5.5.2 Materiales y medidas de la camisa

Los accesorios mencionados en el apartado anterior deben permitir la instalación de una camisa anticorte de 300 mm de longitud.

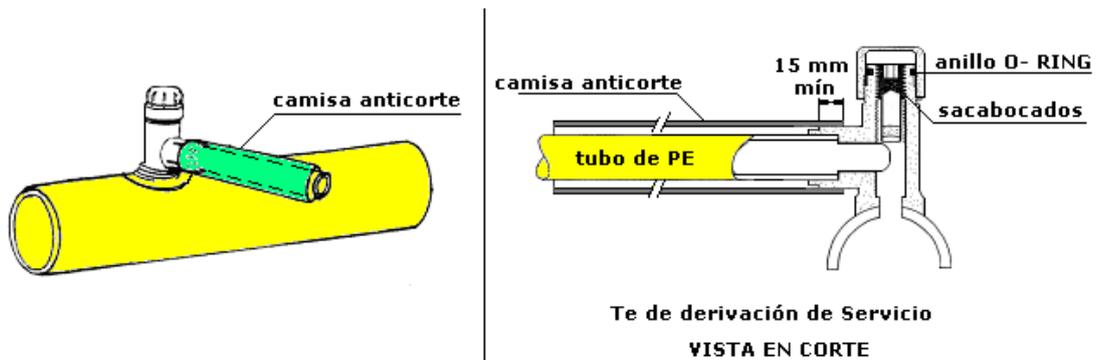
En circunstancias especiales (poca distancia entre la tubería de distribución y la línea municipal, o por la presencia de obstáculos insalvables) y con la autorización de la inspección de obra, se puede disminuir la longitud de dicha camisa hasta 200 mm.

La instalación de dicha camisa se puede realizar en forma directa o utilizando algún dispositivo o elemento que permita un anclaje seguro.

El anclaje debe permitir retener durante 10 minutos una camisa anticorte de un metro de longitud en posición vertical hacia abajo, cuando ambos componentes se encuentren a temperatura ambiente en el momento del ensayo.

La camisa anticorte se puede construir en material plástico, entre otros PE, policloruro de vinilo (PVC) y polipropileno (PP), con un espesor mínimo de 2 mm.

Figura 7 Camisa anticorte



5.6 Elemento de advertencia para tubería conductora de gas enterrada (malla de advertencia)

Debe responder a lo indicado en el Anexo B.

6 TRANSPORTE, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE TUBOS Y ACCESORIOS DE PE

6.1 Generalidades

Se deben tomar las correspondientes precauciones durante el almacenamiento, transporte e instalación de los tubos y accesorios de PE, para asegurar que conserven todas sus propiedades y características específicas, susceptibles de ser alteradas por los factores medioambientales o por trato descuidado.

6.2 Transporte

- Los vehículos de transporte deben tener el piso plano, libre de clavos y salientes pronunciadas o cortantes.
- Los tubos en tramos rectos se pueden transportar a granel o en fardos. Para el primer caso, los tubos se apoyan en toda su longitud sobre el piso del vehículo; para el segundo caso, los tubos apoyan sobre los travesaños de la estructura soporte que los contenga (ver figura 8).
- Los tubos en bobinas o en rollos pueden transportarse en forma vertical u horizontal (ver figura 8). Cuando los rollos se transporten en forma horizontal se emplean plataformas transportables (tarimas o palés).

- d) Al izar o trasladar los tubos no deben usarse fajas abrasivas, correas reforzadas con cables, barretas, cadenas ni otros elementos que puedan dañarlos. Se recomienda emplear fajas de algodón, de cuero o de fibra sintética (ver figura 9).
- e) Cuando se empleen autoelevadores para la carga, descarga y estiba de tubos, deben extremarse las precauciones para evitar dañarlos con las uñas o soportes de la máquina. Cualquiera sea el sistema de carga y descarga que se emplee, se debe impedir que los tubos se golpeen entre sí o contra el piso.

Figura 8 - Disposición de la carga sobre camión

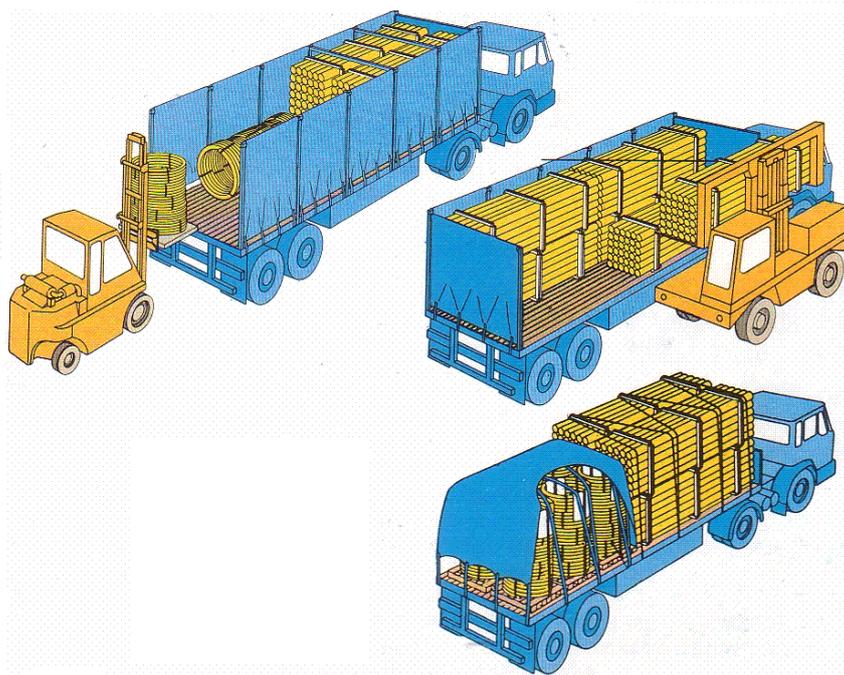
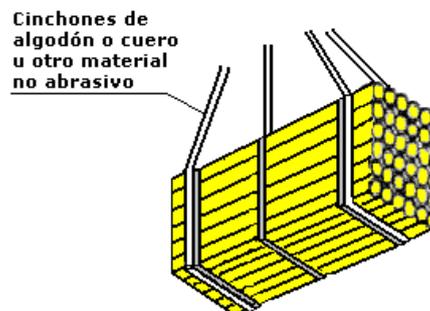


Figura 9 - Izado de tubos con fajas de material no abrasivo



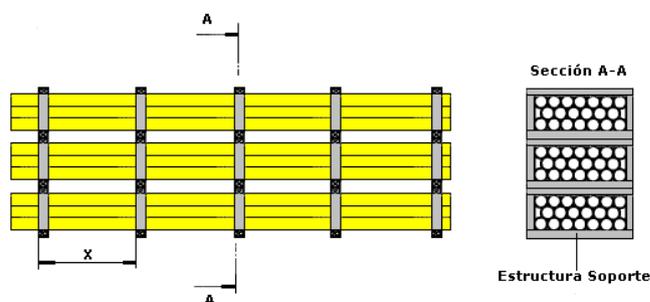
6.3 Condiciones de almacenamiento

- a) Los tubos y accesorios de PE se almacenan de forma que se minimice la posibilidad de deterioro del material por aplastamiento o exposición prolongada y directa a la luz del día.

Si al momento de realizar la inspección visual de la cañería previo a su instalación se

- observen imperfecciones superficiales debido al ataque de rayos UV (decoloración), éstas deben ser validadas de acuerdo con lo indicado en la NAG-140 Parte 2 Anexo B.
- Los extremos de los tubos deben mantenerse cerrados mediante tapas de protección hasta su utilización.
 - Los accesorios se deben mantener en su envase original, y deben ser almacenados hasta su utilización en un recinto convenientemente protegido, cerrado y techado.
 - Se debe impedir la caída de tubos y accesorios desde alturas excesivas, o la caída de objetos pesados sobre ellos, especialmente con temperatura ambiental inferior a 4 °C.
 - Cuando sea preciso estibar tubos a la intemperie, deben protegerse con una cobertura de PE negro.
 - Los tubos, rectos o en rollos, no deben depositarse o arrastrarse sobre superficies abrasivas o con objetos puntiagudos, piedras o salientes susceptibles de deformarlos o deteriorarlos.
 - Los tubos rectos se deben apilar longitudinalmente, y cada estiba debe estar compuesta por tubos de igual SDR y Dn. No se deben estibar en filas cruzadas y la cantidad aceptable de niveles debe ser de 12 para tubos de $Dn \leq 125$ mm. Para tubos de $Dn > 125$ mm, el cliente acordará con el fabricante la cantidad aceptable de niveles.
 - Se pueden apilar tubos en fardos sólo si la estructura del armazón que los contiene se la diseña para soportar el peso de los demás fardos que conforman la pila (ver figura 10).

Figura 10 - Estiba de tubos rectos en fardos (corresponde a la figura 15 de la ISO/TS 10839:2000)

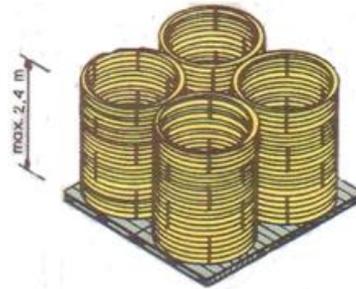


donde:

x: Distancia entre soportes que deben estar uniformemente distribuidos.

- Los rollos de tubos se deben almacenar en forma horizontal sobre superficies planas libres de objetos que puedan dañarlos, preferentemente sobre palés. La pila puede alcanzar una altura máxima de 2,4 m (ver figura 11).

Figura 11 – Estibado de tubos en rollos



7 CONTROL, VERIFICACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS MATERIALES A UTILIZAR EN OBRA

7.1 Generalidades

7.1.1 Los materiales a instalar en obra (tubos, accesorios, válvulas, y otros) deben contar con la certificación correspondiente y el marcado que establece la norma aplicable.

7.1.2 Todos los accesorios deben ingresar a obra en sus envases originales, de acuerdo con la norma correspondiente, a fin de protegerlos durante su almacenamiento y manipulación.

7.2 Tubos de PE

7.2.1 No se deben instalar tubos que presenten deficiencias, tales como:

- a) dimensiones fuera de tolerancia;
- b) grietas, rayas, marcas o muescas de una profundidad igual o mayor al 10 % del espesor de pared. Estas deficiencias pueden salvarse eliminando el tramo afectado;
- c) superficies interna o externa heterogéneas a simple vista, por la presencia de inclusiones extrañas, ampollas o hendiduras;
- d) heterogeneidad del color o decoloración pronunciada;

Nota: No se deben utilizar tubos, con una antigüedad superior a 24 meses, contados a partir de su fecha de fabricación, excepto aquellos que hayan sido revalidados conforme a lo indicado en el Anexo B de la NAG-140 Parte 2. Los tubos que tengan una antigüedad superior a los 60 meses, no deben revalidarse.

7.3 Accesorios de PE

7.3.1 Accesorios para uniones por termofusión

No se deben instalar cuando presenten deficiencias tales como:

- a) diámetros exteriores e interiores fuera de tolerancia, según las Tablas 8 y 9 ;
- b) radio de curvatura fuera de tolerancia en accesorios para unión a montura, según la Tabla 10;
- c) grietas, rayas, marcas o muescas de una profundidad igual o mayor al 10 % del espesor mínimo de pared;
- d) superficies interna o externa heterogéneas, a simple vista, por la presencia de inclusiones extrañas, ampollas o hendiduras;

- e) ovalización de los extremos a unir superior a los valores determinados para la tubería del mismo Dn, según la Tabla 9;
- f) heterogeneidad del color o decoloración pronunciada;
- g) si el accesorio no se presenta embalado en su envase original.

7.3.2 Accesorios para uniones por electrofusión

No se deben instalar cuando presenten deficiencias tales como:

- a) dimensiones fuera de tolerancia, según las Tablas 6, 7 y 8;
- b) ovalización de los extremos a espiga o a enchufe superior a los valores determinados para tubos del mismo Dn según la Tabla 3;
- c) heterogeneidad del color o decoloración pronunciada;
- d) grietas, rayas, marcas o muescas de una profundidad igual o mayor al 10 % del espesor mínimo de pared;
- e) superficies interna o externa heterogéneas, a simple vista, por la presencia de inclusiones extrañas, ampollas o hendiduras;
- f) si el accesorio no se presenta embalado en su envase original.

7.4 Equipos y herramientas para uniones por termofusión y por electrofusión.

7.4.1 Todo equipo y herramienta para realizar uniones por fusión en obra debe cumplir con lo indicado por el fabricante y ser inspeccionado por la Distribuidora.

7.4.2 En el caso de uniones entre tubos y accesorios, se deben utilizar herramientas que cumplan los requerimientos indicados por los fabricantes de los accesorios y las máquinas de electrofusión que garanticen respetar los parámetros de fusión establecidos por el fabricante de accesorios.

7.4.3 Debe ser obligación del Constructor conservarlos en perfectas condiciones de operación. Cualquier irregularidad en este aspecto puede dar lugar a que la inspección de obra no permita su uso.

7.4.4 A requerimiento de la inspección de obra, el Constructor debe facilitar temporalmente los catálogos o manuales de operación de los equipos y herramientas a utilizar en las uniones por fusión.

8 REQUISITOS GENERALES

8.1 Preservación del medio ambiente y seguridad e higiene del trabajo

En todo proyecto de construcción o reparación de ramales y redes de distribución se deben cumplir las disposiciones dictadas por el ENARGAS relacionadas con la preservación del medio ambiente y la seguridad e higiene del trabajo.

Asimismo, la observancia de dicha normativa no exime de cumplir las políticas y reglamentaciones nacionales, provinciales o municipales vigentes en materia de protección ambiental y de la de seguridad e higiene del trabajo, debiendo satisfacerse los requisitos que resulten más estrictos.

8.2 Replanteo de obra

8.2.1 Antes de comenzar la obra, el Constructor debe efectuar su replanteo para confeccionar el proyecto constructivo, siguiendo los lineamientos del plano de anteproyecto o el croquis del punto de suministro elaborado por la Distribuidora.

8.2.2 Para ello, el Constructor debe reunir toda la información necesaria sobre la existencia de obstáculos o instalaciones subterráneas (cámaras, cables, cañerías, desagües y otros) y debe realizar un análisis exhaustivo del recorrido propuesto y sus posibles variantes, incluidas las obras de arte y piezas especiales que sean necesarias para sortear obstáculos y otros inconvenientes.

8.2.3 El Constructor debe gestionar ante la autoridad competente la documentación relacionada con cruces especiales (rutas, vías de ferrocarril, cauces, puentes, etc.).

8.2.4 Asimismo, debe tener conocimiento y respetar las normas y disposiciones emanadas de organismos nacionales, provinciales o municipales con jurisdicción sobre la obra, y de otros prestadores de servicios públicos.

8.2.5 El proyecto constructivo debe contar con la conformidad de la Distribuidora y, de corresponder, por la autoridad competente con jurisdicción sobre el proyecto.

8.2.6 El Constructor debe realizar las verificaciones y los sondeos necesarios, como mínimo uno cada 40 m, para localizar, identificar y señalar todos los servicios y obstáculos o instalaciones subterráneas existentes en la zona de trabajo (cámaras, cables, cañerías, desagües y otras). La ejecución de los sondeos debe efectuarse mediante el empleo de herramientas manuales.

8.3 Documentación básica de obra

Los documentos mínimos indispensables que se requieren para la construcción de una obra entre otros son:

- a) Previo a la iniciación de los trabajos de obras, la Distribuidora debe verificar, entre otros, la existencia de la documentación detallada a continuación:
 - Plano de proyecto constructivo con la conformidad de la Distribuidora.
 - Certificado de aprobación de tipo de los materiales por parte del Organismo de Certificación acreditado, con constancia de sus compatibilidades en el caso que corresponda.
 - Certificado de liberación de lote emitido por el fabricante.
 - Permisos de apertura de la vía pública y cruces especiales, extendidos por la autoridad competente.
 - Matrícula de fusionistas.
- b) Documentación a confeccionar para el inicio de la obra:
 - Acta de iniciación efectiva de la obra.
- c) Documentación a elaborar durante la realización de la obra:
 - Croquis de ubicación.

- Acta de aprobación de prueba de hermeticidad.
- d) Documentación posterior a la finalización de la obra:
- Plano conforme a obra.
 - Acta de recepción de la obra.

8.3.1 Proyecto constructivo

En los planos del proyecto constructivo, se deben señalar con precisión la ubicación (referida a puntos fijos) de la traza y los elementos componentes del proyecto.

Se debe contar con los planos de ubicación de las interferencias con otros servicios públicos (telefonía, energía eléctrica, cloacas y otros).

En el caso de encontrarse puntos conflictivos, la inspección de obra debe requerir que el proyecto constructivo incluya todos los detalles de relevancia.

8.3.2 Acta de iniciación efectiva de la obra

Una vez cumplidos todos los requisitos previos, se labra el acta de iniciación efectiva, la que según el tipo de obra debe ser rubricada por:

- a) **Para obras propias de la Distribuidora:** el representante de la Distribuidora y el Constructor.
- b) **Para obras por terceros:** el representante de la Distribuidora y el Constructor, y de corresponder (según las cláusulas contractuales) también la firma del representante del futuro usuario (comitente).

8.3.3 Croquis de ubicación

El croquis de ubicación debe señalar (por cuadra) esquemáticamente el recorrido de la tubería de distribución y la de los servicios, como así también la ubicación exacta de las válvulas, reducciones, fusiones, desvíos (en cualquier plano o nivel), obstáculos que modifiquen el recorrido normal de la tubería, diámetro nominal, tapada y todo otro dato que sea necesario para la confección del plano conforme a obra. Además, se debe tener en cuenta que toda acotación se debe referir a puntos fijos (línea municipal u otros).

El croquis de ubicación debe ser conformado con rúbrica y aclaración del Constructor y del representante de la Distribuidora.

8.3.4 Acta de aprobación de la prueba de hermeticidad

Se debe certificar la realización de la prueba de hermeticidad, rubricada por el representante del Constructor y el de la Distribuidora.

8.3.5 Planos conforme a obra

Se deben confeccionar por el Constructor, utilizando los parámetros definidos en el croquis de ubicación.

Estos planos deben ser rubricados por el representante de la Distribuidora y el del Constructor.

Su función es reflejar el proyecto como realmente fue construido, señalando las cotas de ubicación (referidas a puntos fijos, por ejemplo mojones y línea municipal) y tapada de

todos los elementos componentes de la red o ramal de distribución, especificaciones técnicas que amparan a los elementos o materiales señalados en el plano, detalles de los cruces especiales (por ejemplo rutas, ferrocarriles, puentes y ríos), detalles de instalación de válvulas enterradas o en cámara, detalles de conexión al sistema existente, presión de operación, tipo y presión de las pruebas, y otros detalles que fueran necesarios para la correcta operatividad y mantenimiento de la tubería instalada.

8.3.6 Acta de recepción de la obra

Es el documento que se utiliza para materializar la entrega de la obra por parte del Constructor.

Para obras propias de la Distribuidora debe estar rubricada por los representantes de ésta y del Constructor.

Para las obras contratadas por el futuro usuario (obras por terceros), se debe cumplir con los requisitos establecidos en la NAG-113 o la que en el futuro la reemplace.

8.4 Permisos, vallados, señalización y balizamiento de obras

- a) El Constructor debe obtener de la autoridad competente los permisos para la apertura de veredas, calzadas, cruces de calles, rutas, ríos, arroyos, vías y cierre de tránsito, como así también para efectuar instalaciones de superficie, subterráneas y del obrador provisorio.

Cuando la instalación se realice en inmuebles de propiedad privada, como countries, clubes de campo, barrios cerrados o situaciones similares, se debe acordar la constitución del derecho real de servidumbre necesario para la instalación de la tubería a operar por la Distribuidora, y que permita a ésta un acceso directo para la realización de tareas de operación y mantenimiento de esas instalaciones.

En los casos que la gestión se deba realizar con la intervención de la Distribuidora, el Constructor debe colaborar y proveer a la Distribuidora toda la documentación exigida por la autoridad competente.

- b) Antes de la iniciación y durante la realización de los trabajos, se debe señalar, vallar y balizar la zona afectada, en un todo de acuerdo con lo que fijen las disposiciones vigentes que sobre el tema han dictado los organismos oficiales pertinentes. En su defecto, se deben cumplir las prescripciones de la NAG-165, y de toda otra reglamentación dictada por el ENARGAS sobre el particular.

8.5 Distancia a la línea municipal

- a) Toda tubería de PE que opere a una presión ≤ 4 bar se debe instalar en vereda y en la franja comprendida entre 1,50 m y 3,00 m (medida desde la línea municipal).
- b) Cuando impedimentos técnicos insalvables o de otra naturaleza, no permitan cumplir lo indicado en 8.5 a), la Distribuidora puede autorizar, como excepción, alterar las distancias establecidas o permitir la instalación de la tubería en calzada.

Cuando los impedimentos obliguen a instalar la tubería a menos de 0,80 m de la línea municipal, se deben tomar las medidas necesarias para direccionar las posibles fugas de gas a fin de minimizar la probabilidad de migración de gas a los edificios adyacentes.

- c) Toda tubería de PE que opere a una presión mayor a 4 bar debe instalarse a las distancias mínimas (medidas desde la línea municipal) que se detallan a continuación:
- 6 m para tubería de $Dn \leq 180$ mm
 - 7,5 m para tubería de $Dn > 180$ mm
- d) Cuando se trate de countries, clubes de campo, barrios cerrados o situaciones similares, donde se accede a las viviendas a través de calles y veredas perfectamente definidas, que no difieran del trazado urbano de cualquier ciudad, salvo en lo que respecta al dominio público municipal, la instalación de una red de distribución es asimilable a la que se ejecuta en la vía pública, siendo válidas las definiciones anteriores. La línea demarcatoria entre la propiedad de los usuarios y la zona de vereda es asimilable a la línea municipal.
- e) Cuando se trate de conjuntos habitacionales comerciales u oficinas, cuyo frente da a un pasaje comunitario, de acceso público y a cielo abierto, la tubería debe instalarse en la zona del pasaje comunitario. La línea demarcatoria entre la propiedad de los usuarios y el pasaje comunitario es asimilable a la línea municipal.

8.6 Plazos para la rotura y reparación de veredas, pavimentos, zanqueo e instalación de tubería.

Para la rotura y reparación de veredas, pavimentos, zanqueos e instalación de tubería, el Constructor debe observar los plazos consignados en las disposiciones de la autoridad competente. En su defecto, debe cumplimentar como mínimo lo establecido en la Tabla 11.

Tabla 11 - Plazos para la rotura y reparación de veredas y pavimentos, zanqueo e instalación de tubería

FASE	PLAZOS
Rotura de veredas	No se debe anticipar más de un día al zanqueo.
Rotura de pavimentos	No se debe anticipar más de tres días al zanqueo, si después de la rotura se permite la libre circulación de vehículos; caso contrario, no se debe anticipar más de un día.
Zanqueo	No deben quedar zanjas abiertas más de un día.
Instalación de tubería	Se debe instalar en un plazo no mayor de un día de terminada la zanja. En los cruces de calles a cielo abierto, en forma inmediata a la terminación del zanqueo.
Contrapiso de veredas	Se debe realizar en un plazo no mayor de seis días de instalada la tubería.
Reparación de veredas (colocación de solados)	Se debe realizar en un plazo no mayor a seis días después de realizado el contrapiso.
Reconstrucción de pavimentos	Se debe realizar en un plazo no mayor de tres días de instalada la tubería. Para los cruces de calles debe ser en un plazo no mayor de dos días.

8.7 Rotura de veredas y pavimentos.

- a) Antes de comenzar los trabajos, el Constructor debe cumplir con lo establecido en 8.2, 8.3 y 8.4.
- b) Además, en caso de exigirlo la autoridad competente, debe tener ubicados todos los dispositivos o elementos requeridos para el acopio (contenedores, cajones, entablados

de contención, bolsas) de los materiales y tierra a extraer. Dicha ubicación no debe dificultar las instalaciones de los otros servicios públicos en superficie, ni impedir el tránsito peatonal o el escurrimiento del agua de los desagües pluviales y sumideros.

- c) La rotura y posterior reparación de los pavimentos y veredas se debe realizar de acuerdo con las disposiciones de la autoridad competente.
- d) En las roturas de bocacalles o frentes de garaje se debe arbitrar los medios para no interrumpir la circulación vehicular o peatonal.
- e) Los fragmentos resultantes de la rotura de veredas y pavimentos no deben mezclarse con la tierra de zanjeo.
- f) Deben respetarse las disposiciones de la autoridad competente, respecto a la ubicación y destino de los materiales extraídos que no se vayan a reutilizar.

8.8 Excavación

- a) Antes de iniciar la excavación, el Constructor debe cumplir con lo establecido en los apartados 8.2, 8.3 y 8.4 de esta parte de la norma y, como mínimo, con lo estipulado en la NAG-165.
- b) De no oponerse a las disposiciones de la autoridad competente, la excavación de zanjas o pozos se puede realizar con herramientas manuales o con maquinaria. El Constructor debe emplear el equipo necesario y los métodos adecuados para ejecutar la zanja en condiciones de seguridad.

En la excavación se deben tomar todas las medidas de seguridad necesarias para evitar la rotura o deterioro de líneas telefónicas y eléctricas (sean aéreas o subterráneas), cañerías de agua, de gas, cloacales, desagües y otras.

- c) De no oponerse a las disposiciones de la autoridad competente y según las características del terreno, los cruces de calles y avenidas pueden realizarse (entre otros) por alguno de los siguientes métodos:
 - por túnel hombre;
 - a cielo abierto;
 - perforación;
 - inserción.
- d) Se deben tomar todas las medidas de seguridad que fueran necesarias para evitar posibles deslizamientos del terreno en la excavación.

Si fuera necesario y, teniendo en cuenta el tipo de terreno y la profundidad de la excavación, se deben emplear (entre otras) algunas de las siguientes medidas:

- cortar el borde de la excavación con una inclinación similar al talud natural del terreno;
- dejar los puentes (tramos de aprox. 0,40 m sin zanjear) que fueran necesarios para evitar el desmoronamiento de los laterales de la zanja;

- encofrar o entibar las paredes de la excavación de acuerdo con las disposiciones establecidas por la autoridad competente o, en su defecto, aplicar los criterios establecidos en la Tabla 12.

Como orientación, se recomienda (ver figura 12) que dichas entibaciones se realicen de la siguiente manera:

Entibación completa: Colocando elementos de contención en forma vertical (tablones de madera o planchas de chapas conformadas) en el 100% de la superficie de las paredes de la zanja. Estos elementos de contención deben sostenerse con largueros horizontales y con puntales fijos o ajustables en las partes alta y baja de la excavación.

Entibación semicompleta: Revistiendo como mínimo el 50% de la superficie de la pared con elementos de contención (tablones de madera o planchas de chapas conformadas) colocadas en forma vertical, sostenidos con largueros horizontales y con puntales fijos o ajustables en las partes alta y baja de la excavación.

Entibación simple (ligera): Disponiendo puntales fijos o ajustables en las partes alta y baja de la zanja, apoyados contra los elementos de contención (tablones de madera o planchas de chapas conformadas).

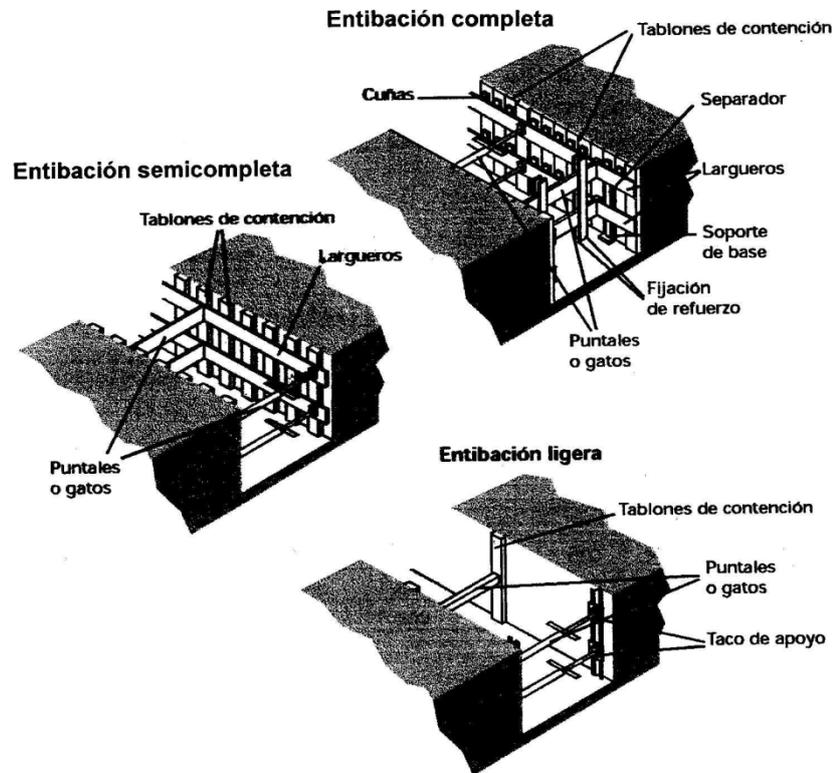
Tabla 12 - Tipos de encofrados y entibaciones

Tipo de encofrado o entibación a emplear						
Terreno	Solicitud	Tipo de excavación	Profundidad (m) de la excavación y tipo de encofrado			
			≤ 1,50	> 1,50 y ≤ 2,00	> 2,00 y ≤ 2,50	> 2,50
Compacto	Sin solicitud	Zanja	(1)	(2)	Simple	Semi-completa
		Pozo	(1)	Simple	Semi-completa	Completa
	Con solicitud vial	Zanja	Simple	Semi-completa	Completa	Completa
		Pozo	Semi-completa	Completa	Completa	Completa
	Con solicitud de cimentación	Zanja	Completa	Completa	Completa	Completa
		Pozo	Completa	Completa	Completa	Completa
Suelto o plástico	Con o sin solicitud vial o de cimentación	Zanja	Completa	Completa	Completa	Completa
		Pozo	Completa	Completa	Completa	Completa

(1) Entibación por lo general no necesaria.

(2) La realización de la entibación queda a criterio de la Distribuidora, la que en su evaluación debe tener en cuenta las características y terreno de la obra, y la afectación de la seguridad pública y de las personas.

Figura 12 - Tipos de entibaciones



- e) La tierra extraída durante el zanjeo debe volcarse a un lado, respetando las distancias mínimas entre talud y borde de zanja estipuladas en la NAG-165, evitando obstruir el escurrimiento de los desagües pluviales y manteniendo un paso suficiente, tanto para peatones como vehículos, en particular en los accesos de inmuebles. En caso de exigirlo la autoridad competente, la tierra se debe retirar o depositar en cajones, tableros de contención o bolsas.
- f) El piso de la zanja debe estar nivelado en los lugares donde fuere necesario, para proporcionar un asentamiento uniforme de la tubería.
- g) Cuando el zanjeo deba realizarse en terrenos de relleno, donde existan objetos extraños que no puedan retirarse, o donde hubiere formaciones rocosas u objetos duros que puedan dañar la tubería, se debe colocar en el fondo de la zanja un manto de 0,15 m a 0,20 m de espesor con tierra fina o arena, libre de piedras, cascotes y desperdicios, la que debe estar debidamente compactada.
- h) En zonas arboladas se debe evitar asentar la tubería sobre raíces, las que no pueden ser dañadas o cortadas, salvo que sea imprescindible, en cuyo caso se deben realizar las tareas con la debida autorización de la autoridad competente y tomando las precauciones necesarias para impedir el debilitamiento o derrumbe de los árboles.
- i) La tubería debe quedar, como mínimo a 0,30 m de distancia en todo sentido de cualquier obstáculo permanente que se encontrase al efectuar el zanjeo: postes, columnas, bases de hormigón, tuberías de agua, cloacas, líneas telefónicas y eléctricas (hasta una tensión de 1 kV).

Si la autoridad competente responsable de las estructuras o servicios preexistentes a la instalación del sistema de distribución de gas, determinara distancias, o protecciones de seguridad superiores a las previstas en esta norma, se debe aplicar la que resulte mayor.

- j) La distancia mínima entre una tubería de PE y una línea eléctrica que opera con una tensión superior a 1 kV debe ser:
- 0,50 m para una MOP \leq 4 bar y para todo Dn;
 - 0,50 m para una MOP $>$ 4 bar y un Dn \leq 180 mm;
 - 1,00 m para una MOP $>$ 4 bar y un Dn $>$ 180 mm.

k) Cuando no sea posible cumplir con las distancias mínimas de separación indicadas en i) y j), se debe cumplir con lo establecido en el Anexo C (Protecciones entre redes de gas y otros servicios públicos o estructuras enterradas).

l) Cuando se atraviese la salida de garajes, corralones, talleres u otros espacios con entrada de vehículos, se deben implementar los medios que permitan su libre acceso.

En los casos particulares, tales como Hospitales, Sanatorios, Centros de Salud, Destacamentos Policiales, Estaciones de Bomberos, Geriátricos, etc., se debe consensuar con las autoridades del establecimiento, las instalaciones mínimas de carácter provisorio (Señalización, abalizamiento, iluminación, cartelería, etc.) que aseguren un normal tránsito peatonal y vehicular durante el plazo de ejecución de los trabajos.

m) En los lugares donde deban efectuarse uniones de tubería en zanja, se debe realizar una excavación cuyas dimensiones sean acordes con las características del herramental o equipo que se utilice, así como el espacio antropométrico necesario para permitir un libre y correcto accionar del personal.

8.9 Tapada y ancho de zanja en veredas y calzadas

- a) Toda tubería principal y de servicio debe instalarse a una profundidad que permita cumplir con las tapadas indicadas en la Tabla 13.
- b) En veredas y calzadas cuyos niveles sean definitivos, las tapadas mínimas se miden desde la parte superior del cordón y desde la parte más baja del pavimento, respectivamente (ver tabla 13).
- c) Para veredas y calzadas de tierra, el constructor debe tramitar y obtener de la autoridad competente el estudio de niveles que exista para la zona de trabajo u otro tipo de información fehaciente que permita instalar la tubería con la tapada reglamentaria.
- d) Para los cruces de calzada, se debe llegar progresivamente a la profundidad requerida desde aproximadamente 5 m antes de la línea municipal, en forma perpendicular al zanjeo.
- e) Cuando una estructura subterránea u otro impedimento técnico no permitan instalar la tubería principal o la tubería de servicio con la tapada mínima establecida en la Tabla 13, el Constructor debe requerir la autorización previa a la Distribuidora y colocar una

protección adicional para prevenir daños por cargas externas o por la intervención de terceros.

- f) En casos excepcionales cuando obstáculos insalvables no permitan cumplir con la tapada máxima indicada en la tabla 13, la Distribuidora puede autorizar, como excepción, alterar dicha tapada, debiendo en ese caso evaluar y tomar las medidas necesarias para evitar la probabilidad de migración de gas a los edificios adyacentes ante las posibles fugas que se puedan generar durante la operación del sistema.
- g) Para tuberías que operen con una $MOP \leq 4$ bar se pueden exceptuar las tapadas mínimas señaladas en la Tabla 13 para las siguientes circunstancias:
- cuando las líneas principales sean instaladas en trincheras comunes con otras líneas de servicios;
 - cuando se realicen renovaciones de las líneas principales o de servicio por el método de inserción en tubería existente.

Tabla 13 - Tapada y ancho de zanja en veredas y calzadas

Dn	Tubería que opera a una MOP \leq 4 bar						Tubería que opera a 4 bar < MOP \leq 10 bar	
	En vereda				En calzada		En calzada	
	Tubería principal		Tubería de servicio		Tubería principal y de servicio		Tubería principal y de servicio	
	Tapada mínima (m)	Ancho de zanja (m) *	Tapada mínima(m)	Ancho de zanja (m) *	Tapada mínima(m)	Ancho de zanja (m) *	Tapada mínima (m)	Ancho de zanja (m) *
16	-	-	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
20	-	-	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
(1) 25	-	-	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
(1) 32	-	-	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
(1) 40	0,60	0,20	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
(1) 50	0,60	0,20	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
(1) 63	0,60	0,20	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
75	0,60	0,20	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
(1) 90	0,60	0,30	0,55	0,20	0,80	0,40	1,00	0,40
110	0,60	0,40			0,80	0,40	1,00	0,40
(1) 125	0,60	0,40			0,80	0,40	1,00	0,40
140	0,60	0,40			0,80	0,40	1,00	0,40
160	0,60	0,40			0,80	0,40	1,00	0,40
(1) 180	0,60	0,40			0,80	0,40	1,00	0,40
200	0,60	0,40			0,80	0,40	1,00	0,40
225	0,60	0,60			0,80	0,60	1,00	0,60
(1) 250	0,60	0,60			0,80	0,60	1,00	0,60
280	0,60	0,60			0,80	0,80	1,00	0,80
315	0,60	0,60			0,80	0,80	1,00	0,80
355	0,60	0,60			0,80	0,80	1,00	0,80

(1) Tuberías de uso extendido en la Argentina, a la fecha de edición de esta norma.
 * Valores recomendados.
Nota: La tapada máxima en vereda debe respetar los siguientes valores: entre 1,5 m y 2,0 m de la línea municipal, 1,2 m de tapada, y para 2 a 3 m de la línea municipal, 1,5 m.

9 OBRA MECÁNICA

9.1 Desfile de la tubería de PE en la línea de trabajo

Se deben tomar las precauciones necesarias para no dañar los tubos durante el transporte desde el obrador y el desfile en la línea de trabajo. Para ello se debe tener en cuenta lo establecido en el capítulo 8, además de lo establecido a continuación:

- a) El tendido de tubos en rollos o bobinas se debe realizar mediante el uso de porta-rollos o bobinas giratorias o devanador, a fin de evitar el arrastre de los tubos sobre el suelo al ser desenrollados.
- b) Para evitar cualquier accidente que pueda provocar el desenrollado brusco de los tubos de PE de $D_n \leq 90$ durante el desfile o tendido en zanja, se debe verificar visualmente (antes del montaje del tubo sobre el devanador) que cada capa del rollo se encuentre zunchado como mínimo en un punto de la circunferencia, con un material que no dañe la superficie del tubo. La sujeción de la segunda capa debe comprender a la primera capa, y así sucesivamente hasta la última, cuyos zunchos abrazarán a todas las capas internas.
- c) Para rollos de tubos de $D_n > 90$, cada capa debe estar sujeta con zunchos, como mínimo en tres puntos de la circunferencia. La sujeción de la segunda capa debe comprender a la primera capa, y así sucesivamente hasta la última, cuyos zunchos abrazarán a todas las capas internas. Además de los zunchos por capas, cada extremo debe tener una atadura adicional.
- d) Cuando el tramo a instalar no justifique el uso del porta-rollos o bobinas (longitudes menores a 30 m), es conveniente que tan pronto como arribe el tubo al lugar de trabajo se extienda sobre una superficie apropiada para permitir su relajación y enderezamiento, sobre todo con temperatura ambiente inferior a 5 °C, con el propósito de simplificar su manipulación e instalación.
- e) Si la superficie donde debe desfilarse la tubería presenta elementos rocosos u objetos cortantes, dicha tubería debe estar apoyada y deslizar sobre rodillos, almohadillas o en general, materiales no abrasivos.

9.2 Uniones por termofusión

Las técnicas para uniones por termofusión son:

- a) uniones por fusión a tope;
- b) uniones por fusión a enchufe;
- c) uniones por fusión a montura.

9.2.1 Requisitos generales de las uniones por termofusión

Las técnicas de unión por termofusión a aplicar, en función del D_n del tubo de PE, son las que se consignan en la Tabla 14. Para realizarlas se deben tener en cuenta las siguientes condiciones básicas:

- a) Verificar que los elementos a unir por fusión a tope, enchufe y montura, cumplan con la condición de compatibilidad de fusiones, según lo estipulado en NAG-140 Parte 5. No se debe realizar uniones a tope entre tubos ni accesorios de diferente SDR.

- b) Disponer en el lugar de trabajo de todas las herramientas y equipos necesarios para realizar la unión por termofusión.
- c) Todo operador que manipule herramental caliente debe utilizar los elementos de seguridad adecuados.
- d) Redondear el extremo del tubo con la abrazadera correspondiente, de modo que la ovalización no exceda los valores consignados en la Tabla 3.
- e) Extremar las medidas de limpieza tanto de las superficies a unir como de las planchas calefactoras, así como tener en condiciones óptimas de uso el herramental necesario, siguiendo las recomendaciones del fabricante. No se deben utilizar elementos metálicos para limpiar las caras calefactoras, como ser navajas o cepillos de alambre; se recomienda el uso de espátulas de madera, paños de material no sintético o un trozo de tubo de PE.
- f) No tocar ni soplar las superficies que hayan sido limpiadas y preparadas para la fusión.
- g) Asegurarse que las temperaturas de las herramientas calefactoras sean las establecidas, y contrastar con termómetros externos el funcionamiento del sistema de medición de temperatura de las superficies calefactoras.
- h) Aplicar los tiempos de calentamiento y presiones adecuadas que indica el fabricante del tubo/accesorio, para cada tipo de fusión.
- i) No se debe recalentar el tubo ni el accesorio después de una fusión inadecuada.
- j) Evitar realizar uniones por termofusión cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 °C, o en condiciones meteorológicas adversas (fuerte viento o lluvia, por ejemplo). Si es inevitable realizar la fusión en estas condiciones, debe acondicionarse la zona de ejecución de la fusión mediante una carpa o caseta de lona o similar, atemperada, que cubra la zona de trabajo. Cuando se realicen fusiones de enchufe o montura con bajas temperaturas (menores a 5 °C), se debe realizar una fusión de ensayo a fin de optimizar el tiempo de calentamiento de las partes a fusionar. Esto se logra incrementando el periodo de calentamiento en lapsos de 3 s hasta obtener el modelo de fusión correcto.
- k) Cada fusión debe ser registrada como mínimo con respecto a su ubicación, fecha de realización y fusionista que la realizó.

Tabla 14 - Técnicas de uniones por termofusión en función del Dn del tubo

Dn del tubo	Unión a tope	Unión a enchufe	Unión a montura
16		X	
20		X	
25		X	
32		X	
40		X	X
50		X	X
63		X	X
75		X	X
90	X	X	X
110	X	X	X
125	X	X	X
140	X		X
160	X		X
180	X		X
200	X		X
225	X		X
250	X		X
280	X		
315	X		
355	X		
400	X		
450	X		
500	X		
560	X		
630	X		

9.2.2 Uniones por fusión a tope

Las uniones por fusión a tope se deben realizar con máquinas de fusionar a tope automática, semiautomática o manuales asistidas electro-hidráulicamente, que aseguren las condiciones de concentricidad, calentamiento y presión de unión, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y a procesos aprobados por la Distribuidora correspondiente.

9.2.2.1 Procedimiento general para uniones a tope por termofusión

Consiste en la unión por fusión de tubos entre sí, de accesorios entre sí o de tubos con accesorios.

Un modelo del ciclo operativo de una fusión a tope queda definido por el gráfico de la figura 13 y por la Tabla 15, en la que se indican las operaciones que la componen, los principales parámetros que la definen, sus símbolos y unidades.

Figura 13 - Modelo del ciclo operativo de una fusión a tope

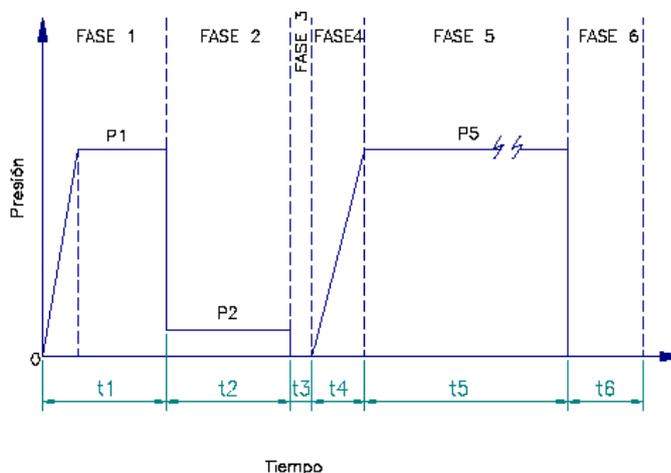


Tabla 15 - Principales operaciones comprendidas en el ciclo de una fusión a tope

Fase	Operación	Parámetros y Símbolos	Unidades
1	Formación de cordón inicial (reborde)	Presión para la formación de cordón (P_1)	bar
		Tiempo para alcanzar la presión de formación de cordón (t_0)	s
		Tiempo para la formación de cordón (t_1)	
2	Reducción de presión y calentamiento	Presión de calentamiento (P_2)	bar
		Tiempo de calentamiento (t_2)	s
3	Retiro de plancha	Tiempo para retirar la plancha (t_3)	s
4	Aplicación de la presión de fusión	Tiempo para alcanzar la presión de fusión (t_4)	s
5	Realización de la fusión (cordón final)	Presión de fusión (P_5)	bar
		Tiempo de fusión (t_5)	s
6	Alivio de presión y enfriamiento	Tiempo de enfriamiento (con tubos/accesorios inmovilizados)	s

Previo a la realización de una unión por fusión a tope se deber observar las instrucciones señaladas en 9.2.1.

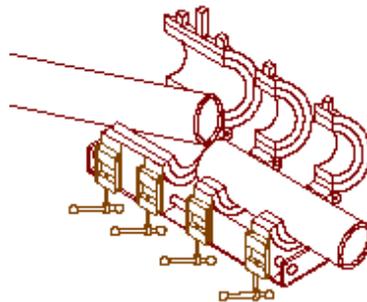
Las principales operaciones del procedimiento de una fusión a tope son:

- a) Verificar que los tubos y accesorios a unir por fusión a tope cumplan la condición de compatibilidad de fusiones, según lo estipulado en la NAG-140 Parte 5.

Cumplimentar las instrucciones del fabricante de tubos/accesorios, relacionadas con los parámetros de una fusión a tope entre tubo/tubo o tubo/accesorio, por ejemplo los que se detallan a continuación:

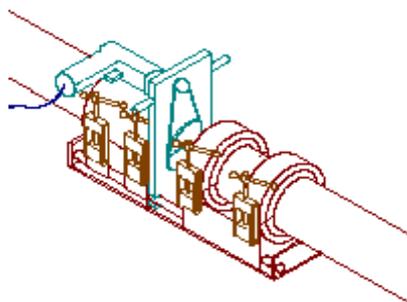
- Presión y tiempo de formación de cordón.
 - Presión y tiempo de calentamiento.
 - Presión y tiempo de fusión.
 - Tiempo de enfriamiento.
- b) Verificar que los extremos de los tubos y accesorios a fusionar tengan igual D_n como así también igual SDR.
 - c) Conectar a la fuente de energía o unidad de control, cuando exista, los dispositivos correspondientes (frenteador, plancha de calentamiento, chasis porta mordaza, bomba electrohidráulica, etc.).
 - d) Posteriormente, verificar que todas las mangueras y cables estén bien conectados.
 - e) Accionar el comando que abre los carros y colocar los tubos en las mordazas, en lo posible con el marcado en una misma línea y asegurando que la distancia de separación entre los extremos sea la especificada por el fabricante de la máquina.
 - f) Ajustar las abrazaderas sobre los tubos.
 - g) Alinear y nivelar con apoyos adecuados los tubos que se encuentran sujetos sobre el carro móvil (preferentemente utilizando rodillos).

Figura 14 - Instalación de los tubos en la máquina de fusionar a tope



- h) Determinar la fuerza de arrastre. Por lo general, es en esta etapa que la mayoría de las máquinas automáticas determinan la fuerza de arrastre; en el caso de no contar con una máquina automática la debe determinar el fusionista.
- i) Montar el frenteador sobre el bastidor de la máquina, y accionar su comando.

Figura 15 - Instalación del equipo frenteador sobre la máquina de fusionar a tope



- j) Finalizado el frentado, retirar el frenteador y las virutas producidas (evitando el contacto de las manos con las superficies a fusionar).
- k) Aproximar los carros porta-mordazas para juntar los extremos de los tubos y verificar que la separación de frentado y la desalineación cumplan con lo estipulado en las Tablas 16 y 17. Si es necesario, ajustar las abrazaderas y luego frentear nuevamente los extremos.

Cuando las verificaciones sean satisfactorias, limpiar las superficies de contacto de acuerdo con las instrucciones del fabricante del tubo.

Figura 16 - Cierre de la máquina de fusionar a tope para verificar alineación y separación

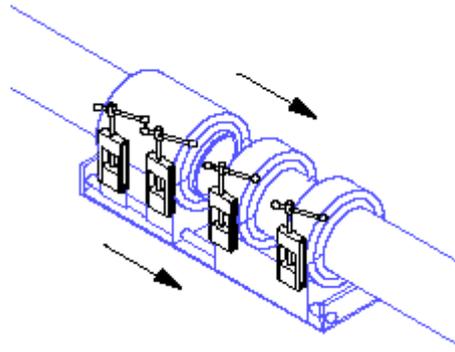


Figura 17 - Desalineación

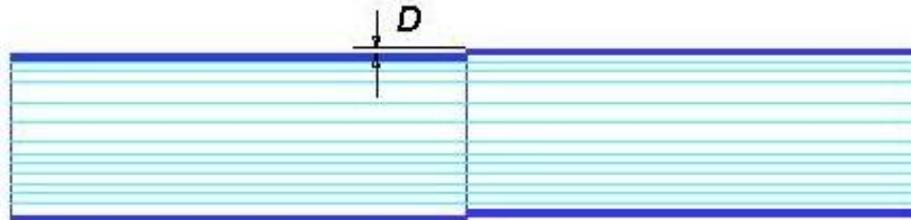


Tabla 16- Desalineación máxima admisible

D _n (mm)	Desalineación máxima D(mm)	
	SDR 17,6	SDR 11
90	0,5	0,5
110	0,5	1
125	0,5	1
140	0,5	1
160	0,5	1,5
180	1	1,5
200	1	1,5
225	1	2
250	1	2
280	1,5	2,5
315	1,5	2,5
355	2	3
400	2	3,5
450	2,5	4
500	2,5	4,5
560	3	5
630	3,5	5

Figura 18 - Separación de frentado

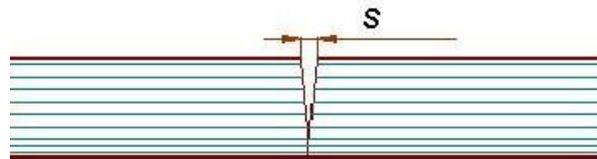
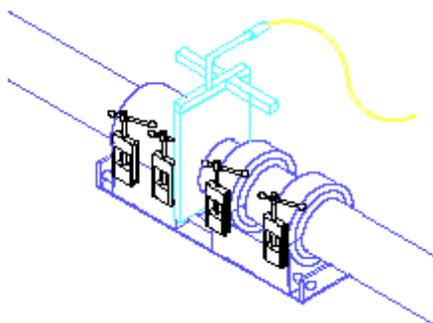


Tabla 17 - Separación máxima admisible de frentado

D _n del tubo	Separación máxima admisible de frentado S (mm)
90	0,3
125	0,3
180	0,3
250	0,5
315	0,5
400	0,5

- l) Colocar la plancha calefactora sobre el bastidor de la máquina, entre los tubos/accesorios (su posicionamiento y posterior retiro se puede realizar en forma manual, semiautomática o automática, según el tipo de máquina que se utilice).

Previo al posicionamiento de la plancha, verificar que las superficies de sus caras estén limpias, el revestimiento indemne y que la temperatura sea la correcta (por lo general, el control de temperatura lo realiza automáticamente la máquina a través de su unidad de control).

Figura 19 - Colocación de la plancha calefactora sobre el bastidor de la máquina de fusión a tope


- m) Iniciar el ciclo de fusión de acuerdo con el apartado 9.2.2.1
- n) La operativa descrita en los apartados anteriores para fusiones a tope entre tubos, es directamente aplicable a la unión a tope de tubos con cualquier accesorio del tipo espiga (codos, reducciones y tes, entre otros).
- o) Finalizado el tiempo de enfriamiento, se debe realizar una inspección visual del cordón de unión para verificar que éste cumpla con lo especificado en el apartado 10.

9.2.3 Procedimiento general para uniones a enchufe por termofusión, manual o con máquina

Corresponde a uniones a enchufe entre tubo y accesorio, o entre accesorio y accesorio, y las fusiones se realizarán siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante de los tubos/accesorios y las siguientes instrucciones generales.

Las uniones de $D_n \leq 63$ se pueden realizar en forma manual (sin máquina). Para $D_n > 63$, las uniones se realiza exclusivamente con máquina.

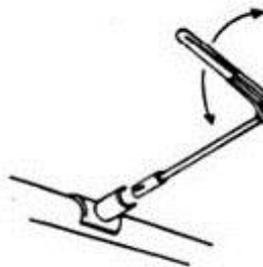
Previo a la realización de una unión por termofusión a enchufe, se deben observar las instrucciones señaladas en 9.2.1 y sus apartados, en lo referido a fusiones de enchufe por termofusión.

9.2.3.1 Uniones a enchufe por termofusión manual

Para describir las principales operaciones del procedimiento de una fusión a enchufe por termofusión manual, se recurre al ejemplo de la unión de un tubo con un ramal de derivación ya fusionado:

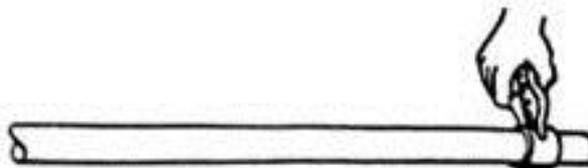
- a) Cumplimentar las instrucciones del fabricante de los tubos/accesorios relacionadas con los parámetros de una fusión a enchufe. Por ejemplo:
 - Temperatura de la plancha calefactora.
 - Tiempo de calentamiento.
 - Tiempo de enfriamiento.
- b) Fusionar el ramal de derivación sobre la tubería principal, según 9.2.4 (unión a montura), e inspeccionar la fusión según el apartado 10.
- c) Perforar la tubería principal con la herramienta adecuada (ver figura 20).

Figura 20 - Perforación de ramal



- d) Cortar a escuadra y desbastar el extremo del tubo.
- e) Ubicar en el tubo la herramienta de redondeo (anillo frío), empleando un distanciador de profundidad y comprobar que las superficies a fusionar se encuentren limpias (ver figura 21).

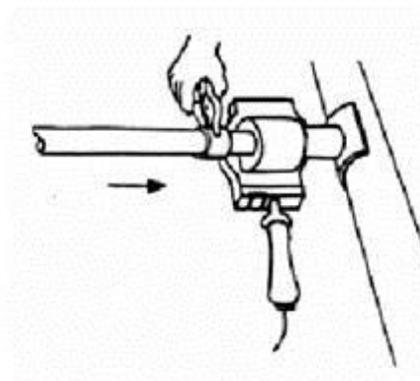
Figura 21 - Colocación del distanciador de profundidad



- f) Verificar que las superficies calefactoras de la herramienta estén limpias y el revestimiento en adecuadas condiciones.

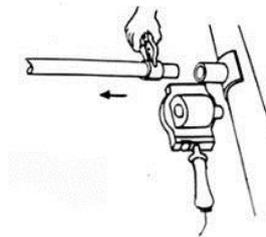
- g) Comprobar que la temperatura de operación de la herramienta calefactora sea la indicada por el fabricante de los tubos/accesorios.
- h) Antes de comenzar la fusión, cotejar el tiempo de calentamiento que fije el fabricante de los tubos/accesorios, en relación con el Dn y SDR.
- i) Ubicar la herramienta calefactora entre el tubo y el accesorio a fusionar (ver figura 22).

Figura 22 - Colocación de la plancha calefactora



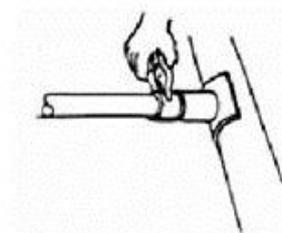
- j) Unir y aplicar una presión firme hasta que el accesorio y posteriormente el tubo, penetren totalmente en la plancha calefactora; en ese momento se inicia al ciclo de calentamiento.
- k) Cumplido el ciclo de calentamiento, separar rápidamente el tubo y la plancha calefactora (ver figura 23).

Figura 23 - Retiro de la plancha calefactora



- l) Unir de inmediato el tubo y el accesorio hasta que éste tome contacto con el anillo frío y mantener una presión constante y firme durante el tiempo determinado por el fabricante de los tubos/accesorios (ver Figura 24).

Figura 24 - Unión tubo-accesorio



- m) Retirar el anillo frío e inspeccionar que la zona de fusión sea uniforme y cumpla con apartado 10.
- n) Permitir que la unión se enfríe durante el tiempo que fije el fabricante de los tubos/accesorios, antes de manipularla.
- o) La operativa descrita en los apartados anteriores para unir un tubo con un ramal a enchufe, es directamente aplicable a la unión de tubo con cualquier accesorio de termofusión a enchufe de $D_n \leq 63$ (cuplas, codos, entre otros).

9.2.3.2 Uniones a enchufe por termofusión con máquina

Las uniones a enchufe por termofusión con máquina (mando neumático o mecánico) se deben realizar para $D_n > 63$.

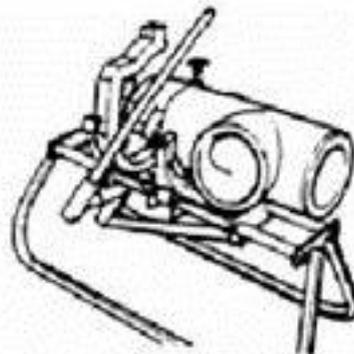
Se deben cumplir estrictamente las recomendaciones de los fabricantes de tubos/accesorios y del herramental, y los requisitos generales de estas instrucciones.

Previo a la realización de una unión por termofusión a enchufe con máquina, se deben observar las instrucciones señaladas en 9.2.1 y sus apartados referidos a fusiones a enchufe por termofusión. Además, se deben respetar los parámetros de temperatura, tiempo, presión de fusión y otros, recomendados por el fabricante de los tubos/accesorios, en función de su D_n y SDR.

Las principales operaciones del procedimiento de una fusión a enchufe por termofusión con máquina son:

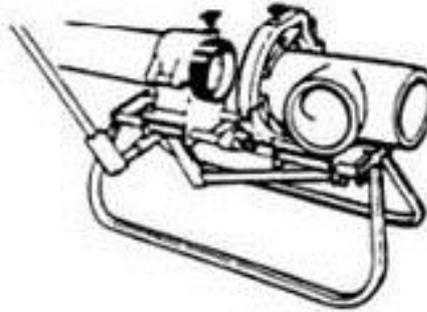
- a) Verificar que el tubo, el accesorio y la plancha calefactora sean compatibles.
- b) Deslizar el carro porta-accesorio contra la abrazadera del tubo; colocar, presentar y sujetar el accesorio (ver figura 25).

Figura 25 - Cierre del carro porta-accesorio



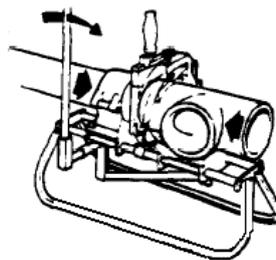
- c) Colocar el posicionador en la abrazadera del tubo y alinear los diámetros internos del accesorio y el de la abrazadera del tubo. Dicha alineación se consigue ajustando los mecanismos correspondientes, según el tipo de máquina
- d) Abrir la máquina, desplazando el carro porta-accesorio.
- e) Colocar el tubo en la abrazadera utilizando un distanciador de profundidad (ver figura 26).

Figura 26 - Colocación del tubo



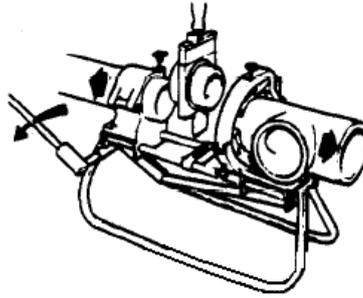
- f) Limpiar el tubo de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante y verificar que el extremo del tubo esté alineado con el enchufe del accesorio.
- g) Verificar que las superficies calefactoras de la herramienta estén limpias y el revestimiento en adecuadas condiciones.
- h) Comprobar que la temperatura de operación de la herramienta calefactora sea la especificada por el fabricante de tubos/accesorios, en función de su Dn y SDR.
- i) Antes de comenzar la fusión, cotejar el tiempo de calentamiento que requiere el conjunto tubo/accesorio, en función del Dn y SDR.
- j) Colocar la herramienta calefactora en el dispositivo previsto para ello (ver figura 27).
- k) Operar la palanca, aplicando una presión firme, hasta que el tubo y el accesorio estén totalmente insertos en la herramienta calefactora; en ese momento se inicia el ciclo de calentamiento (ver Figura 27).

Figura 27



- l) Cumplido el ciclo de calentamiento, separar el tubo y el accesorio de la herramienta (operando la palanca mediante una acción rápida) y retirar la herramienta calefactora (ver figura 28).

Figura 28



- m) Operar de inmediato la palanca para unir el tubo y el accesorio, hasta que éste se apoye firmemente en la abrazadera del tubo. Mantener una presión constante y firme durante el tiempo determinado por el proveedor del sistema.
- n) Quitar las abrazaderas del tubo y del accesorio.
- o) Inspeccionar que la zona de fusión sea uniforme y cumpla con el apartado 10.
- p) Esperar que la unión se enfríe durante el tiempo que fije el proveedor del sistema, antes de manipularla.

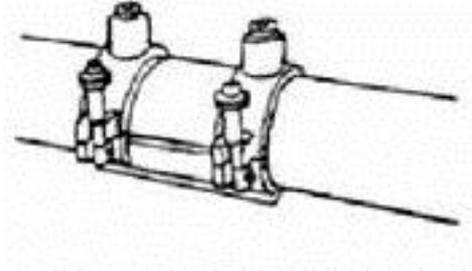
9.2.4 Uniones a montura por termofusión

Corresponde a uniones entre tuberías principales y accesorios a montura. Dichas uniones deben realizarse únicamente con máquina de fusión, siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante de tubos/accesorios, las presentes instrucciones y particularmente lo señalado en 9.2.1.

Las principales operaciones del procedimiento de una fusión a montura por termofusión son:

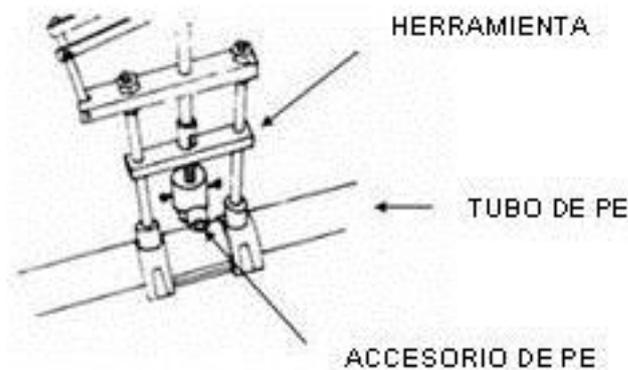
- a) Verificar que el accesorio y la máquina de fusión sean compatibles.
- b) Comprobar la correspondencia entre el **Dn** del tubo y el radio de curvatura de la base del accesorio.
- c) Tomar conocimiento, con algún sistema de información (tarjeta de fusionista u otro), sobre los parámetros de fusión correspondientes a los tubos/accesorios que se van a utilizar, como por ejemplo:
 - Temperatura de la herramienta calefactora.
 - Tiempo de calentamiento.
 - Presión de fusión.
- d) Colocar las mordazas de ventana (abrazaderas) del diámetro adecuado alrededor del tubo y cerrarlas para redondear y enderezar el tubo (ver figura 29).

Figura 29 - Colocación de mordazas



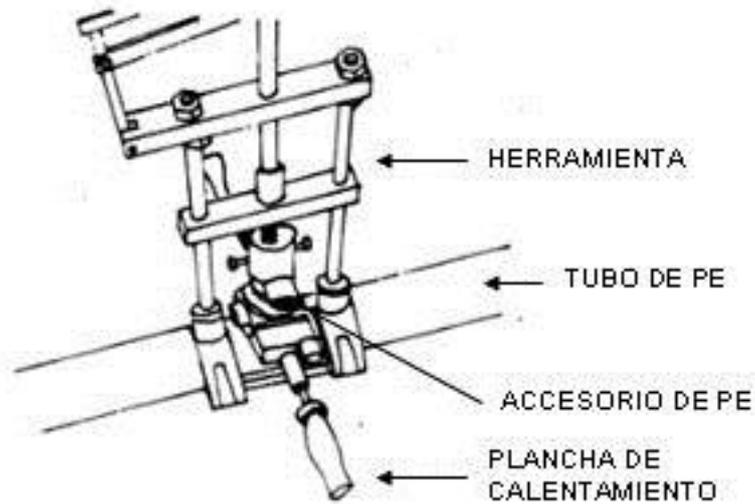
- e) Raspar el área de fusión del tubo, luego limpiar esta área de fusión y la base de la montura con papel absorbente humedecido o no, según indicación del fabricante, con un producto apto para su limpieza.
- f) Unir las columnas de la máquina con el soporte de las mordazas; posteriormente, colocar el accesorio en la máquina, ajustarlo y bajar la columna central sobre el tubo hasta lograr un acomodamiento adecuado del accesorio y ajustarlo (ver figura 30).

Figura 30 - Colocación de las columnas de la máquina



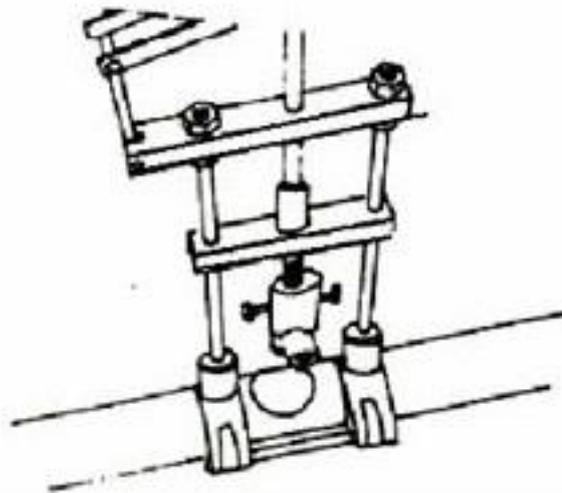
- g) Verificar que las superficies de la herramienta calefactora estén limpias y el revestimiento en adecuadas condiciones.
- h) Cerciorarse que el cabezal térmico de la herramienta calefactora se corresponda con el **Dn** del tubo y comprobar que la temperatura sea la correcta.
- i) Confirmar el tiempo de calentamiento que estipule el fabricante del accesorio.
- j) Generar la impronta de fusión para verificar la redondez y rectitud del tubo. Esto se logra ubicando el accesorio sobre la herramienta calefactora y ésta sobre el tubo, con la presión y duración que fije el fabricante de tubo/accesorio (ver figura 31).

Figura 31 - Realizar la impronta de fusión



- k) Levantar la columna central de la máquina y observar la impronta de fusión obtenida sobre el tubo, la cual debe ser una figura completa, similar a la de la base del accesorio (ver figura 32).

Figura 32 - Verificar la impronta de fusión



- l) Si no se obtuvo el área de fusión correcta, desplazar el lugar de fusión a una distancia de 250 mm, como mínimo, y repetir el procedimiento.
- m) Obtenida la impronta de fusión correcta, colocar la herramienta calefactora sobre el tubo y bajar la columna central de la máquina con el accesorio, ejerciendo la presión que fije el fabricante de tubo/accesorio. En ese momento se inicia el ciclo de calentamiento.
- n) Cumplido el ciclo de calentamiento, retirar la herramienta calefactora, verificar rápidamente que el área de fusión sea uniforme, e inmediatamente bajar sobre el tubo la columna de la máquina con el accesorio.

- o) Presionar firmemente, para formar un doble cordón continuo de fusión; dicha presión se debe mantener el tiempo que fije el fabricante de tubo/accesorio.
- p) No retirar la herramienta de fusionar hasta que la unión de asiento se enfríe durante el tiempo que fije el fabricante del accesorio.
- q) Inspeccionar la fusión de acuerdo con el apartado 10.

9.3 Uniones por electrofusión

Las técnicas para uniones por electrofusión son:

- a) uniones por fusión a enchufe;
- b) uniones por fusión a montura.

Se realizan utilizando las herramientas y equipos o unidades de control de electrofusión compatibles con el accesorio, los procedimientos recomendados por el fabricante de tubo/accesorio y los requerimientos de esta parte de la norma.

Las unidades de control de electrofusión deben ser aptas para operar en forma automática, semiautomática o manual.

9.3.1 Unidades de control

- a) **Unidad de control manual:** Requieren la introducción manual de los parámetros necesarios para la fusión, accionando los correspondientes pulsadores.
- b) **Unidad de control semiautomática:** Los parámetros que se requieren para realizar la fusión son introducidos por medio de la lectura de un código de barras o con tarjeta magnética.
- c) **Unidad de control automática:** Los parámetros que se requieren para realizar la fusión se obtienen directamente del arrollamiento eléctrico (resistencia), por medio de los cables de conexión de la unidad de control con el accesorio.

9.3.2 Requisitos generales para uniones por electrofusión

Se deben cumplir las siguientes condiciones básicas para las uniones por electrofusión:

- a) Disponer en el lugar de trabajo de todas las herramientas y equipos necesarios para realizar la unión por electrofusión.
- b) Comprobar el correcto funcionamiento de la unidad de control de electrofusión, mediante las pruebas recomendadas por el fabricante, debiendo contrastar la calibración del equipo según la instrucción del fabricante.
- c) Extremar las medidas de limpieza de las superficies a unir, así como tener en condiciones óptimas de uso el herramental necesario, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Si la tubería se encuentra sucia con tierra o barro, se la debe limpiar con toallas de papeles absorbentes, humedecidos con etanol de 96 ° o con acetona.
- d) Verificar que los tubos y accesorios a unir por electrofusión cumplan con la condición de compatibilidad de fusiones, según lo estipulado en NAG-140 Parte 5.
- e) Verificar que el accesorio y la máquina de electrofusión sean compatibles.

- f) Redondear el extremo del tubo con la abrazadera correspondiente, de modo que la ovalización no exceda los valores consignados en la Tabla 3.
- g) No tocar ni soplar las superficies que hayan sido limpiadas y preparadas para la fusión.
- h) No se debe recalentar el tubo ni el accesorio después de una fusión inadecuada.
- i) Evitar realizar uniones por electrofusión cuando la temperatura ambiente sea inferior a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, o en condiciones meteorológicas adversas (fuerte viento o lluvia, por ejemplo). Si es inevitable realizar la fusión en estas condiciones, debe acondicionarse la zona de ejecución de la fusión mediante una carpa o caseta de lona o similar, atemperada, que cubra la zona de trabajo.
- j) No se debe mover la tubería o retirar el conector del equipo, hasta que se haya cumplido el tiempo de enfriamiento estipulado por el fabricante del accesorio.
- k) Cada fusión debe ser registrada como mínimo con respecto a su ubicación, fecha de realización y fusionista que la realizó.

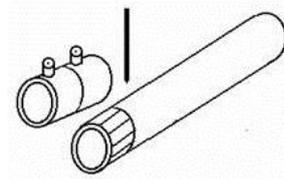
9.3.3 Uniones a enchufe por electrofusión

Este procedimiento se aplica a fusiones entre tubo-accesorio y accesorio-accesorio, las que se deben realizar siguiendo estrictamente las recomendaciones de los fabricantes de accesorios, de las máquinas de electrofusión (unidades de control) y de los requisitos generales de estas instrucciones (particularmente lo señalado en 9.3.2).

Las principales operaciones del procedimiento de una fusión a enchufe por electrofusión son:

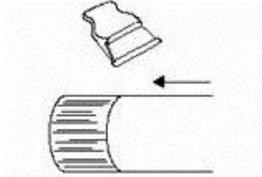
- a) Cortar el extremo del tubo con la herramienta adecuada, para obtener un plano de corte parejo y perpendicular a su eje.
- b) Determinar la profundidad de penetración, marcando sobre el tubo la mitad de la longitud de la cupla (ver figura 33). Esta operación se debe realizar manteniendo el accesorio dentro de su envoltorio original y sólo se retirará en el momento que se coloque para realizar la fusión.

Figura 33 - Marcado de la penetración y zona a raspar



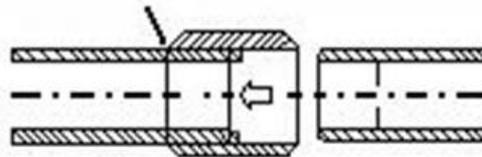
- c) Raspar, empleando un raspador recomendado por el fabricante, aproximadamente 0,1 mm a 0,2 mm de la superficie exterior del extremo del tubo, para eliminar cualquier resto de óxido o contaminantes (ver figura 34). No debe limarse ni lijarse, para evitar el aporte de partículas extrañas.

Figura 34 - Raspado de la zona a fusionar



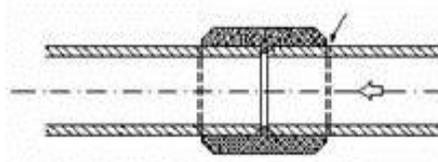
- d) Solamente cuando la superficie recién raspada se haya tocado con la mano o haya polvo o partículas extrañas, se debe limpiar las superficies a fusionar (tanto la parte exterior del tubo como la interior del accesorio) con una toalla de papel adsorbente, humedecidos con etanol de 96° o con acetona.
- e) Montar el accesorio en el tubo, hasta que el extremo de la cupla coincida con la línea marcada sobre el tubo (ver figura 35).

Figura 35 - Colocación de la cupla en uno de los tubos



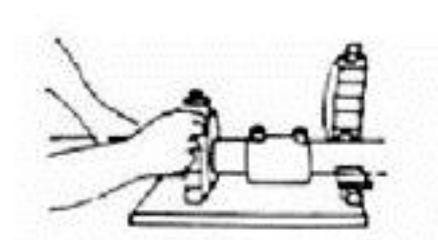
- f) Introducir el extremo del otro tubo por el lado libre de la cupla, hasta que el extremo de ésta coincida con la línea marcada en el tubo (ver figura 36).

Figura 36 - Colocación de la cupla en ambos tubos



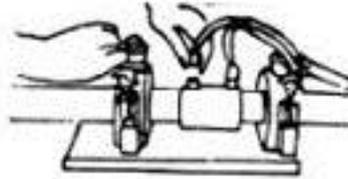
- g) Una vez introducidos los extremos de tubería y centrada la cupla, se inmovilizará el conjunto con la ayuda de un posicionador (recomendado por el fabricante) para evitar movimientos durante los ciclos de fusión y de enfriamiento (ver figura 37). Únicamente se puede prescindir de dicho posicionador o sujetador si el accesorio fue aprobado para esas condiciones.

Figura 37 - Colocación del conjunto (tubos-cupla) en el posicionador



- h) Conectar los cables de salida de la unidad de control a los bornes del accesorio (ver figura 38). Luego, siguiendo las instrucciones del fabricante de la unidad de control, introducir la información que requiere dicha unidad para realizar la fusión.

Figura 38 - Conectar la unidad de control a los bornes del accesorio



- i) Accionar el comando que inicia el ciclo de fusión. Concluido el ciclo se debe verificar visualmente si los testigos indicadores de fusión (cuando posea) salieron por encima de la superficie de la cupla, y que no exista derrame de material por los bordes.
- j) Si la cupla es de doble resistencia (bifilar), se tienen que repetir las operaciones señaladas en los apartados g) y h), actuando en los bornes de la otra resistencia.
- k) La tubería debe quedar inmovilizada en el alineador hasta que se cumpla el ciclo de enfriamiento recomendado por el fabricante del accesorio; una vez cumplido, se pueden desconectar los cables del accesorio. No está permitido ningún procedimiento que acelere el proceso de enfriamiento natural de la unión.
- l) Cada fusión debe ser registrada, como mínimo con respecto a su ubicación, fecha de realización y fusionista que la realizó. La forma y otros datos con que se debe identificar una fusión para su trazabilidad los define la Distribuidora.
- m) La operativa descrita en los apartados anteriores para unir tubos con una cupla, es directamente aplicable a la unión de tubo con cualquier accesorio electrosoldable a enchufe (tes, codos, reducciones, tapones de cierre, porta bridas, etc.).

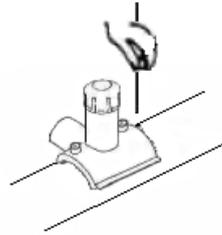
9.3.4 Uniones a montura por electrofusión

Este procedimiento se aplica a fusiones entre tubos y accesorios a montura, las que se realizan siguiendo estrictamente las recomendaciones de los fabricantes de accesorios, de las máquinas de electrofusión (unidades de control), de los requisitos generales de estas instrucciones y particularmente lo señalado en 9.3.2.

Las principales operaciones del procedimiento de una fusión a montura por electrofusión son:

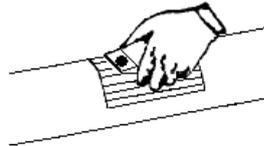
- a) Marcar sobre el tubo la superficie a raspar. Para ello se debe marcar el contorno del accesorio sobre el tubo (ver figura 39), operación que se debe realizar manteniendo el accesorio dentro de su envoltorio original, y sólo se retira en el momento que se coloque para realizar la fusión.

Figura 39 - Marcado de la superficie a raspar



- b) Raspar toda la superficie marcada, a fin de eliminar todo el óxido o contaminante de la superficie, empleando un raspador recomendado por el fabricante. Bastará con raspar 0,1 mm a 0,2 mm, aproximadamente (ver figura 40). No debe limarse ni lijarse, para evitar aporte de partículas extrañas

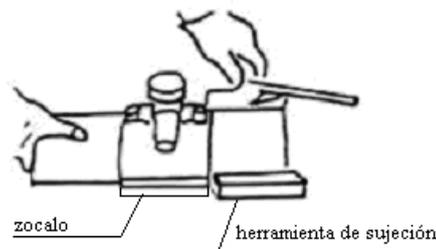
Figura 40 - Raspar la zona marcada



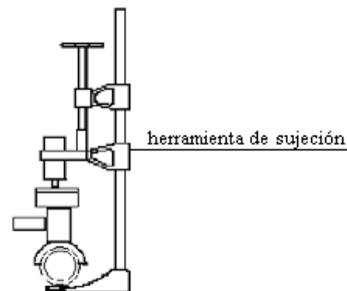
- c) Solamente cuando la superficie recién raspada se haya tocado con la mano o haya polvo o partículas extrañas, se debe limpiar las superficies a fusionar (tanto la parte exterior del tubo como la interior del accesorio) con una toalla de papel adsorbente, humedecidos con etanol de 96° o con acetona.
- d) Posicionar el accesorio sobre la zona raspada del tubo y sujetarlo con el dispositivo que especifique el fabricante del accesorio, evitando que el accesorio se deslice sobre la superficie del caño sin raspar de las inmediaciones del punto de fusión. Las figuras que se muestran para explicar el proceso responden a las distintas alternativas de sujeción para estos accesorios (ver figura 41).

Figura 41 – Dispositivos de sujeción del accesorio de montura

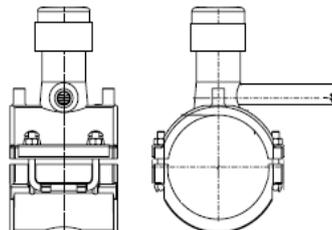
a) Accesorio con zócalo para herramienta de sujeción inferior.



b) Accesorio sin zócalo para sujeción con posicionador

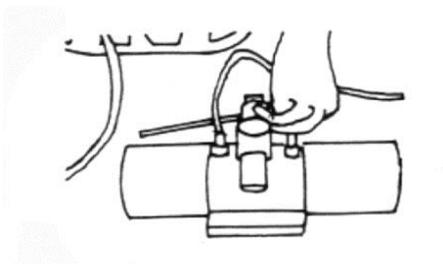


c) Accesorio con abrazadera inferior o faja para autosujeción



- e) Ajustar el dispositivo de sujeción, para que el accesorio quede firmemente asegurado con la fuerza de apriete estipulada por el fabricante del accesorio.
- f) Conectar los cables de salida de la unidad de control a los bornes del accesorio (ver figura 42). Posteriormente, siguiendo las instrucciones del fabricante de la unidad de control, se debe introducir la información que requiera dicha unidad para realizar la fusión.

Figura 42 - Conexión de la unidad de control a los bornes del accesorio



- g) Accionar el comando que inicia el ciclo de fusión. Concluido el ciclo se debe verificar visualmente si los testigos indicadores de fusión (cuando posea) salieron por encima de la superficie de la montura, y que no exista derrame de material por los bordes.
- h) La tubería debe quedar inmovilizada hasta que se cumpla el ciclo de enfriamiento recomendado por el fabricante del accesorio; una vez cumplido, se pueden desconectar los cables del accesorio. No está permitido ningún procedimiento que acelere el proceso de enfriamiento
- i) Cada fusión debe ser registrada, como mínimo con respecto a su ubicación, fecha de realización y fusionista que la realizó. La forma y otros datos con que se debe identificar una fusión para su trazabilidad los define la Distribuidora.
- j) La operativa descrita en los apartados anteriores para unir tubos con una te de servicio es directamente aplicable a la unión de tubo con cualquier accesorio electrosoldable de montura (te de alto volumen, ramal, accesorio de reparación, etc.).

10 CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA LA INSPECCIÓN EN OBRA DE UNIONES POR TERMOFUSIÓN Y POR ELECTROFUSIÓN

10.1 Generalidades

- a) La calidad de las uniones realizadas por termofusión o electrofusión depende del estricto cumplimiento del procedimiento del fabricante de los tubos/accesorios, de la utilización de los equipos en adecuadas condiciones de uso según las especificaciones del fabricante, y de la calificación de los fusionistas.
- b) Para inspeccionar en obra las uniones por termofusión y por electrofusión, se deben seguir los lineamientos generales de la presente parte de la norma o las recomendaciones de los fabricantes, si éstas fueran más rigurosas.

Cualquier examen visual no garantiza totalmente la calidad de la unión; por lo tanto, la inspección puede recurrir a un ensayo destructivo en obra cuando:

- la unión no satisfaga el examen visual;
 - se haya detectado aplicación incorrecta o incumplimiento de los lineamientos de esta parte de la norma o las recomendaciones de los fabricantes;
 - se desea verificar la habilidad de un nuevo fusionista o de un fusionista en ejercicio.
- c) Toda unión incorrecta por termofusión o por electrofusión debe efectuarse nuevamente.

- d) Todo accesorio y segmento de tubería que haya completado o no un ciclo de calentamiento por termofusión, nunca debe calentarse nuevamente.
- e) Si se desecha una unión por termofusión o por electrofusión a montura, la nueva ubicación se realiza a una distancia no inferior a $1 D_n$ (de la tubería principal) de la anterior.
- f) La distancia mínima permitida entre cualquier unión por termofusión o por electrofusión debe ser de cuatro veces el D_n de la tubería, como mínimo, excepto lo señalado en el punto e) para uniones a montura.
- g) Todo accesorio mal fusionado debe inutilizarse.

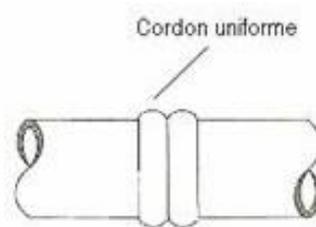
10.2 Inspección en obra de uniones por fusión a tope

10.2.1 Examen visual del cordón de una fusión a tope (sin extraer)

Los criterios generales relativos a la inspección visual de una fusión a tope en obra se describen a continuación:

- a) Una unión de buena calidad está constituida por un cordón de aspecto uniforme, a ambos lados del plano de fusión, exento de porosidades, fisuras y otras deficiencias. Sus labios deben ser simétricos y continuos a lo largo de todo el perímetro del tubo, como se muestra en la figura 43.

Figura 43 - Aspecto de un cordón de fusión a tope correcto



- b) Medir si el ancho **B** del cordón de la fusión a tope se encuentra dentro de los límites especificados por el fabricante, para una resina y marca de tubo determinadas (ver figura 44). Cuando se fusionen tubos de distinta marca o compuesto final, se aplica lo que resulta de los ensayos de compatibilidad de fusiones previstos en la Parte 5.

Como se puede apreciar en las figuras 45 y 51, el ancho del cordón se puede medir directamente sobre el tubo o luego de su extracción.

Figura 44 - Ancho del cordón

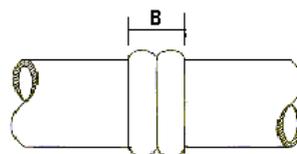
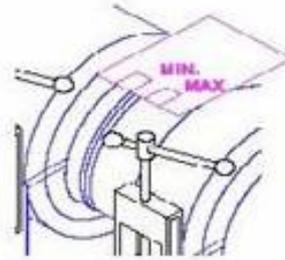
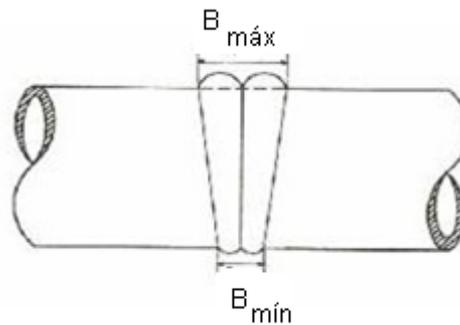


Figura 45 - Medición del ancho del cordón sobre el tubo



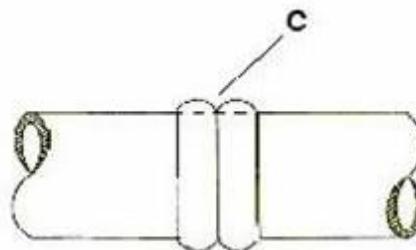
- c) Toda fusión a tope que a lo largo de su perímetro presente una variación entre los valores extremos del ancho de cordón ($B_{\text{mín}}$ y $B_{\text{máx}}$) superior a las que fija el fabricante (ver figura 46) debe descartarse; este tipo de defecto indica un mal funcionamiento de la máquina de fusionar.

Figura 46 - Variación del ancho del cordón



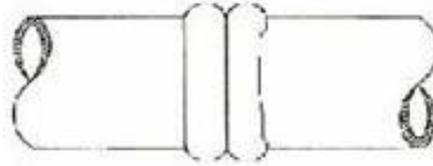
- d) El nivel de concavidad (C) del cordón, no será inferior al de la superficie del tubo (ver figura 47).

Figura 47 - Concavidad del cordón



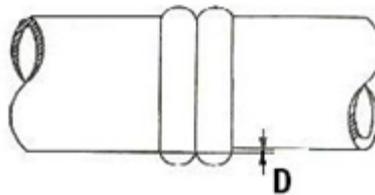
- e) Un perfil asimétrico del cordón de fusión formado por tubos de igual índice de fluidez (MFR), se considera como una mala fusión.
- f) El frentado incompleto genera una fusión defectuosa, cuya configuración es similar a la que se presenta en la figura 48.

Figura 48 - Deficiencia del cordón por frenteado incorrecto



- g) La máxima desalineación (D) admisible (ver figura 49) debe ser igual o inferior a los valores consignados en la Tabla 16.

Figura 49 - Desalineación

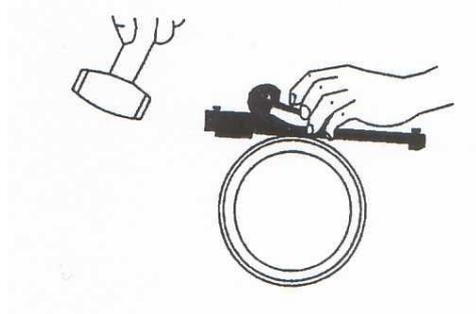


La desalineación se mide antes de la fusión figura 17 y 18 de esta Parte.

10.2.2 Examen visual del cordón extraído de una fusión a tope

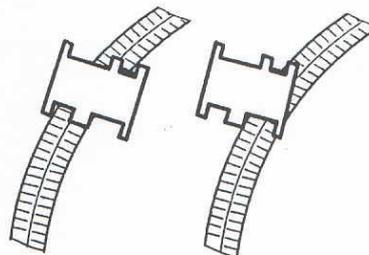
Si de la inspección visual realizada según 10.2.1 del cordón no extraído de una fusión a tope, aparecen dudas sobre la calidad de ésta, se puede extraer el cordón exterior mediante un extractor de cordón (ver figura 50) para verificar los siguientes parámetros:

Figura 50 - Extracción del cordón



- a) Medir si el ancho del cordón de la fusión a tope se encuentra dentro de los límites especificados por el fabricante del tubo (ver figura 51).

Figura 51 - Medición del ancho del cordón una vez extraído



- b) Verificar que los labios del cordón no se encuentren enrollados como se muestra en la figura 52, defecto generado por excesiva presión de fusión o por un deficiente tiempo de calentamiento. La figura 53 muestra la configuración de un cordón correcto.

Figura 52 - Parte inferior de un cordón incorrecto

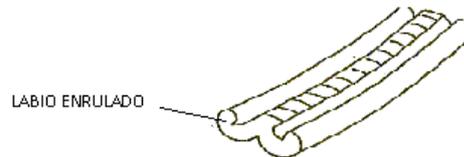
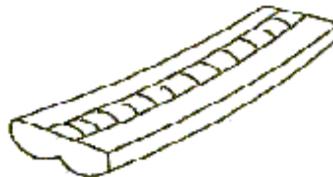


Figura 53 - Parte inferior de un cordón correcto

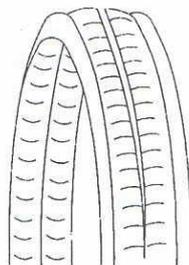


- c) Verificar que no existan sectores sin fusionar (falta de fusión), que se comprueba doblando el cordón en sentido contrario al de la curvatura (ver figura 54). En caso de falla aparecerá una ranura de separación entre los labios. Luego, comprobar el área dañada sobre la propia unión, para verificar que la falla no se prolonga por debajo de la superficie del tubo o que la separación de los labios responda a una deficiente extracción del cordón.

Tener en cuenta que este tipo de defecto se presenta por alguna de las siguientes razones:

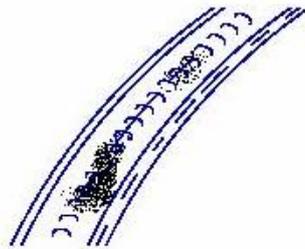
- Suciedad (polvo fino) entre las caras unidas, que puede proceder del contacto con una plancha calefactora sucia.
- Excesiva presión durante el ciclo de calentamiento.
- Escaso tiempo de calentamiento
- Deficiencia por insuficiente presión de unión

Figura 54 - Fusión defectuosa (labios separados)



- d) Examinar la parte inferior del cordón, rechazando aquéllos que presenten contaminación o partes manchadas, orificios y labios enrollados (ver figuras 52 y 55). Si es así, comprobar el área dañada sobre la propia tubería.

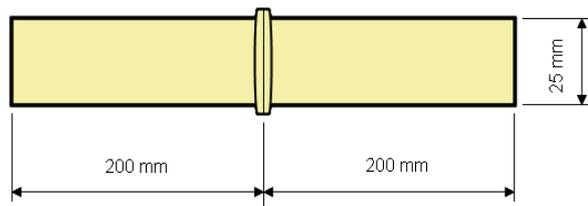
Figura 55 – Observar contaminación



10.2.3 Ensayo destructivo de doblado en obra

- a) Se extraen tres probetas de las dimensiones señaladas en la figura 56 a, las que se obtienen una vez finalizado el tiempo de enfriamiento de la fusión fijado por el proveedor del sistema.

Figura 56 a – Dimensiones de las probetas



- b) Antes o durante el ensayo de doblado, no deben aparecer cavidades ni fisuras en el área transversal de una fusión.
- c) El perímetro del cordón debe presentar una distribución uniforme a ambos lados del plano de fusión.
- d) El cordón debe estar exento de porosidades, fisuras y otras deficiencias.
- e) Los tubos deben presentar una correcta alineación.
- f) El ancho del cordón exterior debe ser establecido por el proveedor del sistema.
- g) La protuberancia del material del cordón interno se debe mantener en el mínimo establecido por el proveedor del sistema.

Figura 56 b – Aspecto de una probeta aceptable

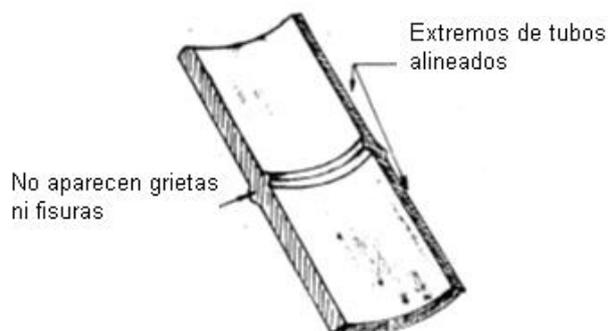


Figura 56 c – Doblado de la probeta



- h) Las figuras 57 a y b, 58 a y b; y 59 a y b, muestran algunas deficiencias que se pueden presentar el cordón interior o exterior, y la forma en que rompe la probeta por el ensayo de doblado, como resultado de una incorrecta aplicación de la metodología señalada en esta norma o de las recomendaciones del proveedor del sistema.

Figura 57 a - Deficiencia del cordón por frenteado incorrecto

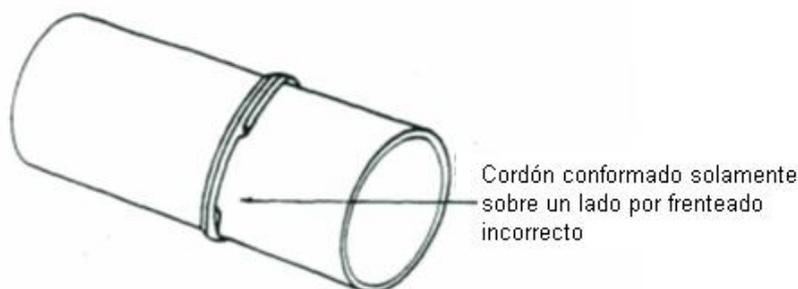
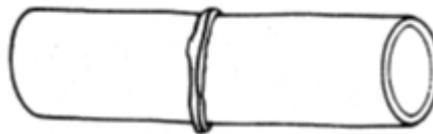


Figura 57 b – Doblado de la probeta



Figura 58 a – Deficiencia del cordón exterior por presión excesiva durante el ciclo de calentamiento



Demasiada presión durante el ciclo de calentamiento
El cordón no se ha conformado adecuadamente

Figura 58 b – Deficiencia del cordón interior por presión excesiva durante el ciclo de calentamiento



Por el mismo motivo del caso anterior, el material fundido se ha escurrido en exceso

Figura 59 a – Deficiencia del cordón exterior por insuficiente presión de unión



Cordón completo pero espesor insuficiente

Figura 59 b – Doblado de la probeta



10.3 Inspección en obra de uniones a enchufe por termofusión

10.3.1 Examen visual

A continuación se describen los principales parámetros que se deben examinar para determinar si una fusión es de buena calidad o debe ser rechazada por deficiente.

- a) La configuración de una correcta fusión debe ser como la indicada en la figura 60, verificándose que:
- El cordón exterior sea continuo y comprimido contra la pared de la boca de la cupla y no presente cavidades ni fisuras en la interface de fusión.
 - Exista una correcta alineación entre tubo y accesorio.
 - Exista una correcta penetración del tubo en el accesorio.
 - El cordón anular interno sea uniforme.

Figura 60 - Aspecto de un cordón de fusión a enchufe correctamente conformado



- b) La figura 61 muestra una probeta (en corte) de una unión por termofusión a enchufe con imperfecciones (cavidades), que se generan por falta de material en la interface de fusión tubo/accesorio. Esto se manifiesta cuando el material se arrastra hacia el interior de la cupla al introducir en forma desalineada la herramienta calefactora. Al efectuar el ensayo de doblado, la interface de fusión tiende a separarse.

Figura 61 - Cavidades en la interface de fusión, generadas por la falta de material que fue arrastrado por la herramienta calefactora

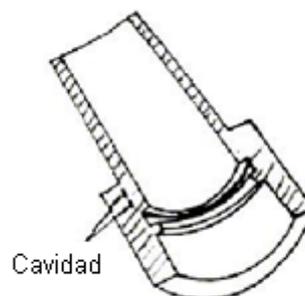


Figura 62 - Cordón deficiente, el material fue arrastrado por la herramienta calefactora hacia el interior de la cupla



- c) Toda fusión a enchufe debe tener una penetración del tubo en el accesorio. Una incorrecta utilización del distanciador o del anillo frío, puede ocasionar las deficiencias señaladas en las figuras 63 y 64.

Figura 63 - Anillo frío colocado muy cerca del extremo

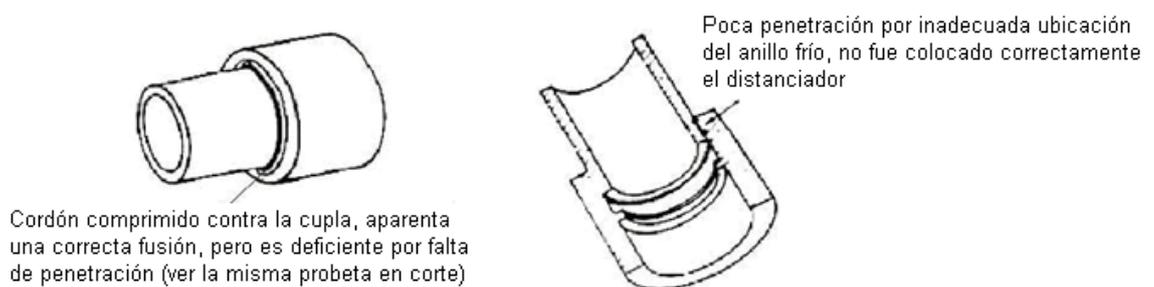
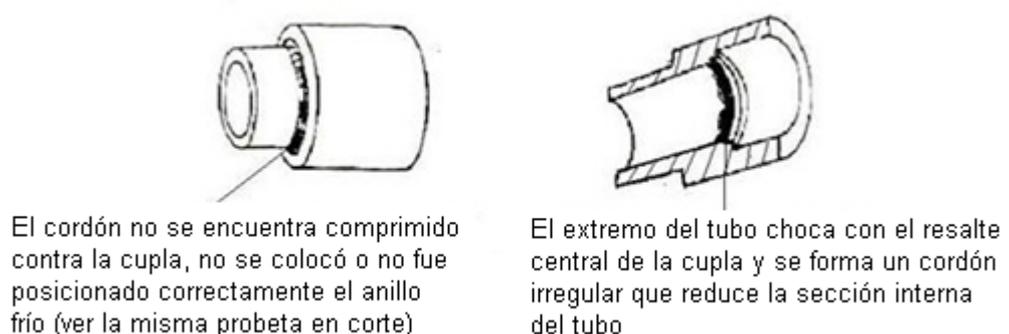


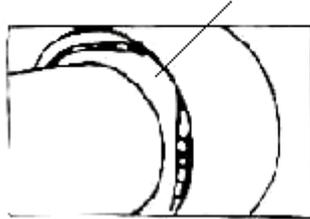
Figura 64 - Anillo frío colocado incorrectamente



- d) Cuando el ciclo de calentamiento es muy prolongado, y a pesar de que el anillo frío se encuentre correctamente posicionado, suele formarse un labio que sobrepasa la marca del anillo frío.

Figura 65 - Ciclo de calentamiento muy prolongado

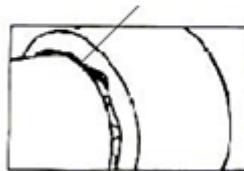
Ciclo de calentamiento muy prolongado.
Existe la formación de un labio por encima de la marca del anillo frío



- e) Cuando el ciclo de calentamiento es demasiado corto, el cordón de fusión se presenta incompleto y no está uniformemente comprimido contra la pared de la boca de la cupla (ver figura 66).

Figura 66 - Ciclo de calentamiento demasiado corto

Ciclo de calentamiento muy corto, el cordón no se encuentra uniformemente comprimido contra la cupla



La figura 67 muestra una probeta (en corte) de una unión por termofusión a enchufe con pronunciada desalineación, la cual debe ser rechazada.

Figura 67 - Alineación incorrecta



10.4 Inspección en obra de uniones a montura por termofusión

10.4.1 Examen visual

A continuación se describen los principales parámetros que se deben examinar para determinar si una fusión es de buena calidad o debe ser rechazada por deficiente.

- a) La configuración de una correcta fusión de accesorios a montura con base circular o rectangular es como las indicadas en las figuras 68 y 69, verificándose que:
- La formación del área de fusión (impronta) sobre el tubo sea completa.

- El cordón sea continuo y uniforme en todo el perímetro de la base del accesorio.
- El contorno de la interface de fusión no presente cavidades ni porosidades.

Figura 68 - Aspecto de una correcta fusión a montura con base circular

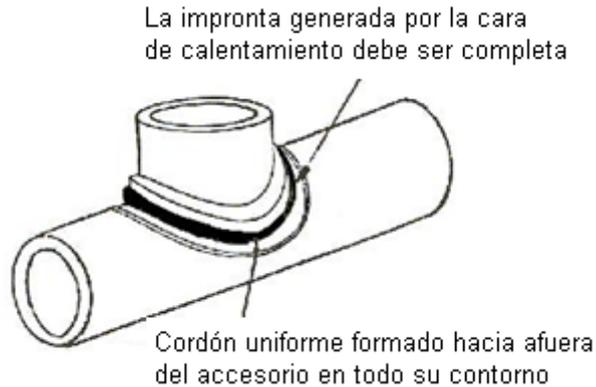
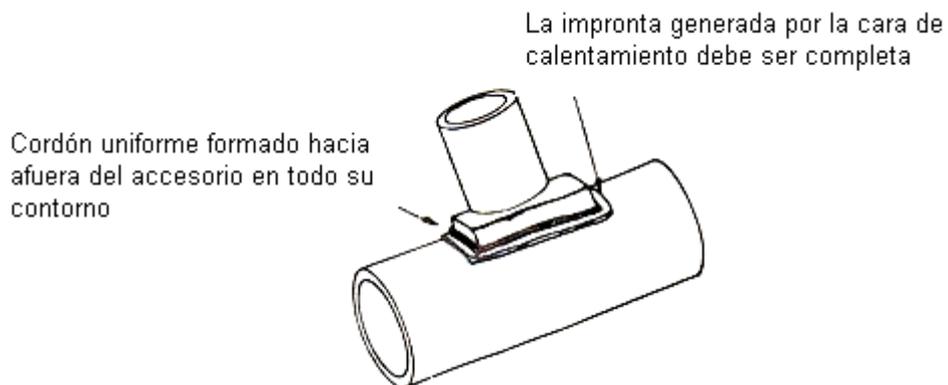


Figura 69 - Aspecto de una correcta fusión a montura con base rectangular



Todas las uniones realizadas que no verifiquen lo indicado precedentemente en a) o presenten, entre otras, las deficiencias señaladas en las figuras 70 y 71, deben ser rechazadas.

Figura 70 - Impronta circular incompleta

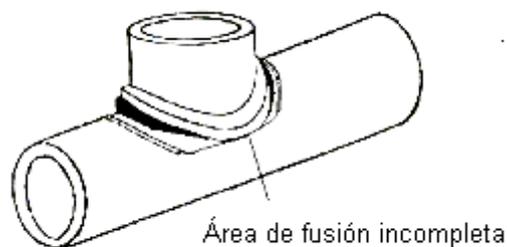
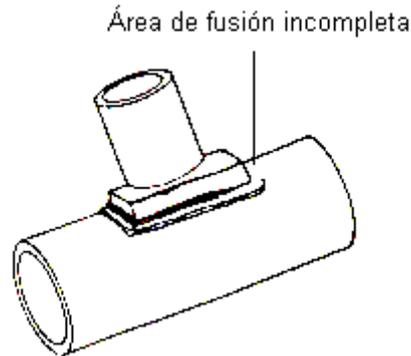


Figura 71 - Impronta rectangular incompleta



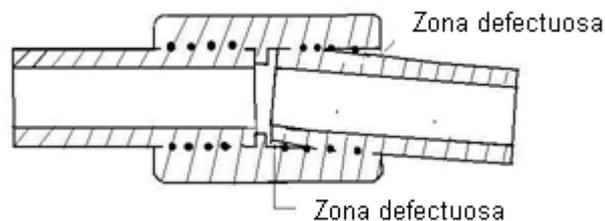
10.5 Inspección en obra de uniones a enchufe por electrofusión

10.5.1 Examen visual

A continuación se describen los principales parámetros que se deben examinar para determinar si una fusión es de buena calidad o debe ser rechazada por deficiente.

- a) Verificar que la unión no presente una desalineación pronunciada (ver figura 72). La desalineación provoca en ciertos sectores de la interface tubo/accesorio un huelgo que permite el derrame del PE fundido, que puede ser potenciado si las espiras del conductor se ponen en contacto, lo que provocaría un aumento de la temperatura en dicha zona.

Figura 72 - Alineación defectuosa



- b) Verificar que exista una clara evidencia de que los tubos fueron raspados en todo su perímetro, de acuerdo con el procedimiento especificado en el apartado 9.3.3 (ver figura 73).

Figura 73 - Control del raspado



- c) Verificar la existencia de las marcas de penetración (ver figura 74), para comprobar si los tubos fueron introducidos correctamente. Las figuras 75 y 76 evidencian inadecuada penetración de los tubos en el accesorio, debido a que no se marcó en el tubo o no se respetó la profundidad de penetración.

Figura 74 - Control de la marca de penetración

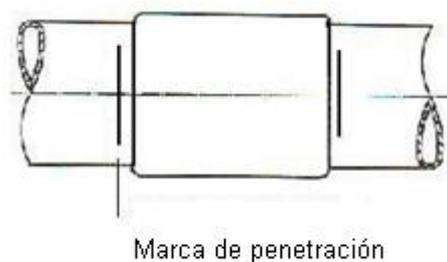


Figura 75 - Penetración incompleta de uno de los tubos en el accesorio

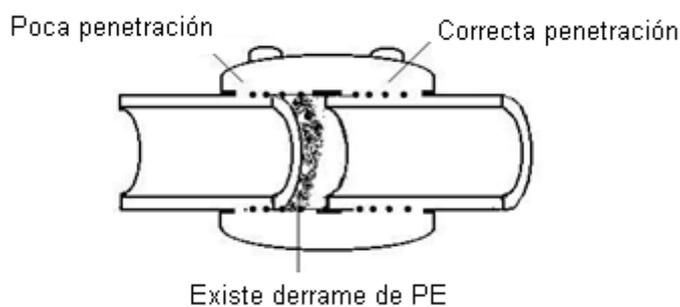
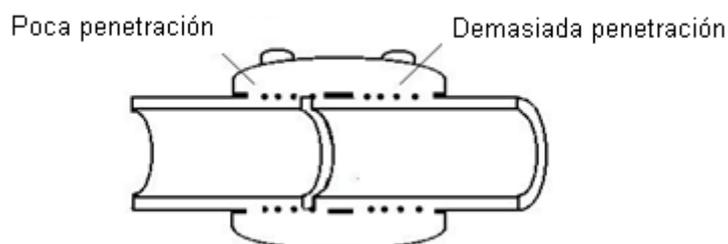
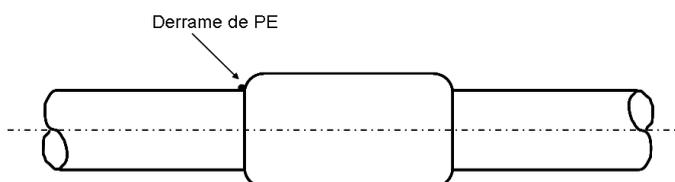


Figura 76 - Penetración inadecuada de los tubos en el accesorio



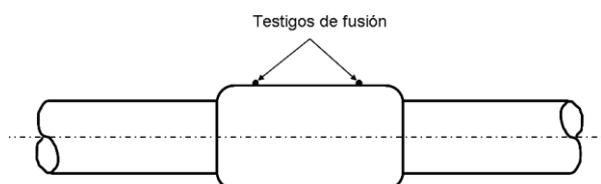
- d) Verificar que el PE fundido procedente del proceso de fusión (calentamiento de las espiras), no exceda exteriormente de los límites de la cupla (zona fría externa) ni de la zona comprendida entre los extremos de los tubos (zona fría central) [ver figura 77].

Figura 77 - Control del derrame de PE



- e) Si posee testigos de fusión, comprobar que sobresalieron de la superficie de la cupla (ver figura 78).

Figura 78 - Verificación de los indicadores de fusión



10.5.2 Ensayos destructivos que se deben realizar a las electrofusiones de enchufe en obra

Si efectuada la inspección visual de una electrofusión a enchufe, según punto 10.5.1, aparecen dudas sobre su calidad o se requiere una verificación de la habilidad del fusionista, se debe realizar un ensayo destructivo en obra de doblado o uno de desprendimiento, los cuales se definen a continuación:

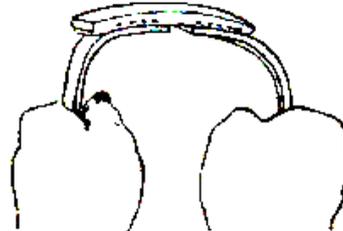
- a) El ensayo destructivo de doblado en obra consiste en:
- extraer dos probetas de las dimensiones señaladas en la figura 79, las que se obtienen una vez que la fusión se enfrió (en forma natural) hasta alcanzar la temperatura ambiente;
 - previo al ensayo, se debe verificar que no exista derrame de material sobre las zonas frías central y extremas del accesorio;
 - antes o durante el ensayo de doblado, no deben aparecer poros, cavidades ni fisuras en la interface de fusión (ver figura 80).

Figura 79 - Dimensiones de las probetas



Figura 80 - Doblado de la probeta

Entre la primera y última espira de cada sector no debe aparecer porosidades ni fisuras



b) El ensayo destructivo de desprendimiento en obra consiste en:

- una vez que la fusión se enfrió (en forma natural) hasta alcanzar la temperatura ambiente, se extrae una probeta de las características señaladas en la figura 81, la que se obtiene cortando por un plano que pase por el eje longitudinal del tubo y perpendicular a los ejes de los bornes de los enchufes del accesorio;
- previo al ensayo, verificar que no exista derrame de material sobre las zonas frías central y extremas del accesorio;
- la probeta se somete a una carga creciente de aplastamiento, con una velocidad de avance de las mordazas de la morsa de aproximadamente 10 cm/min hasta alcanzar una distancia de cierre entre éstas igual a dos veces el espesor de pared del tubo, según la figura 82;
- antes o durante el ensayo, la totalidad de las etapas de fusión entre la primera y última espira no deben presentar poros, cavidades ni fisuras en ninguno de los niveles que conforman las etapas (accesorio o tubo).

Figura 81 - Características de la probeta y morsa

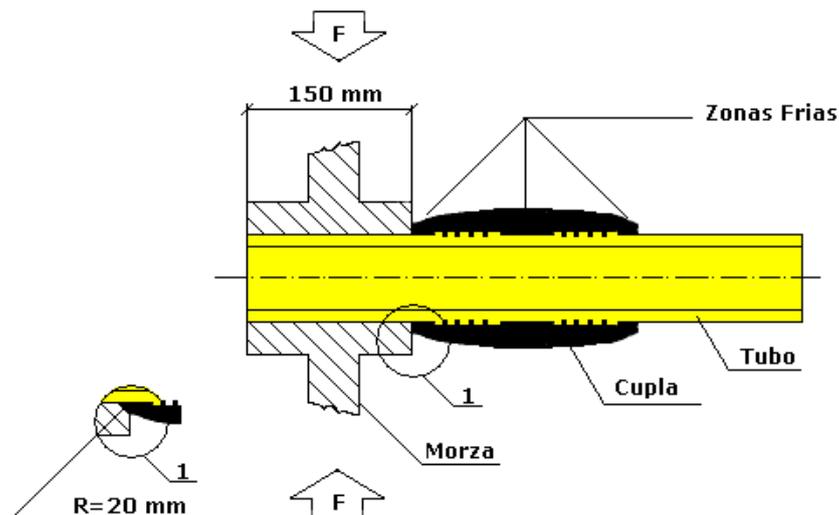
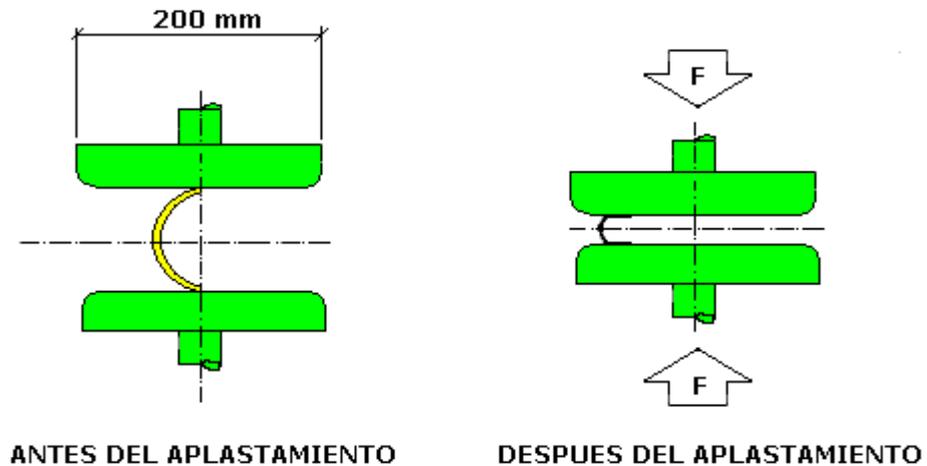


Figura 82 - Esquema del sistema de mordazas



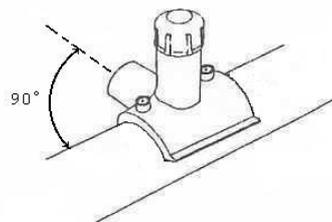
10.6 Inspección en obra de uniones a montura por electrofusión

10.6.1 Examen visual

A continuación se describen los principales parámetros que se deben examinar para determinar si una fusión es de buena calidad o debe ser rechazada por deficiente.

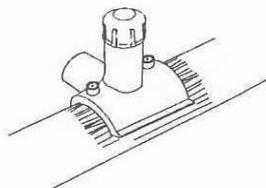
- Excepto para las te de servicio cuyo diseño permita direccionar la derivación (tramo de salida), siempre se debe verificar la perpendicularidad entre el eje de la derivación del accesorio y el eje de la tubería (ver figura 83).

Figura 83 - Control de perpendicularidad de la derivación



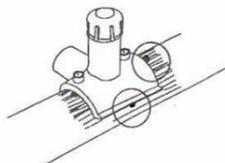
- Verificar que exista una clara evidencia de que el tubo fue raspado en la totalidad de la zona de fusión, según el procedimiento especificado en 9.3.4 (ver figura 84). Cuando la zona de fusión se extienda a todo el perímetro del tubo, se procede a una inspección de la parte inferior de éste.

Figura 84 - Control del raspado



- c) Verificar que el PE fundido procedente del proceso de fusión (calentamiento de las espiras), no exceda exteriormente los límites de la montura de la te de servicio (ver figura 85).

Figura 85 - Fusión incorrecta por derrame de PE



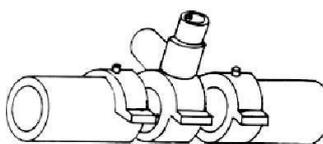
- d) Si el accesorio está diseñado con testigos de fusión, se debe verificar que éstos sobresalgan de la superficie de la montura del accesorio.
- e) Todas las uniones realizadas que no verifiquen lo indicado precedentemente en a), b), c) y d), o presenten deficiencias como resultado de una incorrecta aplicación de la metodología señalada en esta parte de la norma o de la recomendada por el proveedor del accesorio, deben ser rechazadas.

10.6.2 Ensayo destructivo de desprendimiento por falla de adherencia, para realizar en obra

Si efectuada la inspección visual de una electrofusión a montura según 10.6.1 aparecen dudas sobre, la calidad de ésta o se requiera una verificación de la habilidad del fusionista, se debe realizar un ensayo destructivo en obra de desprendimiento por falla de adherencia, que consiste en:

- a) Extraer una probeta de las características señaladas en la figura 86, la que se obtiene cortando la muestra en tres anillos, luego de que hayan transcurrido como mínimo 12 h desde que se realizó la fusión.

Figura 86 - Obtención de la probeta



- b) La probeta se somete a una carga creciente de aplastamiento utilizando una morsa, cuyas mordazas se deben desplazar con una velocidad de avance de aproximadamente 10 cm/min \pm 10%, hasta alcanzar una distancia de cierre entre ellas igual a dos veces el espesor de pared del tubo (ver figura 87).

Figura 87 - Ensayo de desprendimiento por falla de adherencia



- c) Verificar antes y durante el ensayo que la totalidad de la interface de fusión no presente poros, cavidades ni fisuras en ninguno de los niveles espira/tubo o espira/accesorio.
- d) Si se evidencian deficiencias en la interfase de fusión como las señaladas precedentemente, es probable que sean el resultado de algunas de las siguientes causas:
 - las superficies a fusionar del tubo y del accesorio no fueron preparadas correctamente o se ensuciaron después de la preparación;
 - posicionamiento incorrecto de la montura del accesorio sobre la tubería; o
 - insuficiente fuerza de apriete entre el accesorio y la tubería.

11 PRUEBA NEUMÁTICA DE FUGA DE LA TUBERÍA A INSTALAR

- a) La tubería puede presurizarse con gas inerte o con aire, cuya temperatura no debe superar los 40 °C. Si se recurre a un compresor, debe estar provisto con un filtro para eliminar los vapores de aceite que pueda contener el fluido de inyección.
- b) La prueba comienza luego de cumplido el tiempo de enfriamiento, fijado por el proveedor. En caso de tratarse de un tramo con más de una unión, este tiempo se rige por la última fusión.
- c) El procedimiento de la prueba debe asegurar la detección de toda pérdida que pudiera existir en el tramo sometido a ensayo.
- d) La prueba neumática de fuga para redes de PE de baja o media presión se realiza a 1,5 veces la presión de operación o 4 bar, la que sea mayor.
- e) En los casos de servicios domiciliarios que operen a baja presión conectados a cañería de H^ºF^º, que incluyan en su construcción accesorios no aptos para ser probados a 4 bar, la presión de prueba debe estar limitada por la presión que pueda soportar el accesorio de menor resistencia, pero no debe ser inferior a 200 mbar.
- f) La prueba neumática de fuga para ramales y servicios de alta presión se realiza a una presión de 7 bar.

- g) La temperatura de la tubería a ensayar no debe superar los 40 °C durante la prueba.
- h) Se debe verificar cada unión para detectar posibles pérdidas mediante la aplicación de una solución espumante que no dañe al PE.
- i) El cabezal para presurizar redes de distribución y ramales de alta presión que se debe utilizar en la prueba neumática de fuga, debe poseer un dispositivo de seguridad que evite su expulsión accidental.
- j) El manómetro debe ser de clase igual o superior a 1,5. Si es del tipo Bourdon, su alcance debe ser tal que el valor a medir sea aproximadamente el 75% de su alcance y el diámetro de su cuadrante nunca debe ser menor a 100 mm.

12 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE PE

En esta parte de la norma se definen los criterios técnicos para la instalación de tubería de PE, cuando se realiza por alguno de los dos métodos más empleados actualmente:

- a) instalación y tendido en zanja;
- b) perforación dirigida.

También se pueden utilizar otras técnicas, siempre que se dé cumplimiento a lo establecido en la normativa vigente aplicable.

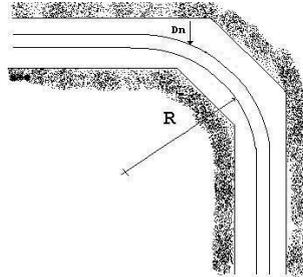
12.1 Instalación de la tubería de PE en zanja

- a) Para el tendido de la tubería en zanja se debe observar lo establecido en 9.1, relativo a esta operación.
- b) Las tuberías de PE se instalan en zanjas que cumplan lo especificado en 8.8 para excavación tradicional, manual o a máquina.
- c) Las uniones de tubos entre sí y con accesorios se pueden realizar en la zanja, o en la superficie cuando no existan impedimentos para el descenso de la tubería en tramos fusionados.
- d) Cuando cualquier tipo de unión deba realizarse en zanja, se deben tomar los recaudos necesarios para asegurar que se dispone del espacio suficiente para utilizar el equipo correspondiente y permitir un libre y correcto accionar del personal en sus tareas.
- e) Durante la bajada de la tubería a la zanja se debe evitar que se dañe al tomar contacto con los bordes o costados de dicha zanja.
- f) Si fuere necesario, se emplean eslingas de algodón o de nylon, fajas del mismo material u otro que no sea abrasivo. No deben usarse cables de alambre ni cadenas.
- g) Si un tramo de tubería se debe arrastrar en la zanja y el fondo de ésta no reúne las condiciones requeridas en 8.8 se deben colocar almohadillas o rodillos de material elastomérico, distanciados de manera que la tubería no tome contacto con los costados ni con el fondo de la zanja por flexión.
- h) No debe instalarse tubería de PE en suelos contaminados con solventes, ácidos, hidrocarburos, aceites minerales, alquitrán, solución para revelado de fotografías o para galvanoplastia.

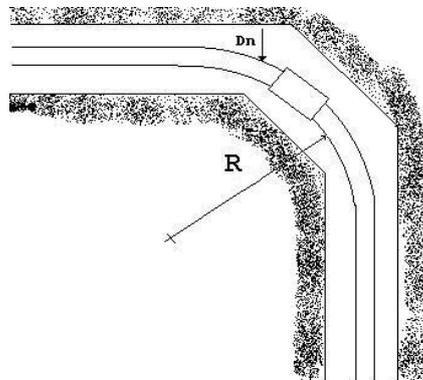
- i) La tubería de PE debe instalarse en terrenos con una temperatura que no exceda de 40 °C.
- j) Los cambios de dirección de la tubería de PE durante su instalación se realizan con radios de curvatura iguales o superiores a los indicados en las Tablas 19 y 20 (Figuras 88 y 89).
- k) Para tuberías de servicio, el radio de curvatura mínimo de la acometida al gabinete del sistema de regulación-medición debe ser de **15 x Dn**.
- l) No debe realizarse el curvado de tubos de PE con máquinas o mediante aplicación de calor. Se excluyen de esta prohibición las máquinas de enderezar tubos suministrados en rollos o bobinas.

Tabla 19 - Radio mínimo de curvatura de la tubería sin junta ni uniones en la curva

Diámetro nominal (Dn en mm)	Radio mínimo de curvatura	
	Para temp. ≤ 10° C	Para temp. > 10° C
	SDR 11 o SDR 17,6	SDR 11 o SDR 17,6
	RMC = 35 x Dn (m)	RMC = 15 x Dn (m)
16	0,6	0,2
20	0,7	0,3
25	0,9	0,4
32	1,1	0,5
40	1,4	0,6
50	1,8	0,8
63	2,2	0,9
75	2,6	1,1
90	3,2	1,4
110	3,9	1,7
125	4,4	1,9
140	4,9	2,1
160	5,6	2,4
180	6,3	2,7
200	7,0	3,0
225	7,9	3,4
250	8,8	3,8

Figura 88 - Tubería curvada sin unión

Tabla 20 - Radio mínimo de curvatura en tubería con junta o unión en la curva

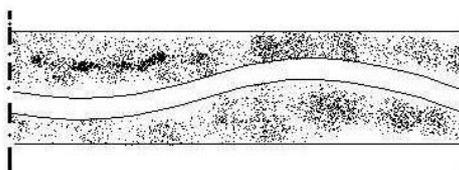
Diámetro nominal (Dn en mm)	Radio mínimo de curvatura			
	Para temp. $\leq 10^{\circ} \text{C}$		Para temp. $> 10^{\circ} \text{C}$	
	SDR 11	SDR 17,6	SDR 11	SDR 17,6
	RMC = $50 \times \text{Dn}$ (m)	RMC = $100 \times \text{Dn}$ (m)	RMC = $25 \times \text{Dn}$ (m)	RMC = $45 \times \text{Dn}$ (m)
16	0,8	1,6	0,4	0,7
20	1,0	2,0	0,5	0,9
25	1,3	2,5	0,6	1,1
32	1,6	3,2	0,8	1,4
40	2,0	4,0	0,1	1,8
50	2,5	5,0	1,3	2,3
63	3,2	6,3	1,6	2,8
75	3,8	7,5	1,9	3,4
90	4,5	9,0	2,3	4,1
110	5,5	11,0	2,8	5,0
125	6,3	12,5	3,1	5,6
140	7,0	14,0	3,5	6,3
160	8,0	16,0	4,0	7,2
180	9,0	18,0	4,5	8,1
200	10,0	20,0	5,0	9,0
225	11,3	22,5	5,6	10,1
250	12,5	25,0	6,3	11,3

Figura 89. Tubería curvada con unión


m) La tubería se debe instalar siempre sin tensiones, para lo cual se procede de la siguiente forma:

- tenderla en zanja con ondulaciones para absorber posibles contracciones térmicas que se produzcan por disminución de temperatura luego de la tapada (ver figura 90);
- evitar realizar las últimas soldaduras o uniones con elementos fijos, hasta que la tubería haya adquirido la temperatura del terreno. Para ello se habrá tendido la tubería en un 80 % de su longitud, tapada con tierra y mantenida así por espacio de más de 2 h.

Figura 90 - Forma de instalar la tubería en zanja (vista superior)



- n) La tubería se debe instalar a una distancia suficiente de líneas de vapor, agua caliente u otra fuente de calor, de forma que se eviten temperaturas circundantes que excedan los 40 °C. Además, se debe respetar lo establecido en el punto 8.8.i) y j).
- o) Antes y durante la instalación se inspecciona la tubería por si hubiera sufrido algún daño, desechando todo tramo que presente deterioros (ver 7.2).
- p) Cuando se instale tubería por túnel-hombre, por perforación con mecha o por algún otro método de perforación, en suelos de relleno, rocosos o que por sus características se consideren inadecuados, ésta se instala con una camisa de PVC o de otro material que cubra toda la longitud del túnel.

La tubería de conducción debe estar soportada a la entrada y salida de la camisa de protección, para evitar el contacto con los bordes de ésta.

12.2 Instalación de la tubería de polietileno por perforación dirigida

- a) En caso de que la Licenciataria apruebe la utilización de este método previamente el constructor debe realizar un replanteo de obra, siguiendo los lineamientos del apartado 8.2, para obtener toda la información de los servicios públicos enterrados que pudieran existir en la zona de trabajo, la que debe incluirse en los planos del proyecto constructivo.
- b) Con posterioridad al replanteo de obra, se debe realizar una inspección del área de trabajo con detectores especiales para localizar la posible existencia de cables eléctricos en carga y otros servicios. Cada localización se señala en la superficie del suelo o, de lo contrario, en el plano del proyecto constructivo.
- c) Además de lo señalado en los puntos precedentes, previo al comienzo de los trabajos de perforación, se deben realizar los sondeos necesarios para ubicar físicamente los servicios públicos o estructuras enterradas en el trayecto de la perforación.
- d) Con la información obtenida se debe definir el trazado definitivo de la instalación, tanto en planta como en perfil, destacándose los puntos donde la tubería deba cambiar de dirección para salvar obstáculos. La instalación de tubería por este método debe

cumplir con todos los requisitos establecidos en esta parte de la norma (distancia a línea municipal, distancia de seguridad, etc.).

- e) La obra civil de la perforación dirigida involucra entre otros ítem, la apertura de los pozos de lanzamiento, de recepción y pozos de sondeos necesarios para la ejecución de la perforación.

La separación entre los pozos de lanzamiento y el de recepción depende de las particularidades del trazado de la instalación, del diámetro de la tubería a instalar y de la potencia del equipo de perforación a utilizar.

Para la instalación por perforación de tramos rectos en vereda o calzada de zonas totalmente urbanizadas, se recomienda que la distancia entre los pozos de lanzamiento y de recepción no supere la indicada en la Tabla 21.

Tabla 21 - Separación recomendable entre los pozos de lanzamiento y el de recepción

Dn de la tubería de PE (mm)	Distancia (m)
< 90	130
90 a 180 inclusive	100
> 180	70

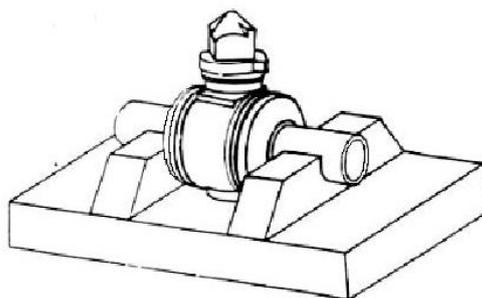
- f) Siempre que sea posible, se debe intentar que los pozos de lanzamiento, recepción y sondeos, coincidan con los puntos donde se deba realizar derivaciones de tuberías principales o de servicios.
- g) La profundidad de la perforación para instalar redes de distribución de media o baja presión debe ser tal que, una vez instalada la tubería en vereda o calzada, cumpla las tapadas mínimas indicadas en la Tabla 13.
- h) La profundidad de la perforación para instalar ramales de distribución de alta presión en calzada debe ser tal que, una vez instalada, la tubería cumpla las tapadas mínimas indicadas en la Tabla 13.
- i) En veredas y calzadas cuyos niveles sean definitivos, la tapada se mide desde la parte superior del cordón y desde la parte más baja del pavimento, respectivamente.
- j) El diámetro del túnel terminado debe ser como mínimo 10 cm mayor que el diámetro del tubo a instalar.
- k) Las uniones entre tubos se pueden realizar por electrofusión o termofusión; no obstante, para tubos de $Dn \geq 90$ es recomendable que las uniones se realicen por fusión a tope.
- l) Este sistema no debe utilizarse en los siguientes casos:
- zonas de gran concentración de servicios, si no es posible cumplir con las distancias mínimas de seguridad indicadas en 8.8.i) y 8.8.j);
 - donde existan instalaciones subterráneas de otros servicios que no pudieran ubicarse correctamente en toda la extensión de la zona de trabajo;

- terrenos cuya composición contenga elementos metálicos, escorias, restos de hormigón, o contaminantes químicos que pongan en riesgo la integridad de la tubería.

13 INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE PE O DE ACERO PARA BLOQUEO DE REDES Y RAMALES

- Las válvulas de PE o de acero para bloqueo de red de distribución o ramales de alta presión se deben instalar enterradas. Si por razones operativas fuese necesario colocar válvulas en cámara, éstas deben ser de acero. Las cámaras que alojan las válvulas deben cumplir los requisitos establecidos en la NAG-100.
- La instalación de la válvula se hace de forma que no se transmitan a la tubería de PE los esfuerzos de torsión u otros esfuerzos secundarios que puedan generarse durante su accionamiento. Para neutralizar dichos esfuerzos en válvulas de diámetro igual o mayor a 63 mm, se las debe anclar siguiendo los lineamientos de la figura 91, o con algún otro sistema o dispositivo que cumpla la misma función.
- Las válvulas de PE deben responder a la NAG-140 Parte 4.

Figura 91 - Base de fijación típica para válvulas de PE o de acero



- Se puede prescindir de la base de fijación cuando se empleen válvulas de acero instaladas según las figuras 92 o 93.

Figura 92 - Instalación típica de válvulas de acero enterradas

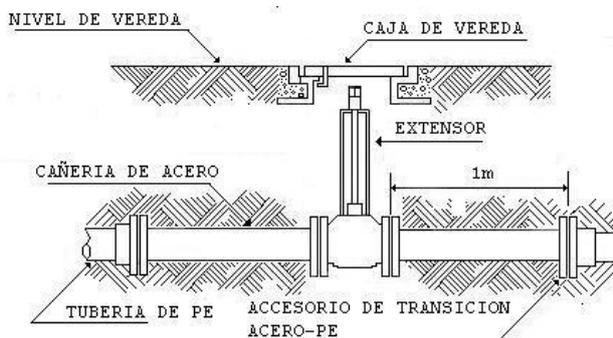
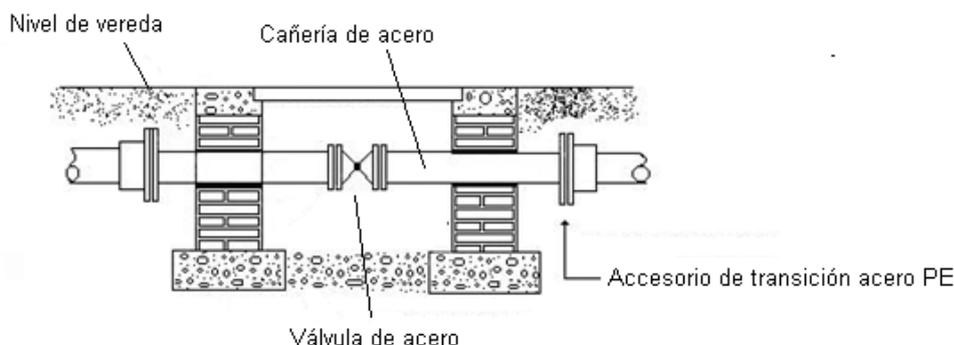


Figura 93 - Instalación típica de válvulas de acero en cámara



- e) En toda válvula que se instale enterrada, debe colocarse un extensor para accionarla manualmente en superficie desde una caja de operación.
- f) La instalación de válvulas de acero debe cumplir los requerimientos de la NAG-100.
- g) Antes de instalar la válvula se debe verificar su limpieza interna, estanquidad y facilidad de operación.
- h) En todos los casos, las válvulas a instalar deben ser de igual Dn que el de la tubería.
- i) Los tramos de acero deben estar protegidos catódicamente.

14 RELLENO, TAPADA Y COMPACTACIÓN DE ZANJA

- a) Si la temperatura de la tubería en el fondo de la zanja no se encuentra entre 0 °C y 20 °C, se la tapa con un manto de tierra sin compactar de espesor $\geq 0,20$ m, para lograr su estabilización térmica durante un tiempo no inferior a 2 h.

Luego, se prosigue con los trabajos de relleno y compactación, adoptando los procedimientos apropiados para no someter la tubería a esfuerzos de flexión causados por el relleno o por una inadecuada compactación (asentamiento diferencial del material de relleno).

- b) La primera capa de relleno debe ser de aproximadamente 0,20 m por encima del borde superior de la tubería [ver figura 94], y debe estar constituida por tierra libre de restos de contrapisos o de pavimentos, piedras, terrones, elementos cortantes, residuos y otros.

Esta primera capa debe compactarse cuidadosamente con herramientas manuales apropiadas.

- c) A la capa inicial de 0,20 m se agregan sucesivas capas de tierra obtenida del zanjeo, de aproximadamente 0,30 m cada una, libres de restos de rotura de contrapisos o de pavimentos, piedras, elementos cortantes, residuos y otros.

Cada capa debe repartirse uniformemente y compactarse con herramientas manuales o con equipos mecánicos livianos.

- d) Los rodillos o compactadores mecánicos pesados pueden usarse solamente para consolidar la última capa, siempre que exista una cobertura compactada mínima de 0,60 m.
- e) El grado de compactación del relleno en calzadas o rutas debe ser similar al del suelo adyacente o al que establezca la autoridad competente, siempre y cuando la tubería no sufra deformación por aplastamiento. Si existiera esta posibilidad la tubería será protegida con una loseta de hormigón u otra protección mecánica diseñada para las cargas previsibles que deba soportar.
- f) No se debe iniciar la reparación de veredas o pavimentos si el relleno (especialmente las capas intermedias) no reúne el grado de compactación exigido en los apartados precedentes.
- g) Si el relleno de los túneles-hombre se hace con una mezcla de suelo-cemento, debe ser en la proporción volumétrica de 10 partes de tierra por una de cemento, o la que indique la autoridad competente.

El contenido de agua debe ser el que proporcione a la mezcla una plasticidad suficiente como para que escurra entre la tubería y las paredes del túnel.

Cuando el procedimiento empleado, la longitud del túnel o las características del terreno no garanticen el perfecto llenado, se abrirán las ventanas necesarias en la superficie para asegurar y verificar el completo relleno del túnel.

15 INSTALACIÓN DE ELEMENTOS DE ADVERTENCIA Y DE SEÑALIZACIÓN

15.1 Instalación de los elementos de advertencia para tubería instalada en zanja

Cuando la instalación de la tubería se realiza a cielo abierto, antes de concluir el relleno y compactación de la zanja se debe instalar en forma continua un elemento de advertencia que, ante la eventual intervención de terceros por excavación, advierta la presencia de tubería de PE para gas enterrada.

En todos los casos el elemento de advertencia se debe colocar a no menos de 0,40 m por encima de la generatriz superior de la tubería, y se ubica en el centro de la zanja, sobre una superficie plana y compactada.

Cuando la tubería se instale en pasajes comunitarios, jardines o espacios abiertos, en todos los casos de libre acceso y circulación al público en general, se debe instalar adicionalmente, una protección mecánica de ladrillos o loseta de hormigón, y una señalización en superficie.

Las características de los elementos de advertencia se señalan en el Anexo B.

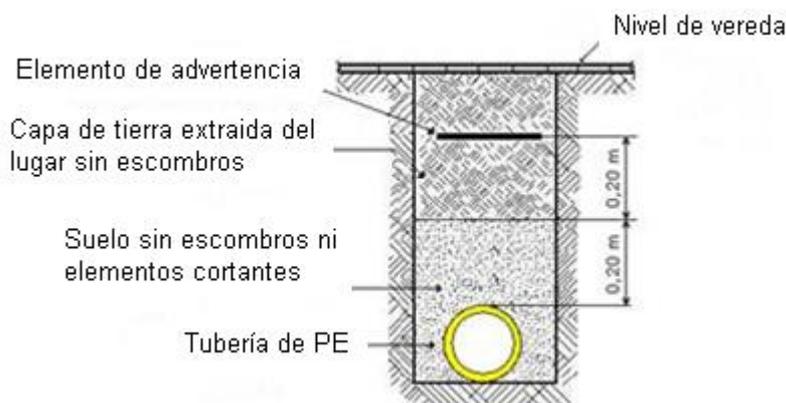
15.2 Señalización para tuberías instaladas por perforación dirigida, túnel-hombre o túnel-máquina

- a) Cuando la tubería se instale por métodos que no permitan la instalación del elemento de advertencia, se debe alertar la presencia de la tubería conductora de gas mediante la instalación de señalizaciones al nivel de superficie, las que deben consistir en una placa de hierro fundido, baldosas de advertencia, plaquetas u otro tipo de señalización que

cumpla con el mismo fin.

- b) Las señales deben contener la información necesaria sobre la tubería instalada y su ubicación, a fin de prevenir su daño accidental por parte de terceros. La Distribuidora debe arbitrar los medios para asegurar que la información permanezca legible durante el término de su licencia.
- c) Estas señales deben ubicarse a una distancia que no supere los 10 m entre sí, agregándose una para cada cambio de dirección y en cada vértice de tubería en las esquinas de cada manzana, es decir al inicio del tramo recto de tubería en el extremo de la cuadra.
- d) La ubicación de las señales debe quedar referenciada en los planos conforme a obra de la red.
- e) En las líneas de servicio se debe instalar el elemento de advertencia previsto en 15.1.

Figura 94 - Disposición del elemento de advertencia



16 PROTECCIÓN MECÁNICA DE LA TUBERÍA

Para proteger la tubería de PE instalada en vereda o calzada de esfuerzos y deformaciones importantes, provocadas por cargas exteriores considerables (vehículos de transporte, maquinaria vial y otras), o por no alcanzar la tapada mínima requerida, se deben observar las siguientes disposiciones.

- a) Cuando se instale una red de distribución, en las entradas de vehículos pesados (corralones de materiales, fábricas, estaciones de servicio y otras), debe construirse una protección mecánica diseñada para las cargas previsibles que deba soportar (por ej. loseta de hormigón armado). Como alternativa, en reemplazo de la protección mecánica se admite aumentar la tapada a 0,80 m, poniendo especial atención a la compactación del relleno.
- b) La misma protección debe colocarse en los casos en que debido a inconvenientes insalvables no sea posible conseguir las tapadas mínimas para vereda o calzada requeridas en la Tabla 13.

17 CRUCES ESPECIALES

Antes de comenzar los trabajos de cruce especiales (rutas, vías férreas, arroyos, ríos, etc.), se deben contemplar las siguientes disposiciones:

- a) Cumplir con lo establecido en el apartado 8.4 y con las disposiciones del organismo o autoridad competente que otorgue el permiso para su ejecución.
- b) Tener el proyecto constructivo con la conformidad de la empresa distribuidora.
- c) Determinar el método a emplear y el equipo a utilizar, para evitar cualquier daño a otros servicios interceptados o perjuicios en estructuras linderas al cruce.
- d) El cruce debe ser tan perpendicular al lugar que se desea cruzar como sea posible.

Los cruces especiales se pueden realizar con o sin caño camisa conforme a los requisitos exigidos por la autoridad competente que otorgue el permiso y los lineamientos generales que se indican a continuación.

En caso de ser ejecutado sin caño camisa la instalación debe ser diseñada de manera tal de soportar las cargas externas a la que está expuesta.

Los cruces realizados con caño camisa deben cumplir lo siguiente:

El caño camisa debe ser de acero; su protección anticorrosiva debe cumplir con lo establecido en la NAG-108; debe poseer protección catódica.

El tubo de conducción se debe mantener separado de la camisa mediante espaciadores (patines), u otros dispositivos adecuados de modo que las cargas externas soportadas por la camisa no se transmitan al tubo de conducción.

Se permite que el material del collar a utilizar y los sellos del caño camisa, sea sintético premoldeado de marca reconocida. Dicho material debe ser previamente aprobado por la Licenciataria antes de su instalación. Las dimensiones del collar deben permitir un buen centrado de la tubería dentro del caño camisa.

En cada extremo del caño deben instalarse sendos venteos, los que también deben estar protegidos de la corrosión. La ubicación geográfica de los venteos será indicada por la inspección de obra.

En cruces de FF.CC., cuando la distancia entre alambrados sea ≤ 20 m, el caño camisa se debe extender 1,00 m más allá del alambrado, en ambos lados; cuando sea > 20 m, el caño camisa se debe extender a 10 m a cada lado del eje de vías principales y 6 m en vías secundarias.

Los cruces se deben realizar a cielo abierto o mediante túnel, quedando supeditado el sistema a utilizar a lo que fije la autoridad competente en cada caso particular.

De realizar el cruce a cielo abierto, el relleno de la zanja debe compactarse hasta alcanzar un grado de compactación semejante al del terreno adyacente o al que determine la autoridad competente.

El diámetro de la perforación a realizar por mecha, torpedo o por perforación dirigida, en lo posible no debe exceder los 0,10 m del diámetro exterior del caño-camisa o de la tubería de conducción, si el cruce se realiza sin caño-camisa.

Si la instalación de la tubería se realiza por túnel-hombre, con o sin caño camisa, el espacio anular debe ser el mínimo posible y rellenado con materiales y métodos adecuados (por ejemplo suelo-cemento u hormigón de relleno de densidad controlada).

Una vez construido el cruce se debe realizar una prueba de los venteos, para ello se inyecta aire por uno de ellos, estando el otro tapado hasta alcanzar 1 barM de presión durante 15 min; luego de esto se destapa el venteo opuesto al de la inyección por el cual debe salir el aire.

A ambos lados de los cruces se deben colocar señales de advertencia con las características indicadas en la sección 707 de la NAG-100.

18 REPARACIÓN DE VEREDAS Y PAVIMENTOS

- a) Se deben realizar de acuerdo con lo establecido por la autoridad competente.
- b) En las Municipios donde exista Digesto u Ordenanza Municipal, se deben respetar las disposiciones y plazos para la reparación de las veredas y pavimentos establecidos en éstos. En su defecto debe cumplimentarse como mínimo lo indicado en 8.6.
- c) En todo lo que no esté contenido en el Digesto y Ordenanza Municipal del Municipio donde se estén llevando a cabo obras se debe respetar lo exigido en el instructivo que haya elaborado cada Distribuidora para tareas de reparación de veredas y pavimentos.
- d) Las reparaciones deben ser ejecutadas de modo tal que como mínimo se restituya la zona afectada a su condición original.
- e) El contrapiso y la colocación de mosaicos como la reparación del pavimento, deben ejecutarse dentro de los plazos indicados en el apartado 8.6.
- f) Antes de la recepción de la obra, se debe contar con la conformidad escrita de la reparación de veredas y pavimentos, expedida por la autoridad competente.

19 PRUEBA FINAL DE HERMETICIDAD

A los efectos de verificar que el sistema construido, cumple los requerimientos de estanquidad para funcionar bajo condiciones normales de operación, antes de su puesta en servicio, se debe comprobar la hermeticidad de la tubería instalada.

Durante la prueba, la temperatura del fluido a emplear y de la tubería a ensayar no debe superar los 40 °C.

La prueba se debe realizar por zonas delimitadas entre válvulas de bloqueo.

Cuando se empleen motocompresores, se debe asegurar el correcto filtrado del fluido de prueba para evitar que pase aceite al interior de la tubería.

Si para ubicar las pérdidas se requiere el uso de odorantes, su utilización debe estar autorizada por la Distribuidora que opera la tubería. Los odorantes deben inyectarse en estado gaseoso.

La tubería de un ramal de alta presión puede ser presurizada con agua, gas inerte o aire, quedando a criterio de la distribuidora el fluido a utilizar.

La tubería de una red de distribución de media o baja presión se puede presurizar con gas inerte o con aire. La presión de prueba para ambos casos debe ser como mínimo 1,5 veces

la MOP o 4 bar, la que sea mayor (véase Tabla 22).

La duración de la prueba se debe determinar por el contenido volumétrico del tramo a probar y el instrumental utilizado a fin de asegurar la localización de todas las fugas que pudieran existir en dicho tramo, pero como mínimo debe ser igual a los valores que se indican en la Tabla 22.

Tabla 22 – Presión y duración mínima de la prueba de hermeticidad

MOP (bar)	Presión de prueba (bar)	Redes de distribución		
		Longitud (m)	Duración (h)	Servicios
0,02 < MOP ≤ 4	4 bar o 1,5 MOP, la que resulte mayor	0 a 500	6	15 minutos
		501 a 10 000	24	
		> 10 000	48	
MOP (bar)	Presión de prueba (bar)	Ramales		
		Longitud (m)	Duración (h)	Servicios
4 < MOP ≤ 10	1,5 x MOP	todas	24	24 horas

Aprobada la prueba, se debe dejar la instalación presurizada con aire o gas inerte a la presión máxima de operación, tomando los recaudos para que se mantenga en esa condición hasta su habilitación definitiva, a fin de detectar cualquier intervención o deterioro accidental.

La validez de la prueba de hermeticidad es de ciento ochenta (180) días corridos, contados a partir de la fecha de aprobación.

Si se produce una despresurización de la tubería antes de su habilitación, se debe detectar la causa y solucionar el defecto. Cuando esto ocurra o cuando la instalación no se haya habilitado dentro del plazo establecido, debe realizarse una nueva prueba de hermeticidad final previo a su habilitación.

Para la realización de la prueba de hermeticidad, en caso de obras con presiones de diseño mayores a 4 bar el constructor debe elaborar y presentar un procedimiento de la prueba, en el cual se detalle como mínimo, lo siguiente:

- descripción y especificaciones técnicas de la instalación: longitud por diámetro de la tubería a ensayar, SDR y presión de diseño;
- presión de la prueba;
- fluido a emplear: tipo de fluido, cantidad requerida, método de llenado;
- cabezales para prueba hidráulica o neumáticas: diseño, materiales a utilizar;
- instrumental de medición a utilizar: marca, tipos, alcance, escalas, apreciación mínima, precisión;
- equipos de llenado (bombas de llenado y de presurización, compresores de aire): marca, tipo, caudal, presión y potencia;
- método de secado;
- equipos de comunicaciones: marca, tipo, modelo, frecuencia y alcance;

- i) medidas de seguridad y protecciones adoptadas;
- j) métodos para detectar fugas en la tubería de PE a ensayar.

Se deben tomar las debidas precauciones para evitar daños a personas o bienes próximos a la zona de prueba. En la zona contigua a los pozos donde se encuentran instalados los cabezales, sólo debe permanecer el personal designado para la ejecución de la prueba.

Si el tramo a probar tuviera partes instaladas en contacto con el aire, éstas se deben proteger para minimizar los efectos de la fluctuación térmica ambiental.

En los ramales de alta presión, el control de la prueba se debe realizar con registrador. En las redes de media y baja presión con extensión ≤ 500 m el control de la prueba puede realizarse con manómetro, mientras que en extensiones mayores se deben utilizar registradores de presión.

Si la prueba es hidráulica, se debe confeccionar el proyecto planialtimétrico del tramo a probar para ubicar correctamente los puntos de toma de lectura de presión y determinar si la presión de prueba se debe realizar o no por tramos para que:

- a) todos los puntos de mayor cota altimétrica se encuentren sometidos a la presión mínima de prueba requerida; y
- b) todos los puntos de menor cota altimétrica no superen la máxima presión de prueba requerida.

El cabezal y la columna porta-registrador o porta-manómetro, según el caso, deben ser de características similares a las de la figura 95. En el extremo opuesto de la tubería se puede instalar alguno de los siguientes elementos:

- a) un cabezal similar al de la figura 95 (prescindiendo del registrador o manómetro);
- b) una tapa o tapón fusionado;
- c) una válvula de PE unida por fusión o una válvula de acero bridada (esta última será provisoria, excepto que forme parte del proyecto).

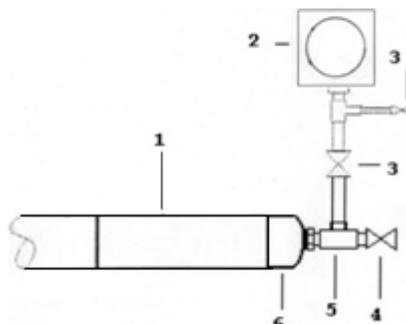
Los equipos e instrumentos de medición necesarios para la prueba, se deben encontrar en perfecto estado de funcionamiento, contar con el correspondiente certificado de calibración, y cumplimentar los siguientes requisitos:

Manómetros: Pueden ser electrónicos o de Bourdon y su clase de exactitud debe ser como mínimo del 1 % y aptos para medir en bar. Si son de Bourdon, su alcance debe ser tal que el valor a medir se aprecie en el tercio medio (o segundo tercio) del rango de la escala y el diámetro de su cuadrante nunca debe ser menor a 100 mm.

Termómetros: Con alcance para que trabajen en aproximadamente al 75 % del valor máximo de su alcance, con una apreciación mínima de 0,5 °C.

Registrador de presión y temperatura: Puede ser electrónico o electromecánico, de clase 0,5 como mínimo y rango de 0 a 10 bar o de 0 a 20 bar (según sean redes con MOP ≤ 4 bar o MOP entre 4 bar y 10 bar, respectivamente) en lo que se refiere a presión, y de precisión $\pm 1,0$ %, resolución 1 °C (1 K) y rango de -10 °C a +40 °C en lo que se refiere a temperatura.

Figura 95 - Cabezal de carga para redes de PE



- 1) Tubería de PE
- 2) Registrador o manómetro
- 3) Válvula tipo aguja 1/2" o 3/4"
- 4) Válvula esférica de 3/4"
- 5) Te p/roasca de 3/4"
- 6) Tapón o tapa de PE

Una vez presurizada la tubería a la presión de prueba, se deben dejar transcurrir como mínimo 3 h para lograr una nivelación térmica entre el medio presurizante y el suelo.

Las temperaturas y presiones de prueba de un ramal de alta presión se deben registrar como mínimo cada 10 min en un soporte electrónico o en gráficos continuos.

Las pruebas se consideran aprobadas si la presión se mantiene a lo largo de toda su duración y, a fin de dejar constancia de la aprobación, se debe labrar un acta según el apartado 8.3.4).

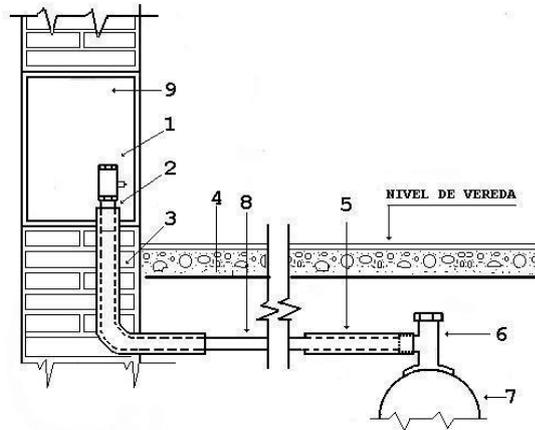
Si la prueba no mantiene la presión, excepto por variaciones de temperatura, o que haya razones para poner en duda su validez, se debe extender o repetir la prueba.

20 INSTALACIÓN DE SERVICIOS DOMICILIARIOS DE PE

El servicio domiciliario (tramo comprendido entre la tubería de distribución y el sistema de regulación-medición) se realiza íntegramente en PE, con excepción del elemento de transición entre la tubería del servicio y la válvula de corte en gabinete, y el instalado entre la tubería del servicio y la tubería de distribución, si esta última es de acero o de fundición.

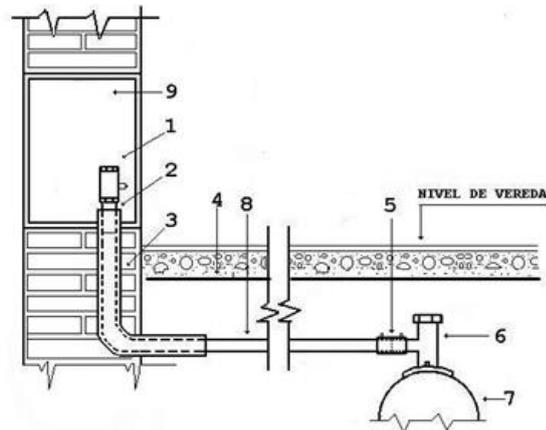
- a) El tramo de acometida al gabinete debe estar protegido con una vaina según Anexo A, que garantice la temperatura de operación en el rango comprendido entre 0 °C y 40 °C. Su radio de curvatura en este tramo debe ser el indicado en el apartado 12.1.k).
- b) Las figuras 96 a 100 representan configuraciones típicas de servicios de PE para tuberías de distribución de distintos materiales.

Figura 96 - Esquema general de un servicio domiciliario de PE conectado por termofusión a una red de PE hasta 4 bar



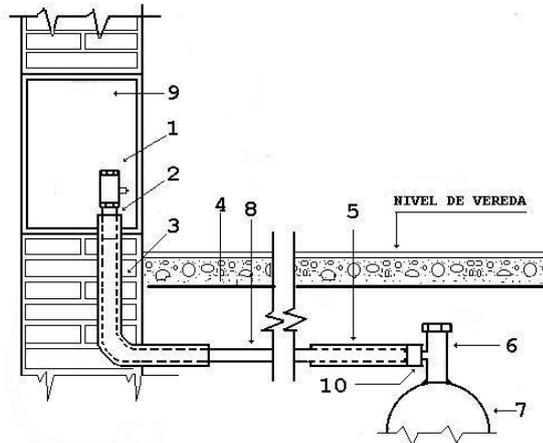
1. Válvula esférica de corte
2. Accesorio de transición
3. Vaina protectora de la acometida
4. Elemento de advertencia
5. Camisa anticorte
6. Te de servicio de PE para unir por termofusión
7. Tubería de distribución de PE
8. Tramo del servicio de PE, de longitud variable
9. Gabinete para el sistema de regulación-medición

Figura 97 - Esquema general de un servicio domiciliario de PE conectado por electrofusión a una red de PE hasta 4 bar



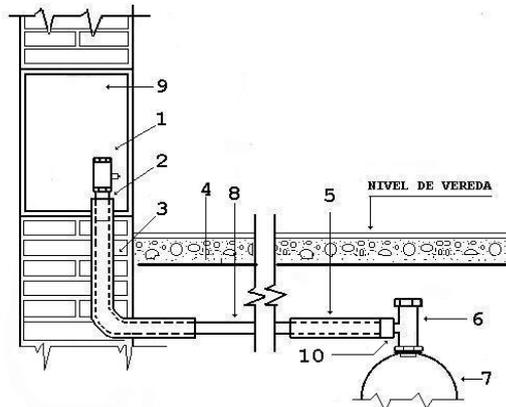
1. Válvula esférica de corte
2. Accesorio de transición
3. Vaina protectora de la acometida
4. Elemento de advertencia
5. Cupla de electrofusión
6. Te de servicio de PE para unir por electrofusión
7. Tubería de distribución de PE.
8. Tramo del servicio de PE, de longitud variable
9. Gabinete para el sistema de regulación-medición

Figura 98 - Esquema general de un servicio domiciliario de PE conectado a una red de acero hasta 4 bar



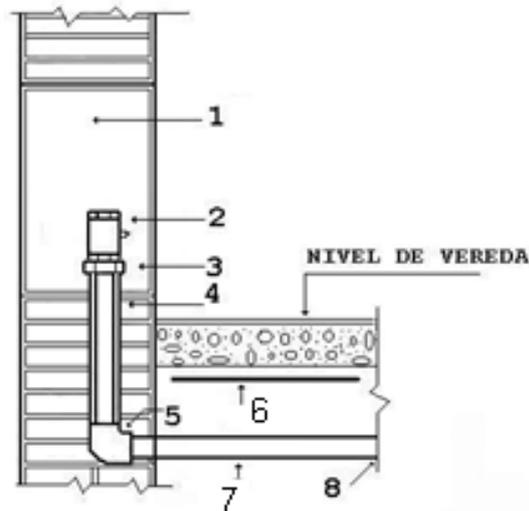
1. Válvula esférica de corte
2. Accesorio de transición
3. Vaina protectora de la acometida
4. Elemento de advertencia
5. Camisa anticorte.
6. Te de servicio para soldar a la tubería de distribución
7. Tubería de distribución de acero
8. Tramo del servicio de PE, de longitud variable
9. Gabinete para el sistema de regulación-medición
10. Accesorio transición

Figura 99 - Esquema general de un servicio domiciliario de PE conectado a una red de fundición de hierro



1. Válvula esférica de corte
2. Accesorio de transición
3. Vaina protectora de la acometida
4. Elemento de advertencia
5. Camisa anticorte
6. Te de servicio para roscar sobre la tubería de fundición
7. Tubería de distribución de fundición
8. Tramo del servicio de PE, de longitud variable
9. Gabinete para el sistema de regulación-medición
10. Accesorio transición.

Figura 100 - Esquema general de un servicio domiciliario de PE para situaciones particulares donde no se pueda cumplimentar el radio de curvatura o que la tubería sea de diámetro mayor a 32 mm



1. Gabinete para el sistema de regulación-medición
 2. Válvula esférica de corte
 3. Accesorio de transición
 4. Vaina protectora de la acometida
 5. Accesorio de PE
 6. Elemento de advertencia
 7. Tramo del servicio de PE de longitud variable
 8. Conexión a la red de PE, acero o fundición de hierro, indistintamente, según figuras 96, 97, 98 y 99.
- c) Todo servicio domiciliario de PE debe poseer en el extremo ubicado en el interior del gabinete una válvula de corte de accionamiento rápido tipo esférica a candado, aprobada por un OC.
- Dicha válvula debe quedar rígidamente vinculada al gabinete por medio de un dispositivo que impida la transmisión de esfuerzos mecánicos a la tubería de PE.
- d) Para evitar el cizallamiento de la tubería de servicio provocada por el peso o asentamiento diferencial de la tierra, en toda derivación para servicios domiciliarios de PE de $D_n \leq 32$ se coloca una camisa anticorte de PE según el apartado 5.5, cuando se utilice alguno de los siguientes accesorios:
- d.1 te de derivación de servicio de PE para unir por termofusión (ver figura 101);
 - d.2 ramal de derivación de servicio de PE para unir por termofusión (ver figura 102);
 - d.3 accesorio de transición acero-PE o fundición de hierro-PE (ver figura 103).

Figura 101 - Te de servicio para unir por termofusión

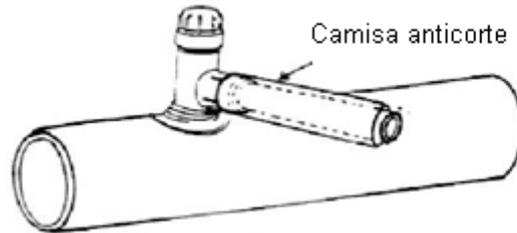


Figura 102 - Ramal de derivación de servicio para unir por termofusión

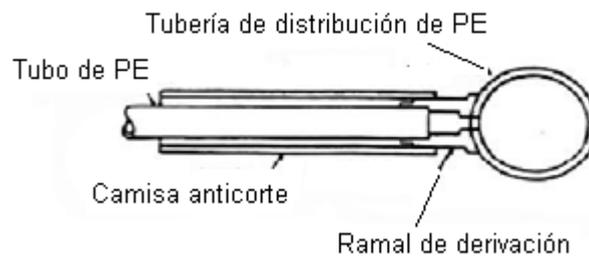
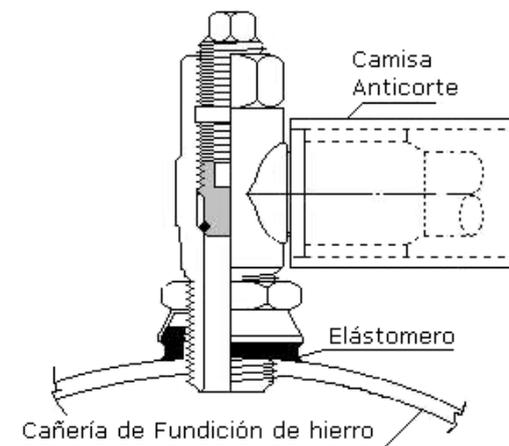


Figura 103 - Accesorio de transición para red de acero o fundición de hierro y servicio de PE



ANEXO A - VAINA DE PROTECCIÓN PARA EL SERVICIO DE PE EN SU INGRESO AL GABINETE DE REGULACIÓN-MEDICIÓN

A.1 Objeto

Establecer los requisitos que deben cumplir las vainas de material plástico conformadas por un tramo recto y un tramo curvo, cuya función es proteger al tubo empleado para el suministro de gas a los usuarios con servicio de PE, en el tramo curvo enterrado y en el tramo recto empotrado, proveyendo:

- 1) aislación térmica al tubo de PE mediante una cámara de aire;
- 2) protección mecánica al tubo de PE respecto de la mampostería;
- 3) curvatura correcta para el tubo de PE.

A.2 Alcance

Esta especificación es de aplicación para servicios de PE con tubos de D_N 25, 32 y 40.

A.3 Documentos de referencia

IRAM 13326

IRAM 13351

NAG-237

A.4 Materiales

- a) Se construyen en material plástico, a elección del fabricante, el que debe ser resistente al ataque de los materiales de construcción y apto para su empleo enterrado.
- b) El material debe conservar, por su propia rigidez, la curvatura conferida originalmente.
- c) Si el material de la vaina es PVC, los tubos a utilizar en su construcción deben cumplir con los ensayos indicados en el apartado A.6 de este anexo.
- d) De utilizarse otro material distinto al PVC, el fabricante debe someter a consideración del OC, las normas y dimensiones correspondientes para su aprobación.

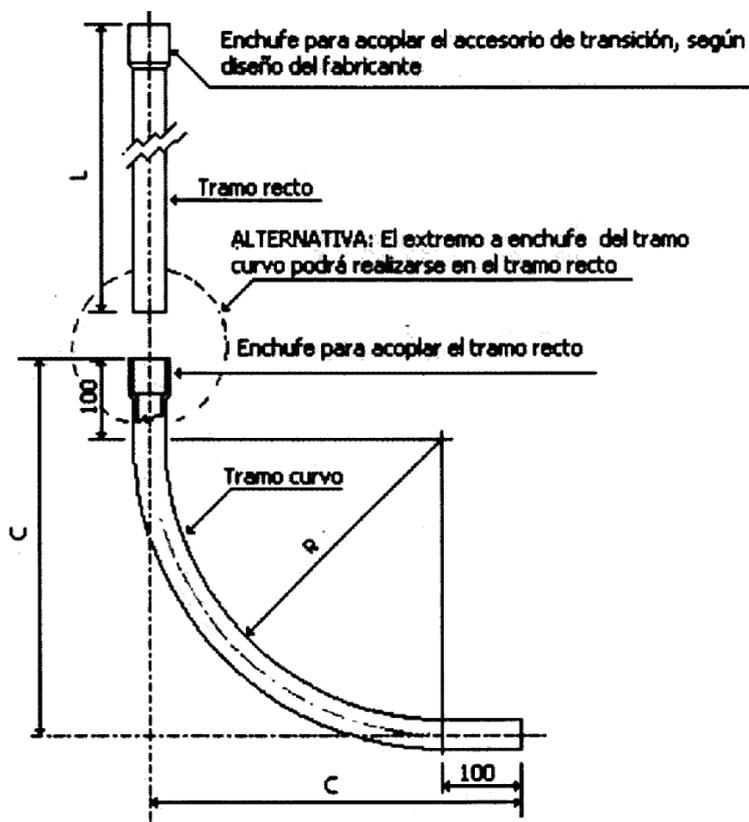
A.5 Configuración y medidas

La figura A.1 y la tabla A.1 presentan un esquema típico de la vaina con sus medidas y cotas.

El extremo vertical del tramo curvo (con terminación a espiga o enchufe) permite el acoplamiento de un tramo recto, de longitud variable para su ajuste en obra en función de la tapada de la cañería principal y de la altura del gabinete respecto del suelo.

El extremo superior del tramo recto se adapta al diseño del accesorio de transición en gabinete.

Figura A.1 - Cotas dimensionales de la vaina de protección



- C 495 mm para vainas de 40 mm de diámetro y 725 mm para vainas de 50 mm de diámetro
- R radio de curvatura: 375 mm para vainas de 40 mm de diámetro y 600 mm para vainas de 50 mm de diámetro
- L longitud variable según altura del gabinete

Tabla A.1 - Medidas de la vaina de protección

D _N vaina	D _N Servicio PE	Espesor de pared mínimo vaina de (PVC) (mm)	Longitud entre extremos (mm)	Radio de curvatura (mm)
40	25	2,0	495	375
50	32 y 40	2,4	725	600

A.6 Ensayos para vainas de PVC

A.6.1 Resistencia al aplastamiento

Debe cumplir con lo especificado en la norma IRAM 13351.

A.6.2 Resistencia al impacto

Debe cumplir con lo especificado en la norma IRAM 13351.

A.6.3 Resistencia a los productos alcalinos

Debe cumplir con lo especificado en la NAG-237, apartado 6.11.

A.7 Procedimiento de aprobación

Sobre la base de la documentación y planos presentados, el fabricante debe proponer al OC según el material de que se trate, las medidas, terminaciones, y otros requisitos relacionados con la aprobación.

A.8 Control de fabricación

- a) El fabricante debe establecer y mantener los sistemas de ensayo e inspección, registros y certificados que sean necesarios para asegurar que las vainas cumplen los requisitos de esta parte de la norma.
- b) Para el control de calidad de los materiales y componentes de la vaina, el fabricante debe mantener registros y certificados de éstos, como así también de los controles y ensayos realizados.
- c) Esta documentación debe estar disponible para la inspección de la Distribuidora.

A.9 Marcado

Las vainas fabricadas según esta parte de la norma deben marcarse como mínimo con:

- nombre, marca o logotipo del fabricante
- matrícula de certificación
- diámetro nominal
- Industria Argentina

ANEXO B - MALLAS DE ADVERTENCIA PARA TUBERÍAS DE GAS ENTERRADAS

B.1 Objeto

Establecer los requisitos mínimos, técnicos y de calidad, que deben cumplir los elementos de advertencia en forma de malla destinados a:

- señalar la presencia de tuberías de PE enterradas, ante una posible intervención por excavación o perforación;
- identificar el producto que transporta la tubería.

B.2 Alcance

Se aplica a las bandas perforadas conocidas comúnmente como “mallas de advertencia”, cualquiera sea su método de fabricación, que se utilizan para señalar la presencia de tuberías de PE para gas.

B.3 Documentos de referencia

IRAM-DEF D 1054.

B.4 Materiales

Se deben fabricar a partir de materiales termoplásticos, cuyas características les permitan cumplir con estos requerimientos.

Su color debe ser amarillo designación 05-1-010, 05-1-020, 05-1-030 ó 05-3-020, según la carta de colores IRAM-DEF D 1054.

B.5 Configuración y medidas

El largo mínimo de los rollos debe ser de 50 m y el ancho de la malla debe ser función del **Dn** y ubicación de la tubería, según se indica en la siguiente tabla

Tabla - Ancho de la malla de advertencia (en mm) según tipo y Dn de la tubería de PE

Servicio de PE	Tubería principal en vereda		Cruces de calzada
Dn ≤ 90	Dn ≤ 63	Dn > 63	
150 ± 10	150 ± 10	300 ± 10	300 ± 10

Cualquiera sea su forma, cada perforación de la malla debe tener un perímetro interior mínimo de 60 mm y máximo de 100 mm. La superficie de la abertura debe ser, como mínimo, del 60% de la superficie total.

B.6 Ensayos de aprobación

B.6.1 Rigidez transversal

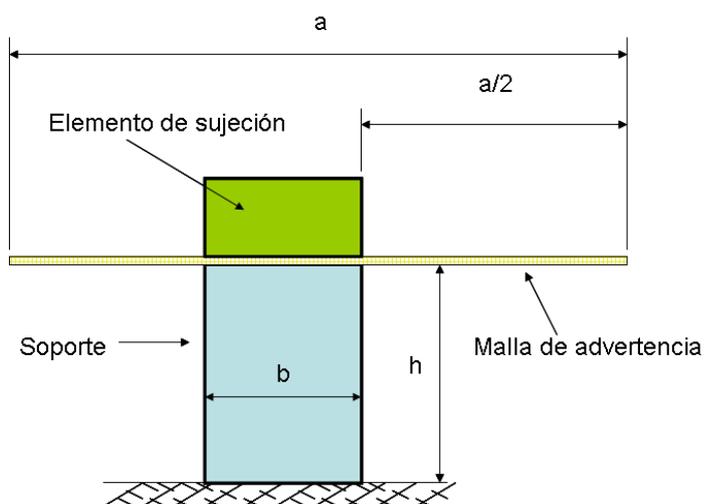
- a) Muestra

Su longitud (l) debe ser como mínimo, de 500 mm o la que comprenda un conjunto completo de puntos débiles (perforación o mallado) repartidos de manera repetitiva en todo el ancho (a), el que resulte mayor, sin presentar marcas debidas a plegado.

b) Aparato

Debe mantener la probeta en forma plana en toda su longitud, no se permiten ondulaciones entre el soporte y el elemento de sujeción.

Su ancho debe permitir mantener soportada una banda axial de 75 mm, como mínimo; y la altura del soporte debe ser equivalente a $a/4$ (37,5 mm y 75 mm para elementos de 150 mm y 300 mm respectivamente).



Donde: $l = 500$ mm, o la longitud de la probeta;

$b = 75$ mm, mínimo;

$h = a/4$ (37,5 mm ó 75 mm).

c) Ensayo

El ensayo se realiza a una temperatura de (23 ± 2) °C y, como mínimo, luego de 24 h de fabricados.

Se sujeta la probeta sobre el aparato de ensayo, dejando en voladizo una banda axial de ancho equivalente a $a/2$. Repetir la prueba con la banda axial opuesta.

d) Requisito

La muestra sometida a ensayo no debe superar una flecha superior a $a/4$ durante 1 min.

B.6.2 Planitud

Se debe efectuar sobre una muestra de 10 m de longitud, a una temperatura ambiente de (23 ± 2) °C, extendida sobre una superficie plana.

Al cabo de 5 min, ningún punto comprendido dentro de los 8 m centrales de la muestra debe presentar un despegue de la superficie plana superior a $a/4$.

B.6.3 Resistencia a la tracción

- a) Muestra
Según lo indicado en B.6.1 a).
- b) Aparato
Máquina de tracción, con una velocidad de 75 mm/min.
- c) Requisito
Debe soportar una tracción longitudinal a la rotura o a la fluencia -la que fuera mayor- no inferior a 300 N.

B.6.4 Resistencia al ennegrecimiento por sulfuro de amonio

- a) Muestra
Dos probetas de 100 mm x 100 mm, conteniendo todos los componentes del elemento de advertencia.
- b) Aparato
Recipiente de vidrio conteniendo una solución acuosa al 20 % en masa de sulfuro de amonio.
- c) Procedimiento
 - Sumergir una probeta en la solución de sulfuro de amonio y cerrar el recipiente.
 - Mantener el conjunto durante 15 días a temperatura ambiente y al abrigo de la luz.
 - Mantener la otra probeta como testigo fuera de la solución, durante el mismo tiempo, a igual temperatura y al abrigo de la luz.
 - Retirar la primera probeta, enjuagar y secar.
 - Comparar visualmente ambas probetas.
- d) Requisito
A simple vista no debe observarse decoloración o viraje del color inicial. Sólo se tolera una alteración en el brillo.

B.6.5 Resistencia a productos alcalinos (para materiales distintos al PE o PP)

- a) Muestra
Dos probetas de 100 mm x 100 mm, conteniendo todos los componentes del elemento de advertencia.
- b) Aparato
 - Baño controlado a (100 ± 2) °C
 - Termómetro y agitador
 - Balanza de precisión
- c) Procedimiento

- Pesar las probetas.
- Colocar las probetas en un frasco redondo con refrigerante, equipado con termómetro y agitador, conteniendo una solución de soda a 36 °B (grados Baumé) (31% aproximadamente).
- Transcurridas 24 h de exposición a la soda, mantenida en el baño a temperatura controlada, retirar cuidadosamente las probetas del frasco, enjuagarlas con agua y dejar secar al aire libre durante 24 h.

d) Requisito

La variación en peso no debe exceder el 2 % del peso antes del ensayo, ni presentar cambios en la textura, decoloración o viraje de color, a simple vista.

B.7 Marcado

Las mallas se deben identificar por medio de una inscripción en la superficie lisa de la banda o en una cinta de PE, con la leyenda “GAS” en letras mayúsculas de color rojo indeleble, con las siguientes características:

- altura mínima, 50 mm
- espesor del trazo, 5 mm

Esta leyenda debe estar impresa sobre una superficie lisa en el material de la malla, o bien en una cinta de PE amarilla de 75 mm de ancho, firmemente adherida a la malla, de modo que al intentar desprenderla en forma manual se produzca su rotura antes que despegue.

Asimismo, debe llevar como mínimo los siguientes datos:

- nombre o marca del fabricante;
- matrícula de aprobación.
- logotipo de identificación de producto aprobado según la Resolución ENARGAS N° 138/95 o la que en el futuro la reemplace.

El intervalo entre leyendas debe ser de 100 mm.

ANEXO C - PROTECCIONES ENTRE TUBERÍAS DE PE Y OTROS SERVICIOS PÚBLICOS O ESTRUCTURAS ENTERRADAS

C.1 Objeto

Determinar los criterios de diseño, construcción e instalación de protecciones entre tuberías de PE para gas y otros servicios públicos o estructuras subterráneas no asociadas.

C.2 Alcance

Este Anexo establece los criterios de diseño, construcción e instalación de protecciones que se deben instalar entre tuberías de gas y otros servicios públicos o estructuras, en casos excepcionales donde circunstancias insalvables no permitan cumplir las distancias mínimas de separación indicadas en esta Parte 6 de la NAG-140.

Además, es de aplicación en los casos que, aun cumpliendo las distancias mínimas, se considere necesario un incremento cautelar de protección

C.3 Consideraciones generales

C.3.1 Distancias mínimas de seguridad

Son las establecidas en esta Parte 6 de la NAG-140. Si la autoridad competente responsable de las estructuras o servicios preexistentes a la instalación del sistema de distribución de gas, determinara distancias, o protecciones de seguridad más rigurosas que las previstas, se debe aplicar lo establecido por dicha autoridad.

C.3.2 Criterios para la realización de trabajos de obra civil

Las protecciones deben:

- a) evitar el daño mecánico a la tubería, derivado de la proximidad o el contacto con otras estructuras;
- b) proporcionar protección contra el calor proveniente de otras instalaciones subterráneas, como líneas de vapor o de energía eléctrica.
- c) permitir la instalación y operación de dispositivos o herramientas para el mantenimiento de la tubería o neutralización de situaciones de emergencia (abrazaderas, accesorios, prensas, etc.);
- d) permitir en el futuro realizar reparaciones e instalación de nuevos servicios;

C.4 Tipos de protecciones y forma de instalación

C.4.1 Características de los elementos de protección

Deben estar contruidos con materiales que posean adecuadas características (mecánicas, térmicas, dieléctricas e impermeabilizantes) para el tipo de protección que se desea realizar.

A continuación se describen algunos de los elementos que, entre otros, pueden conformar la protección que corresponda utilizar en cada caso:

- a) placas o medias cañas de cemento de 25 mm de espesor mínimo;
- b) ladrillos macizos comunes para la construcción;

- c) baldosas de aproximadamente 300 mm x 300 mm y 35 mm de espesor;
- d) losetas de aproximadamente 300 mm x 600 mm y 35 mm de espesor;
- e) medias cañas de material plástico (PVC, PE, PP, etc.) de 3 mm de espesor mínimo o placas de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) de 3 mm de espesor mínimo. Estas placas siempre se deben instalar junto con otro elemento de respaldo (placas de fibrocemento, losetas, ladrillos, etc.);
- f) planchas o bandas de caucho sintético de 3 mm de espesor mínimo, las que se deben instalar junto con otro elemento de respaldo (placas de cemento, losetas, ladrillos, etc.).

Nota: El ancho mínimo de la protección debe responder a lo indicado en la Tabla C1

C.4.2 Instalación de los elementos de protección

Cuando deban instalarse elementos de protección se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) el tipo de servicio público o estructura que no cumple la distancia mínima respecto de la tubería conductora de gas;
- b) el diámetro de la tubería conductora de gas;
- c) la distancia existente entre la tubería conductora de gas y el otro servicio público o estructura.

En la Tabla C2 se resumen las protecciones recomendadas para tubería conductora de gas que operan a baja, media y alta presión, en tanto que las figuras C1 a C6 ilustran situaciones típicas no limitativas que no restringen la utilización de otras protecciones que mejoren las indicadas.

Debe prestarse especial atención en los cruces y paralelismos entre tuberías conductoras de gas y cables eléctricos, para evitar o contrarrestar lo siguiente:

- a) accidentes durante la instalación (descarga eléctrica);
- b) posibles saltos de chispa entre los cables eléctricos y la tubería conductora de gas
- c) los efectos de posibles aumentos de temperatura de los conductores eléctricos que pudieran alterar las características de la tubería conductora de gas.

C.4.3 Medidas adicionales

La Distribuidora debe considerar el estado de conservación de los otros servicios públicos o estructuras (cloacas, desagües pluviales y alcantarillas, cámaras, túneles, etc.), puesto que son una vía potencial para la migración de una fuga de gas, y en caso de considerarse necesario tomar medidas adicionales a la instalación de las pantallas de protección, por ejemplo, colocar en la zona por donde se puede canalizar el gas recubrimientos que deben ser impermeables al gas natural y resistentes a los hidrocarburos, encamisado continuo de la tubería conductora de gas con caño camisa de características particulares que lo diferencien de una tubería de conducción y cuyos extremos deben quedar como mínimo a 0,30 m de la estructura, u otra acción que la Distribuidora considere más adecuada.

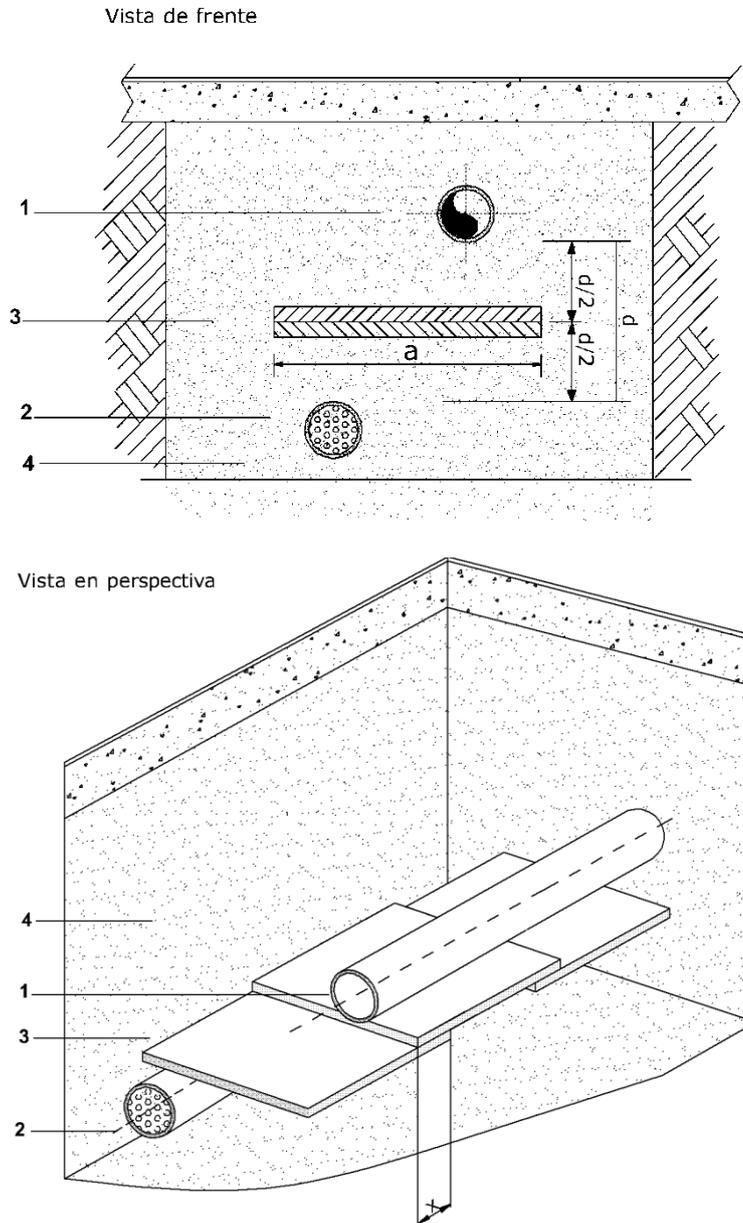
Tabla C1

Ancho mínimo de las pantallas de protección, en función del diámetro de la tubería conductora de gas			
Diámetro tubo (mm)	≤ 50	63 a 180	> 180
Ancho "a" de la protección (mm)	200	400	Diámetro + 200

Tabla C 2

Tipos de protecciones a instalar en un sistema de distribución de gas de baja, media y alta presión			
Estructura subterránea no asociada con la tubería de distribución de gas		Distancia existente "d" entre la cañería conductora de gas y otra estructura (cm)	Figuras que representan la instalación de las protecciones
Conductores de energía eléctrica con tensión:	≤ 1 kV	$10 \leq d < 30$	C4(a,b), C5(a,b), C6(a,b) y C7(a,b)
	> 1 kV	$30 \leq d < 50$	C4(a,b), C5(a,b), C6(a,b) y C7(a,b)
		$50 \leq d < 100$	C1(a,b), C2(a,b) y C3(a,b) ⁽¹⁾
Cañerías de agua, líneas telefónicas, desagües pluviales y cloacas		$10 \leq d < 30$	C1(a,b), C2(a,b) y C3(a,b)
Postes, columnas, bases de hormigón, mampostería y otras estructuras		$10 \leq d < 30$	El diseño de la protección debe responder a las necesidades de cada caso en particular
1) Sólo para ramales de AP y diámetro > 180			

**Figura C.1a - Protección con baldosones, losetas o placas de cemento
Paralelismo**



Referencias

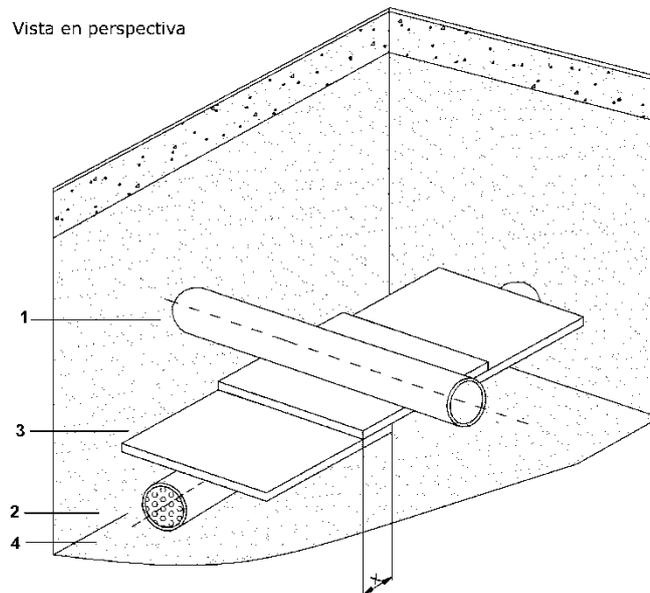
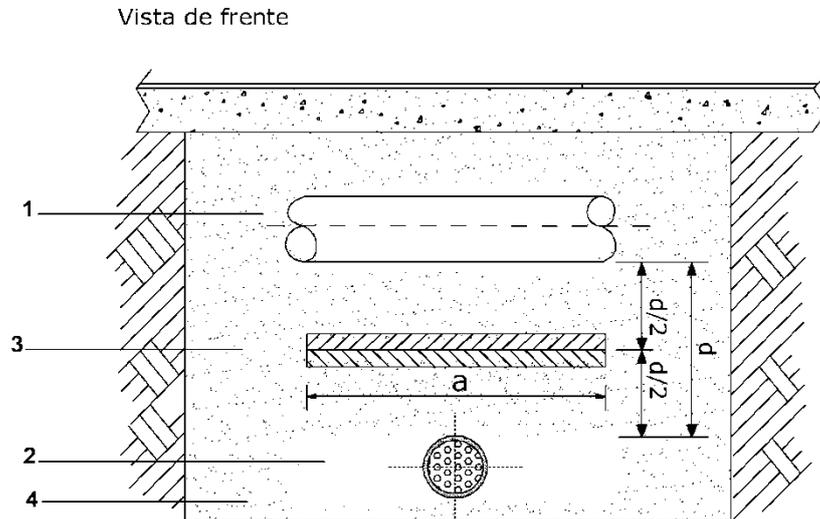
- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1

d = distancia real de obra entre ambas estructuras

x = solape mínimo ≥ 5 cm

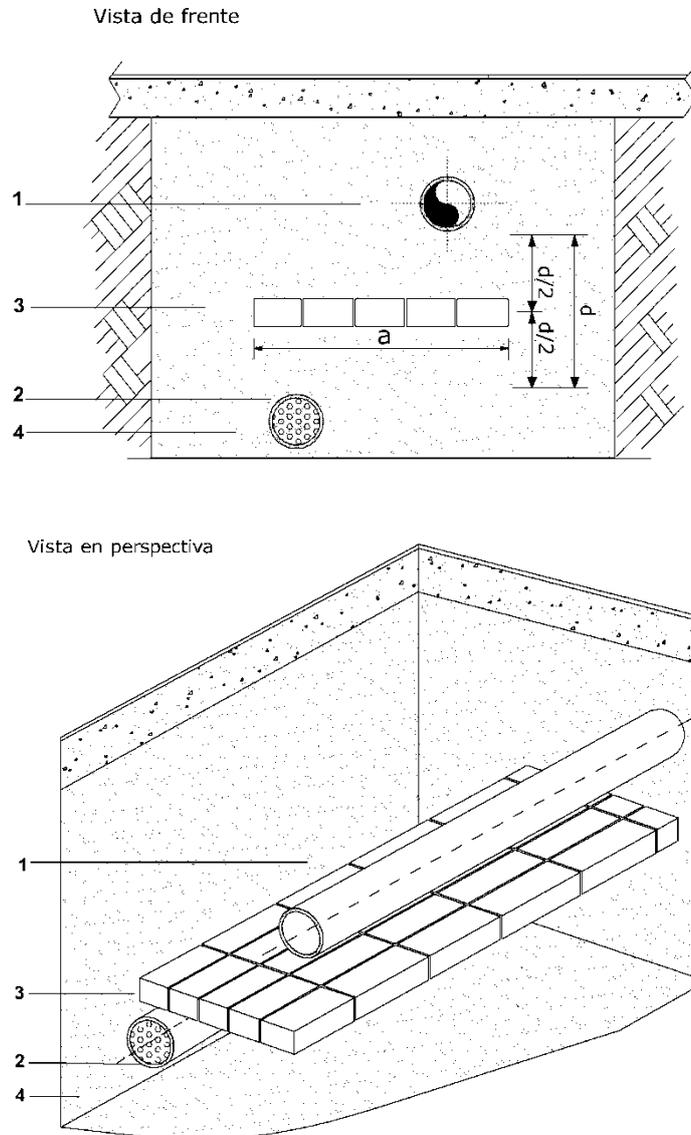
**Figura C.1b - Protección con baldosones, losetas o placas de cemento
Cruce**



Referencias

- 1 Línea de gas
 - 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
 - 3 Protección
 - 4 Capas de arena
- a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1
d = distancia real de obra entre ambas estructuras
x = solape mínimo ≥ 5 cm

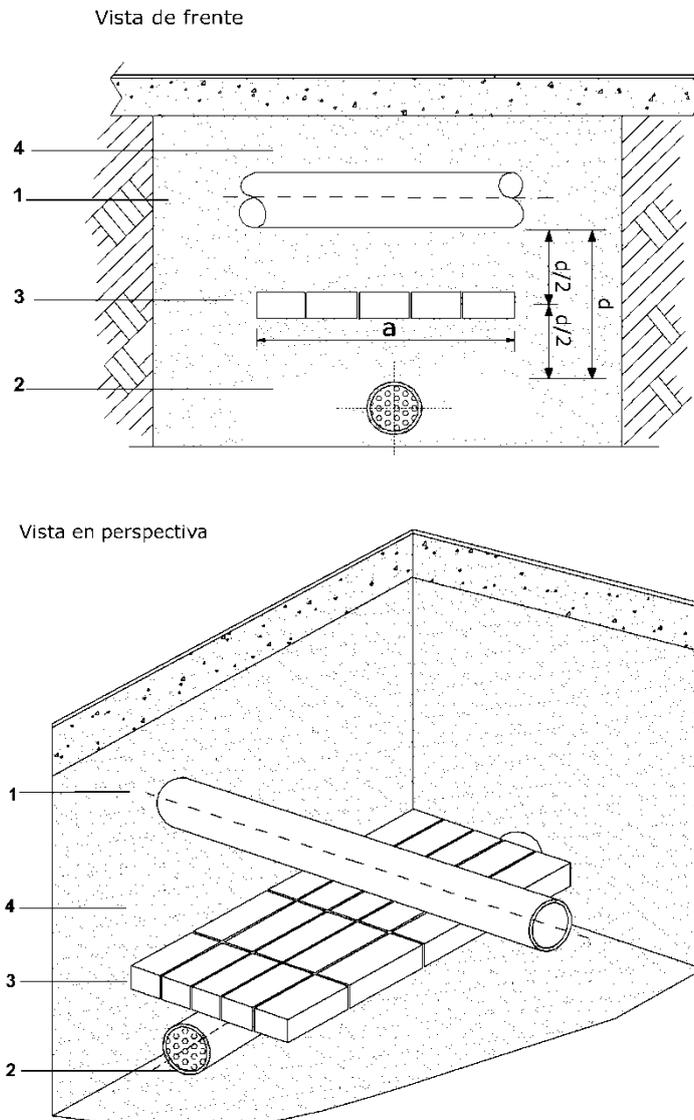
**Figura C.2a - Protección con ladrillos
Paralelismo**



Referencias

- 1 Línea de gas
 - 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
 - 3 Protección
 - 4 Capas de arena
- a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1
d = distancia real de obra entre ambas estructuras

**Figura C.2b - Protección con ladrillos
Cruce**

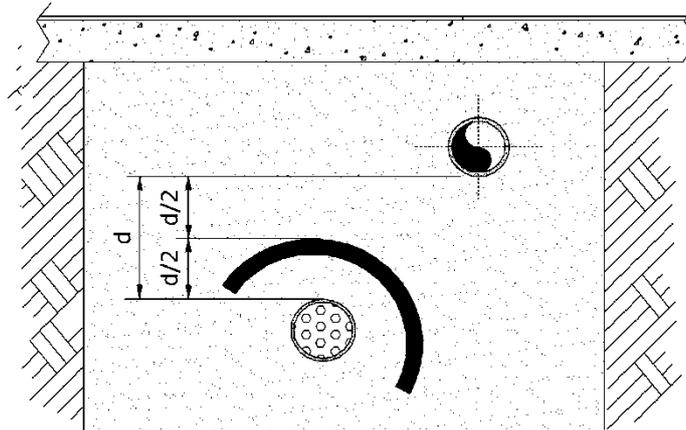


Referencias

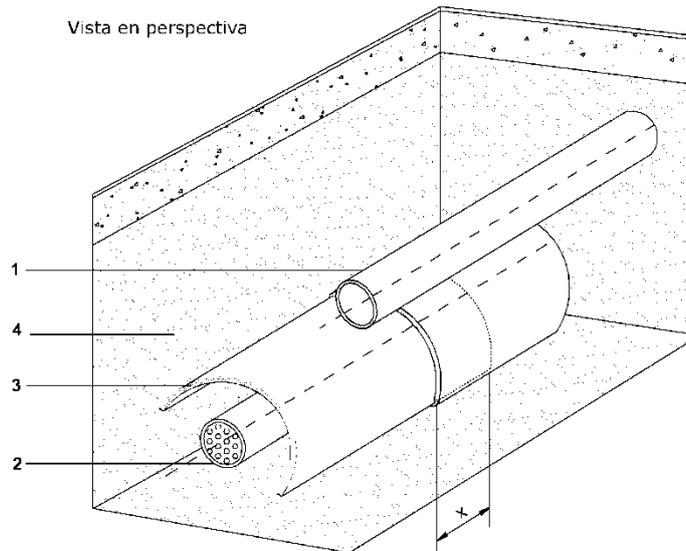
- 1 Línea de gas
 - 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
 - 3 Protección
 - 4 Capas de arena
- a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1
d = distancia real de obra entre ambas estructuras

**Figura C.3a - Protección con media caña de cemento o media caña de PE/PVC/PP/PRFV
Paralelismo**

Vista de frente



Vista en perspectiva



Referencias

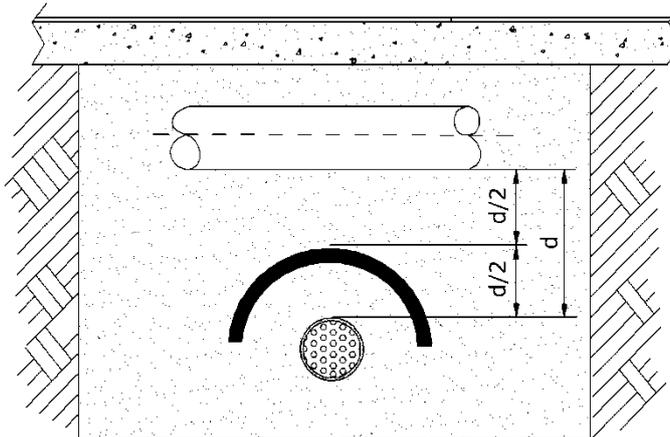
- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1

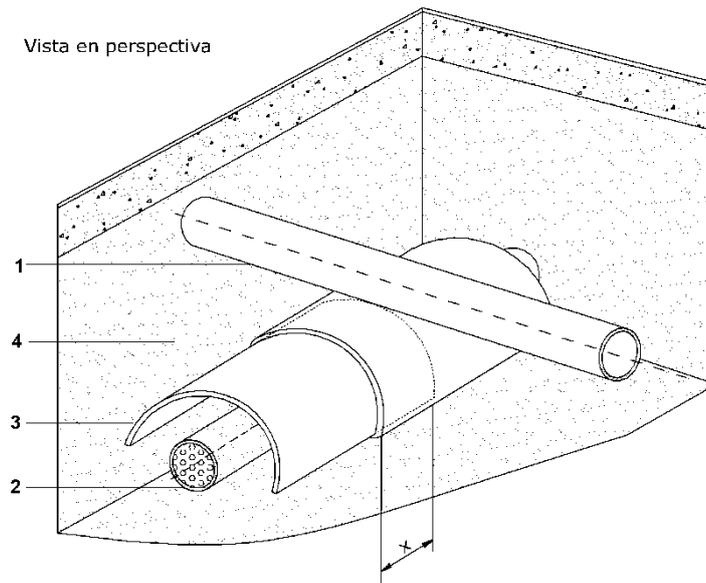
d = distancia real de obra entre ambas estructuras

**Figura C.3b - Protección con media caña de cemento o media caña de PE/PVC/PP/PRFV
Cruce**

Vista de frente



Vista en perspectiva



Referencias

- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

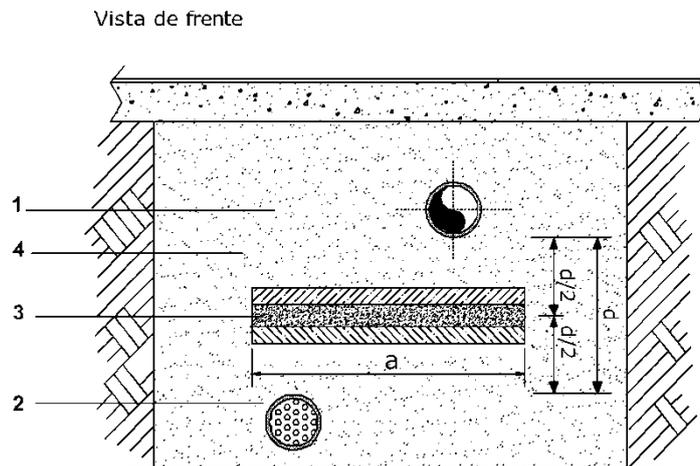
a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1

d = distancia real de obra entre ambas estructuras

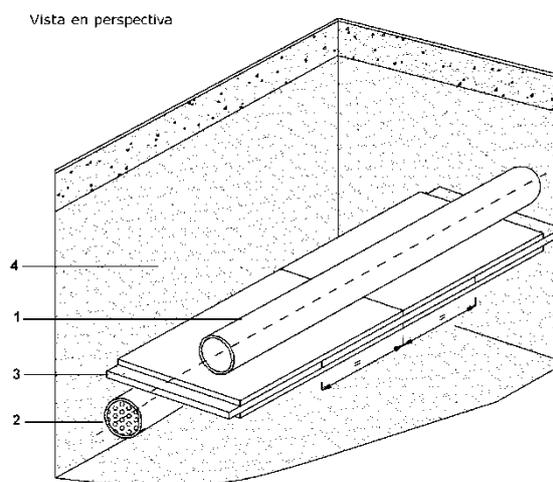
e = espesor de los elementos de protección

x = solape mínimo ≥ 5 cm

Figura C.4a
Protección con baldosones, losetas o placas de cemento
más planchas de caucho sintético o placas de PRFV
Paralelismo



Paralelismo



Referencias

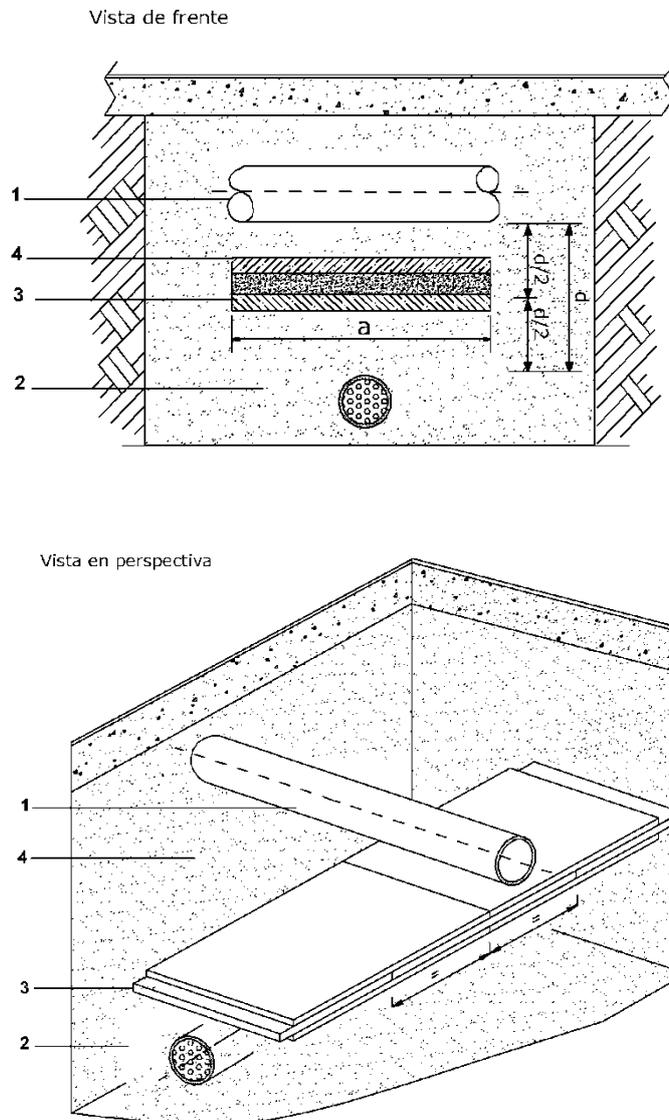
- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1

d = distancia real de obra entre ambas estructuras

Nota: Cuando el obstáculo no sea un conductor de energía eléctrica o una fuente de calor, se puede reemplazar el conjunto por una única mediacaña de PE, PVC, PP o PRFV de ≥ 10 mm

Figura C.4b
Protección con baldosones, losetas o placas de cemento
más planchas de caucho sintético o placas de PRFV
Cruce



Referencias

- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

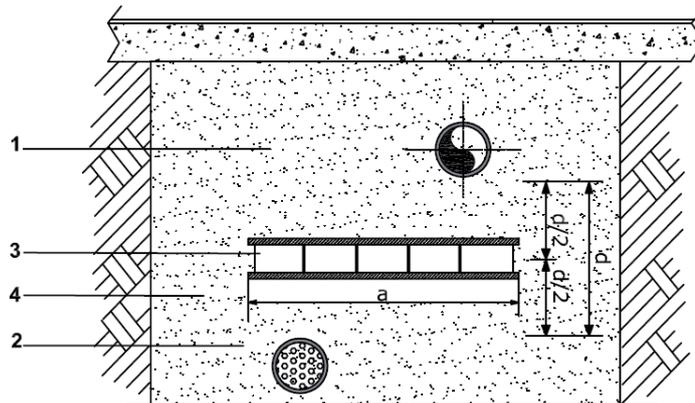
a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1

d = distancia real de obra entre ambas estructuras

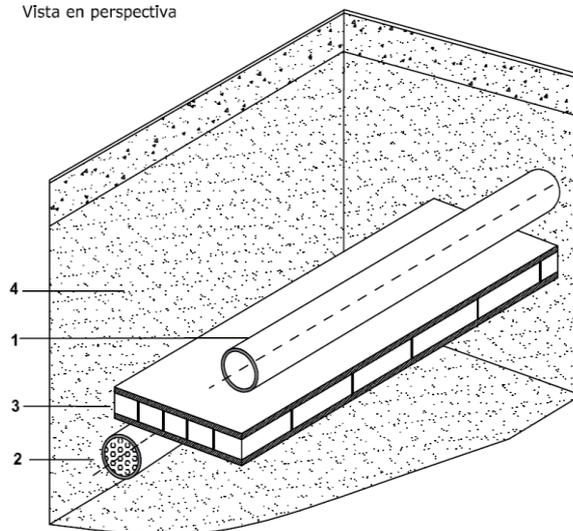
Nota: Cuando el obstáculo no sea un conductor de energía eléctrica o una fuente de calor, se puede reemplazar el conjunto por una única mediacaña de PE, PVC, PP o PRFV de ≥ 10 mm

Figura C.5a
Protección con ladrillos más planchas de caucho sintético o placas de PRFV
Paralelismo

Vista de frente



Vista en perspectiva



Referencias

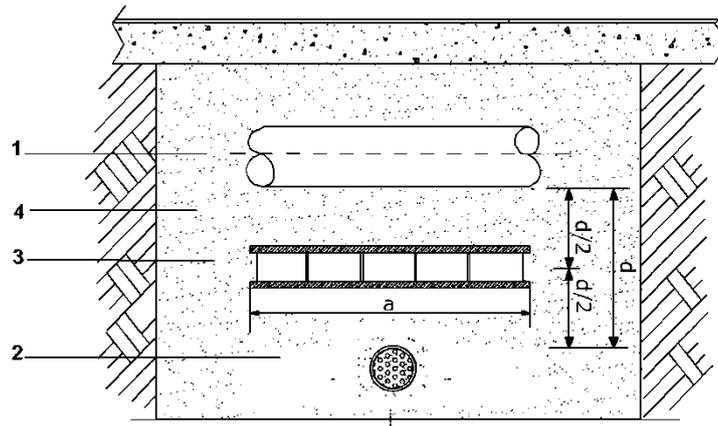
- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1
d = distancia real de obra entre ambas estructuras

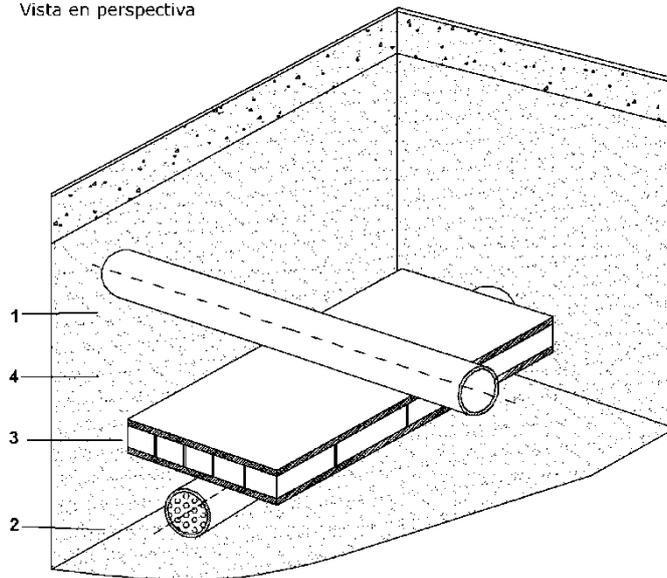
Nota: Cuando el obstáculo no sea un conductor de energía eléctrica o una fuente de calor, se puede reemplazar el conjunto por una única mediacaña de PE, PVC, PP o PRFV de ≥ 10 mm

Figura C.5b
Protección con ladrillos más planchas de caucho sintético o placas de PRFV
Cruce

Vista de frente



Vista en perspectiva



Referencias

- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

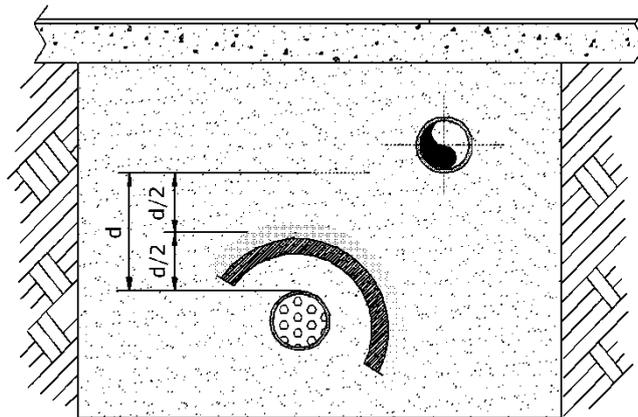
a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1

d = distancia real de obra entre ambas estructuras

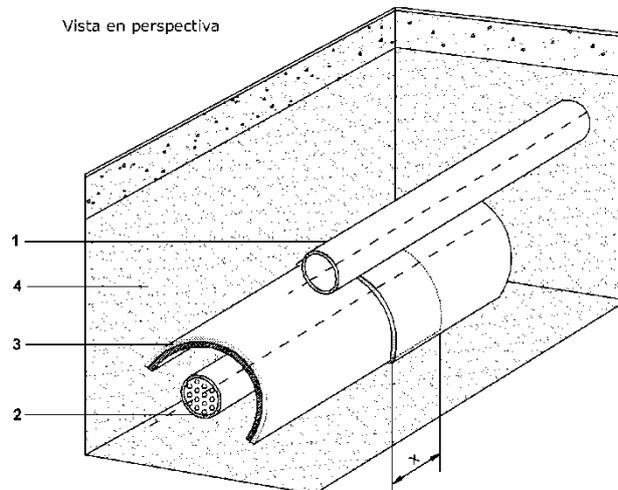
Nota: Cuando el obstáculo no sea un conductor de energía eléctrica o una fuente de calor, se puede reemplazar el conjunto por una única mediacaña de PE, PVC, PP o PRFV de ≥ 10 mm

Figura C.6a
Protección con media caña o media caña de PE/PVC/PP/PRFV
más planchas de caucho sintético
Paralelismo

Vista de frente



Vista en perspectiva



Referencias

- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1

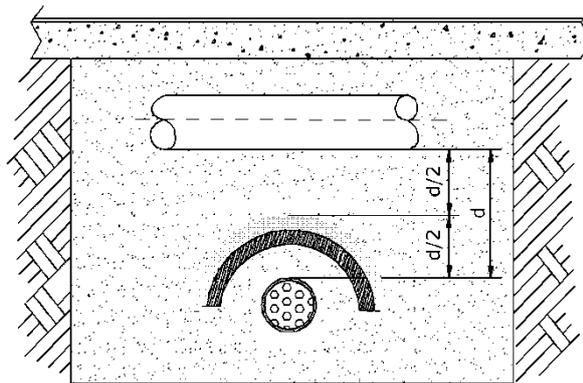
d = distancia real de obra entre ambas estructuras

x = solape mínimo ≥ 10 cm

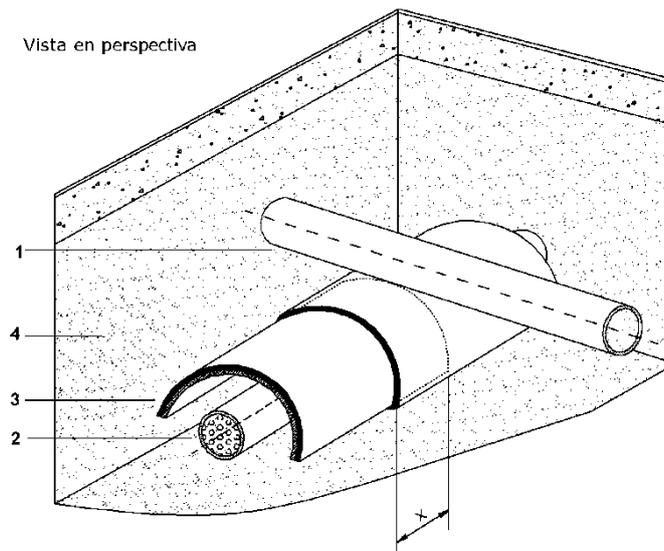
Nota: Cuando el obstáculo no sea un conductor de energía eléctrica o una fuente de calor, se puede reemplazar el conjunto por una única media caña de PE, PVC, PP o PRFV de ≥ 10 mm

Figura C.6b
Protección con media caña o media caña de PE/PVC/PP/PRFV
más planchas de caucho sintético
Cruce

Vista de frente



Vista en perspectiva



Referencias

- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (otro servicio público)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

a = ancho mínimo de la protección, según Tabla 1

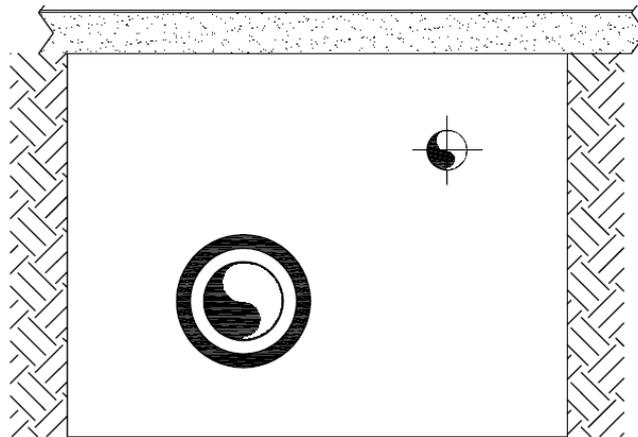
d = distancia real de obra entre ambas estructuras

x = solape mínimo ≥ 10 cm

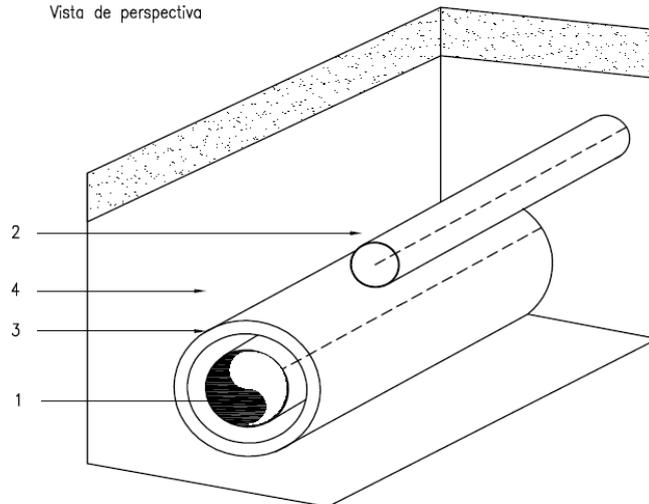
Nota: Cuando el obstáculo no sea un conductor de energía eléctrica o una fuente de calor, se puede reemplazar el conjunto por una única media caña de PE, PVC, PP o PRFV de ≥ 10 mm

Figura C.7a
Protección con encamisado continuo de PE/PVC/PP/PRFV
Paralelismo

Vista de frente



Vista de perspectiva

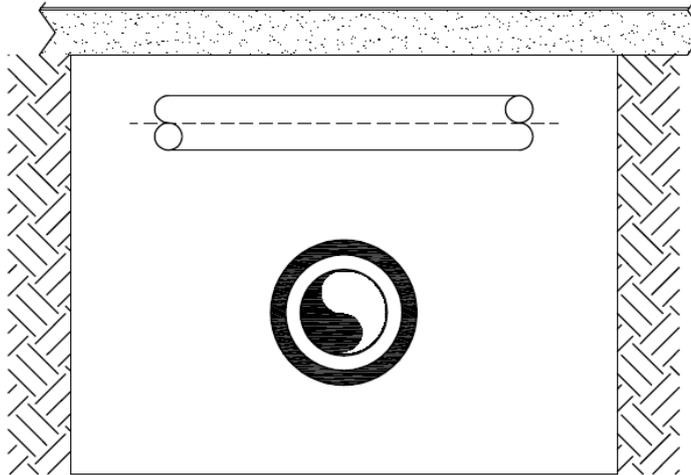


Referencias

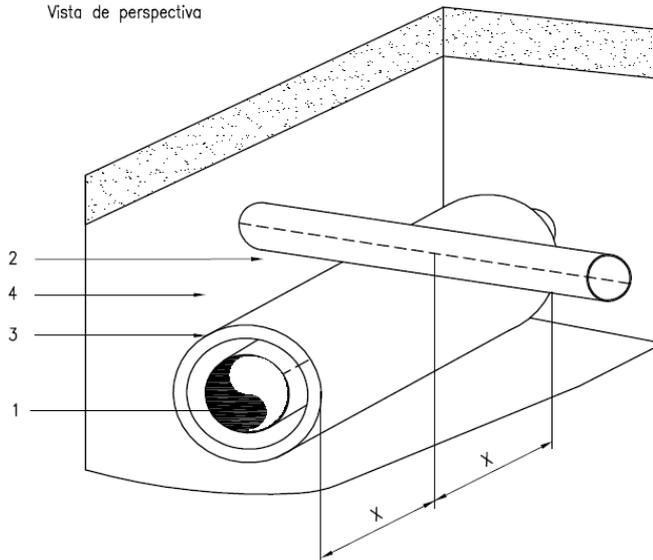
- 1 Línea de gas
- 2 Estructura enterrada no asociada (cloacas, desagües, alcantarilla, etc.)
- 3 Protección
- 4 Capas de arena

Figura C.7b
Protección con encamisado continuo de PE/PVC/PP/PRFV
Cruce

Vista de frente



Vista de perspectiva



Referencias

- 1 Línea de gas
 - 2 Estructura enterrada no asociada (cloacas, desagües, alcantarilla, etc.)
 - 3 Protección
 - 4 Capas de arena
- $x = \geq 30 \text{ cm}$

ANEXO D - FORMACIÓN Y ACREDITACIÓN DE FUSIONISTAS DE PE

D.1 Objeto y alcance

Establecer los requisitos mínimos para realizar los exámenes de calificación y posterior matriculación de personal afectado a realizar uniones en tuberías plásticas, ya sea por medio de termofusión o de electrofusión, de forma tal de verificar la capacitación y habilidad que éste posee para realizar dicha tarea en forma segura y confiable.

Las Distribuidoras deben poseer un procedimiento escrito para Calificación de Fusionistas que contemple, como mínimo, todos los aspectos citados en el presente anexo.

D.2 Responsables de la calificación - evaluadores

La calificación de fusionistas debe ser realizada por las Distribuidoras, por medio de personal que acredite experiencia y conocimiento en la aplicación tanto de parte de las normas relacionadas con sistemas de PE, como del presente anexo.

D.3 Categorías de fusionistas

CATEGORÍA “A” (Termofusión):

Esta categoría se divide en dos partes:

Categoría A-1: Esta categoría acredita para realizar uniones por termofusión a enchufe, montura y a tope en tuberías e instalaciones que no posean presión.

Categoría A-2: Esta categoría acredita para realizar uniones por termofusión a tope en tuberías e instalaciones que no posean presión.

La “Categoría A” tiene validez para un sistema de tuberías determinado.

El personal que haya calificado con esta categoría queda habilitado para trabajar con máquina automática, semiautomática o manual. Dentro de la credencial y del legajo de calificación debe hacerse referencia al tipo y marca del equipamiento.

El tipo y marca del equipamiento utilizado se considera una variable esencial para este proceso, por lo que cualquier cambio en alguna de ellas implica la recalificación del fusionista.

CATEGORÍA “B” (Electrofusión):

Esta categoría acredita para realizar uniones por electrofusión en tuberías e instalaciones que no posean presión.

La “Categoría B” tiene validez para cualquier tubería cuya compatibilidad haya sido previamente verificada.

CATEGORÍA “C” (Electrofusión en carga):

Aquel personal que cuente sólo con certificación de Categoría “B”, queda habilitado para realizar fusiones sobre tuberías activas (con presión), si previamente cumple con todos y cada uno de los siguientes requisitos:

- haber realizado un curso teórico-práctico relacionado con “Higiene y Seguridad”, el cual debe ser dictado por un técnico habilitado y matriculado en Higiene y Seguridad Industrial, incluyendo especialmente aspectos sobre uso de matafuegos, utilización

de elementos de protección personal, características del gas natural y propano gaseoso, uso de explosímetros y extinción de incendios. Como así también señalar los riesgos asociados a las tareas y las medidas de seguridad a adoptarse para la ejecución segura de éstas;

- haberse desempeñado satisfactoriamente durante seis meses, como mínimo, en la Categoría “B”.

D.4 Modalidad del examen

El examen de calificación debe constar de dos partes: uno teórico y uno práctico.

El postulante debe rendir primero el examen teórico, cuyo puntaje se efectúa sobre un máximo de 100 puntos, debiendo obtener un mínimo de 80 puntos para ser considerado aprobado.

Para rendir el examen práctico el postulante debe haber aprobado el examen teórico.

El examen práctico debe consistir en una prueba de habilidad a través de la realización de distintas probetas, de acuerdo con los requisitos establecidos en los apartados D.9 y D.10 correspondientes para las distintas categorías, considerándose aprobada esta parte cuando el resultado de los ensayos cumpla los criterios de aprobación de los citados apartados.

Para rendir el examen práctico, el postulante debe utilizar su propio equipamiento, máquinas y herramental y proveer los elementos, tubos y accesorios necesarios para realizar dicho examen.

Los ensayos de las probetas realizadas durante el examen práctico, deben ser realizados en laboratorios aceptados por las Licenciatarias o bien por éstas. Los costos que surjan de dichos ensayos deben estar a cargo del postulante.

Tanto el examen teórico, como el práctico debe realizarse en presencia del (los) evaluador(es) de la Distribuidora, debiendo archivar en el legajo del fusionista, la "Planilla de evaluación de fusionistas", efectuada por el Evaluador.

El postulante debe contar con los elementos de protección personal requeridos por la Licenciataria, los cuales deben ser informados previamente.

D.4.1 Temario para el examen teórico

El examen teórico debe consistir en una serie de preguntas que permitan evaluar el conocimiento que posee el postulante respecto de las características de las tareas que debe ejecutar, materiales a utilizar, empleo de maquinarias y la normativa de aplicación.

Las preguntas deben abarcar todos los aspectos citados en el párrafo precedente. Como mínimo, la cantidad de preguntas debe ser de 20.

El cuestionario debe ser suficientemente amplio como para no repetir las preguntas en ciclos sucesivos de entrenamiento.

D.5 Identificación del fusionista (credencial)

Una vez aprobado el examen y completada la planilla de evaluación de fusionista, la Distribuidora debe otorgar al fusionista una credencial que tiene, como mínimo, los siguientes datos y requisitos:

- Logotipo de la Distribuidora
- Número de credencial
- Nombre del fusionista
- Número de documento
- Foto del fusionista
- Fecha de evaluación
- Nombre de la Distribuidora que realiza la calificación
- Fecha de vigencia de la credencial (inicio y finalización);
- Categoría de calificación;
- Firma y aclaración del personal autorizante por parte de la Distribuidora.

D.6 Vigencia y renovación de la matrícula

La credencial tiene una validez de dos años.

El fusionista ya calificado debe rendir un nuevo examen cuando:

- a) No haya realizado fusiones, o no tenga constancias de haberlas realizado, durante un lapso de 180 días.
- b) Se halla detectado a través de ensayos destructivos en obra, la aplicación incorrecta del procedimiento de unión establecido en la presente norma en forma reiterada.
- c) Hayan transcurrido dos años desde el último examen de calificación aprobado.

Cuando ocurra alguno de estos casos, la credencial vencida se anulará y quedará registrada en el legajo del fusionista, en la Distribuidora en donde rindió el examen de calificación.

Los fusionistas calificados bajo los requerimientos de esta parte de la norma, quedan habilitados para desempeñarse en el área geográfica cubierta por la Distribuidora en donde rindió el examen de calificación.

A opción de cada Distribuidora, puede tomarse como válida la calificación realizada en cualquiera de ellas, debiendo el fusionista cumplir en estos casos con las condiciones particulares definidas por cada Distribuidora.

D.7 Registro de fusionistas

Cada Distribuidora, debe llevar un registro actualizado con fichas individuales de fusionistas a través de un sistema informático, que contenga como mínimo los datos que figuran en la credencial. El registro citado en forma de archivo magnético, se debe poder imprimir como ficha.

Asimismo, cada Distribuidora debe poseer un listado de los fusionistas habilitados, el cual debe contener como mínimo los siguientes datos:

- Número de credencial
- Nombre del fusionista

- Número del DNI
- Dirección y número de teléfono
- Localidad, Provincia y Código Postal
- Categoría de calificación
- Fecha de vigencia de la credencial (inicio y finalización).
- Observaciones.

Se incluyen en este listado sólo los fusionistas con habilitación vigente.

D.8 Pases de obra

A efectos de mantener actualizada su calificación, el fusionista debe solicitar los pases de obras correspondientes, y una constancia donde acredite que tiene continuidad de trabajo en la Distribuidora de la zona en donde esté actuando.

El Pase de Obra para ser válido, se debe encontrar firmado y sellado por el personal habilitado de la Distribuidora, y le sirve al fusionista como constancia de las obras en que trabajó, y en qué período. A su vez, los pases de obra le serán exigidos junto con la credencial, cuando se presente a trabajar en otra obra.

D.9 Características generales y requisitos básicos para la prueba de habilidad de la Categoría A

D.9.1 Uniones a tope

Se realizan con tubos entre sí o entre tubos y accesorios, mediante un dispositivo que mantenga los extremos a unir con la alineación, presiones y temperatura adecuadas para las distintas etapas de la fusión.

Deben cumplir con lo establecido en los apartados 9.2.2, y 10 de esta parte de la norma, y con el manual de calificación de fusiones del proveedor del equipo.

D.9.2 Uniones a enchufe

Se realizan entre tubos y accesorios, mediante un dispositivo que caliente las superficies a unir en forma simultánea y uniforme.

La operación puede ser manual o a máquina, según el **Dn** de los elementos a fusionar.

Deben cumplir con lo establecido en los apartados 9.2.3, y 10 de esta parte de la norma, y con el manual de calificación de fusiones del proveedor de los accesorios.

D.9.3 Uniones a montura

Se realizan entre tubos y accesorios, mediante dispositivos que mantengan las superficies a unir con las presiones, temperatura y ajuste adecuados para las distintas etapas de la fusión.

Deben cumplir con lo establecido en los apartados 9.2.4, y 10 de esta parte de la norma, y con el manual de calificación de fusiones del proveedor de los accesorios.

D.9.4 Preparación de las muestras para la evaluación del fusionista

D.9.4.1 El postulante debe proveer todos los materiales necesarios para realizar las muestras, en los Dn y características que indique la Distribuidora.

D.9.4.2 El postulante debe realizar, como mínimo, cinco muestras de las siguientes características:

- a) una muestra realizada por la unión a tope de tuberías entre sí, de **Dn \geq 90 mm, SDR 11**;
- b) una muestra realizada por la unión a enchufe de tuberías de **Dn \leq 63 mm, SDR 11**;
- c) una muestra realizada por la unión a montura de un accesorio de derivación;
- d) dos muestras realizadas por la unión a enchufe de tubería de servicio de Dn 25 mm y 500 mm de longitud, con una te de derivación de servicio y ésta a su vez, fusionada a montura sobre una tubería de **Dn \geq 50 mm, SDR 11**.

Nota: En caso de que el fusionista se postule solamente para fusión a tope, Categoría A.2, se debe realizar solamente una muestra para fusión a tope.

D.9.4.3 El examen visual de las muestras (según el tipo de unión) debe cumplir con lo establecido en los apartados 10.2, 10.3, 10.4, 10.5 de esta parte de la norma.

D.9.4.4 Las muestras se deben rotular y se dejan enfriar durante 1 h, antes de comenzar la preparación de las probetas.

D.9.5 Ensayos

D.9.5.1 De cada una de las muestras señaladas en D.9.4.2 se deben obtener tres probetas de 25 mm de ancho y 200 mm de largo a cada lado de la zona de unión, las que no deben presentar grietas, poros, ni otras discontinuidades en el plano de corte (interfase de fusión).

D.9.5.2 De las probetas obtenidas en D.9.5.1, dos se someten al ensayo de doblado y la restante al ensayo de tracción.

D.9.5.3 De las dos muestras señaladas en D.9.4.2 d), una se somete al ensayo de tracción y la otra al ensayo de flexión, para verificar en cada una de ellas la correcta ejecución de las fusiones por enchufe y por montura.

D.9.5.2 Ensayo de doblado

D.9.5.2.1 Debe efectuarse luego de 24 h de realizada la probeta.

D.9.5.2.2 Se considera satisfactorio cuando al ser dobladas las probetas no presentan cavidades, fisuras ni otras deficiencias.

D.9.5.3 Ensayo de tracción

D.9.5.3.1 Se considera satisfactorio cuando:

- a) la rotura de las probetas, obtenidas según D.9.5.1 y sometidas a un esfuerzo de tracción con velocidad de 25 mm/min \pm 2 mm/min, se produce fuera de la zona de unión y la interfase de fusión no presente cavidades, fisuras ni otras deficiencias;

- b) la rotura de la muestra preparada según D.9.4.2 d) y sometida a un esfuerzo de tracción con velocidad de $25 \text{ mm/min} \pm 2 \text{ mm/min}$, se produce fuera de las zonas de unión a enchufe y a montura. además, no debe presentar desprendimiento, fisura ni otras deficiencias en las uniones.

D.9.5.3.2 Cada probeta o muestra que falle en la zona de mordazas debe ensayarse nuevamente.

D.9.5.4 Ensayo de flexión

Se considera satisfactorio cuando la muestra obtenida según D.9.4.2 d) no presente grietas, fisuras ni otras deficiencias en las uniones a enchufe y a montura, luego de aplicar una fuerza en el extremo del tubo de servicio hasta la rotura de la muestra.

D.9.5.5 Ensayos alternativos

A opción de la Distribuidora, para la calificación de las pruebas de habilidad puede admitirse como alternativa la realización de ensayos no destructivos, en conjunto con los ensayos destructivos.

D.10 Características generales y requisitos básicos para la prueba de habilidad de la Categoría B

D.10.1 Listado de materiales

Los materiales con los que se debe contar, como mínimo, son los siguientes:

- ◆ dos tramos de tubería de 500 mm de longitud en diámetro 50 mm ó 63 mm y espesor SDR11;
- ◆ dos tramos de tubería de 500 mm de longitud en diámetro 25 mm y espesor SDR11;
- ◆ una cupla para electrofusión a enchufe de diámetro 50 mm ó 63 mm;
- ◆ dos cuplas para electrofusión a enchufe de diámetro 25 mm;
- ◆ una válvula para electrofusión para toma de servicio a montura de diámetro 50 mm ó 63 mm con derivación en diámetro 25 mm.

D.10.2 Equipamiento

Debe contar con todos los elementos necesarios para realizar las probetas de prueba, entre los que se pueden mencionar: máquina para electrofusionar, rascadores, alineadores, herramientas de uso manual, etc.

D.10.3 Probetas para ensayo

Se realizan tres probetas para ensayos diferentes, dos correspondientes a uniones exclusivamente a enchufe y una a montura y enchufe.

D.10.4 Unión a enchufe

- a) Unión a enchufe en cañería de diámetro 50 mm ó 63 mm
- b) Unión a enchufe en cañería de diámetro 25 mm

D.10.4.1 Inspección

Se debe verificar a través de una inspección visual que la configuración de las uniones a enchufe por electrofusión sea la correcta. Para lo cual se evalúan los siguientes puntos:

- ◆ el material fundido en la operación de fusión no debe exceder exteriormente los límites del accesorio;
- ◆ correcto alineamiento entre la tubería y el accesorio;
- ◆ correcta penetración en el enchufe.

D.10.4.2 Ensayos

Para la realización de los ensayos se deben obtener tres probetas de la muestra D.10.4.a) y dos probetas de la muestra D.10.4.b).

D.10.4.2.1 Ensayo destructivo de doblado

Dos probetas de la muestra D.10.4.a) y una probeta de la muestra s D.10.4.b), se someten al ensayo de doblado.

Antes o durante el ensayo de doblado no deben aparecer poros, cavidades o fisuras en la interfase de fusión.

D.10.4.2.2 Ensayo destructivo de desprendimiento por falla de adherencia

Una probeta de la muestra D.10.4.a) y una probeta de la muestra s D.10.4.b), se someten al ensayo de desprendimiento.

Previo al ensayo se debe verificar que no exista derrame de material sobre las zonas frías central y extremas del accesorio.

La probeta se somete a una carga creciente de aplastamiento, con una velocidad de avance de las mordazas de 10 cm/min.

La distancia de final de recorrido de las mordazas se aproximará hasta 2 veces el espesor de pared del tubo.

Antes o durante el ensayo, la totalidad de la interfase de fusión entre la primera y última espira no debe presentar poros, cavidades ni fisuras en ninguno de los niveles (espira, tubo o accesorio).

A través de los ensayos indicados precedentemente, se pueden detectar algunas deficiencias como resultado de una incorrecta aplicación de la metodología de unión, entre las que se encuentran:

- ◆ inadecuada penetración de los tubos en el accesorio;
- ◆ zonas sin fusionar;
- ◆ alineación defectuosa.

Todas las uniones que no verifiquen lo indicado en los puntos D.10.4.1 y D.10.4.2 deben ser rechazadas.

D.10.5 Unión a montura

Unión a montura en tubería de diámetro 50 mm ó 63 mm.

Esta unión consiste en fusionar una válvula de servicio en la tubería seleccionada por el fusionista y una cupla de 25 mm x 25 mm a la salida de la espiga de la válvula.

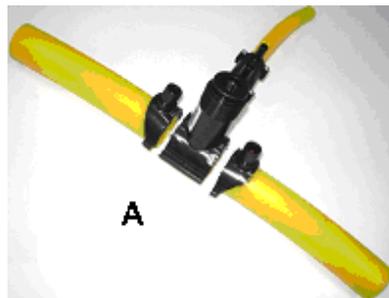
D.10.5.1 Inspección

Se debe verificar a través de una inspección visual que la configuración de la unión a montura por electrofusión sea la correcta. Para lo cual se debe evaluar lo siguiente:

- ◆ la exacta perpendicularidad entre el eje de la boca de salida del accesorio y el eje de la tubería;
- ◆ el correcto posicionamiento de la montura del accesorio sobre la tubería;
- ◆ el material fusionado no debe exceder los límites del accesorio.

D.10.5.2 Ensayos

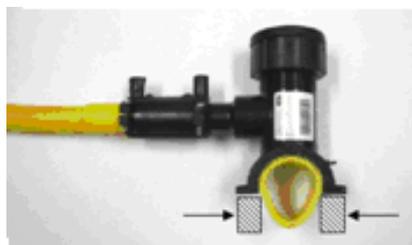
Se debe extraer una probeta cortando la muestra en tres partes como se indica en la imagen siguiente:



D.10.5.2.1 Ensayo destructivo de desprendimiento por falla de adherencia

La probeta A se somete a una carga creciente de aplastamiento, con una velocidad de avance de las mordazas de 10 cm/min.

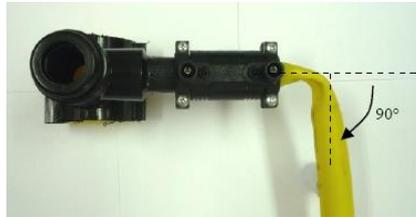
La distancia de final de recorrido de las mordazas se aproxima hasta dos veces el espesor de pared del tubo, como se indica en la imagen.



Antes o durante el ensayo, la totalidad de la interfase de fusión (delimitada por las espiras exteriores) no debe presentar poros, cavidades ni fisuras en ninguno de los niveles (espira, tubo o accesorio).

D.10.5.2.2 Ensayo destructivo de torsión

La probeta A se somete a un ensayo de torsión, que consiste en doblar la tubería de diámetro 25 mm a 90° sobre la salida de la cupla a enchufe como se observa en la siguiente imagen.



Luego de obtenida esta posición, se debe efectuar un esfuerzo de torsión girando la tubería sobre el plano perpendicular al eje de la cupla, finalizando a 180° de la posición inicial.



Antes o durante el ensayo, la unión a enchufe no debe presentar cavidades ni fisuras en ninguno de los niveles (espira, tubo o accesorio).

A través de los ensayos indicados precedentemente, se pueden detectar algunas deficiencias como resultado de una incorrecta aplicación de la metodología de unión, entre las que se encuentran:

- ◆ inadecuada penetración de los tubos en el accesorio;
- ◆ zonas sin fusionar;
- ◆ alineación defectuosa.

Todas las uniones que no verifiquen lo indicado en los apartados D.10.5.1 y D.10.5.2 deben ser rechazadas.

Instrucciones para completar el formulario de observaciones

1. Completar con letra de imprenta (manual o por algún sistema de impresión), con tinta indeleble.
2. En el espacio identificado "**Donde dice**", transcribir textualmente la versión en vigencia que se propone modificar, o sucintamente siempre que no quede posibilidad de duda o ambigüedad del texto a que se refiere.
3. En el espacio identificado "**Se propone**", indicar el texto exacto que se sugiere.
4. En el espacio identificado "**Motivo de la propuesta**", incluir qué posible problema, carencia, etc., resolvería o mejoraría la propuesta; completando la argumentación que se dé, o bien con la mención concreta de la bibliografía técnica en que se sustente, en lo posible adjuntando sus copias, o bien detallando la experiencia propia en que se basa.
5. Dirigir las observaciones a la Gerencia de Distribución del ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS), Suipacha 636, (1008) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.