

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO DE TUBERÍA Y PIEZAS ESPECIALES FUNDICIÓN DÚCTIL DN Ø150mm C-40, TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD Y ACCESORIOS DN 200 PN6, DN160 PN6 y PN10, Y TUBERÍA DE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DE POLIETILENO LISO TRITUBO DN40, PARA LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN Y DEPÓSITO CONTRA INCENDIOS EN EL PARQUE PERIURBANO DE LA DEHESA DEL GENERALIFE, A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO SIMPLIFICADO.

REF: TSA000065688

1. OBJETO DEL PLIEGO

El presente pliego tiene por objeto recoger las condiciones técnicas que deberán regir en el suministro de tubería y piezas especiales de fundición dúctil de DN150 clase C40, tubería de polietileno de alta densidad y accesorios DN 200 PN6, DN160 PN6 y PN10, y tubería de canalización eléctrica de polietileno liso tritubo DN40, a pie de obra, para la actuación de "OBRAS DE CONDUCCIÓN Y DEPÓSITO CONTRA INCENDIOS EN EL PARQUE PERIURBANO DE LA DEHESA DEL GENERALIFE T.M. GRANADA, GRANADA".

2. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DEL CONTRATO

El presente expediente se divide en tres lotes:

- Lote 1: tubería y piezas especiales de fundición dúctil de DN150 clase C40. Código CPV 44163160-9.
- Lote 2: tubería de polietileno de alta densidad y accesorios DN 200 PN6, DN160 PN6 y PN10. Código CPV 44163160-9
- Lote 3: tubería de canalización eléctrica de polietileno liso tritubo DN40. Código CPV 44165000-4

Las unidades objeto del presente pliego serán las siguientes:

UD	RESUMEN Y DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LOTE 1: TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE FUNDICIÓN CPV 44163160-9				
M	TUBERÍA DE FUNDICIÓN DÚCTIL, Ø 150 MM, CLASE C40, COLOCADA	1.420,00	27	38.340
	TUBERÍA DE FUNDICIÓN DÚCTIL, 150 MM DE DIÁMETRO NOMINAL, Y CLASE DE PRESIÓN C 40, FABRICADA SEGÚN NORMA UNE EN 545:2011 CON REVESTIMIENTO EXTERIOR DE DE ZINC METÁLICO, CUBIERTO POR UNA CAPA DE ACABADO DE RESINA SINTÉTICA COMPATIBLE CON EL ZINC, REVESTIDA INTERIORMENTE CON MORTERO DE CEMENTO, INCLUYE P.P. DE UNIÓN FLEXIBLE CUYOS MATERIALES ELASTOMÉRICOS SE AJUSTEN A LOS REQUISITOS DE LA NORMA EN 681-1. A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
M2	MANGA DE POLIETILENO 150 MICRAS	1.128,91	1,38	1.557,90
	MANGA DE POLIETILENO 150 MICRAS PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍA DE FUNDICIÓN DÚCTIL DN 150 MM, INCLUYENDO MANGA PARA PROTECCIÓN DE ESPIGA Y PARA PROTECCIÓN DE CAMPANA. A PIE DE OBRA.			
UD	CODO 90º FD DN150	2,00	158,00	316,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA CODOS DE 90º DE ANGULO, UNION POR ENCHFE, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	CODO 45º FD DN150	2,00	158,00	316,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA CODOS DE 45º DE ANGULO, UNION POR ENCHFE, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	CODO 22,5º FD DN150	11,00	158,00	1.738,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA CODOS DE 22,5º DE ANGULO, UNION POR ENCHFE, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	CODO 11,25º FD DN150	12,00	158,00	1.896,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA CODOS DE 11,25º DE ANGULO, UNION POR ENCHFE, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	CODO 90º BRIDADO FD DN150	2,00	158,00	316,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA CODOS DE 90º DE ANGULO, UNION POR BRIDA, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	REDUCCIÓN 150-80 FD DN150	2,00	158,00	316,00

	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA REDUCCIÓN, UNION POR ENCHFE O BRIDA, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO, ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	PIEZA T 150-150-150 FD DN150	2,00	158,00	316,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA DERIVACIÓN EN T DE 150 MM, UNION POR ENCHFE Y SALIDA EN ENCHUFE O BRIDA, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO, ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	PIEZA T 150-150-80 FD DN150	4,00	158,00	632,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA DERIVACIÓN EN T DE 80 MM, UNION POR ENCHFE Y SALIDA EN ENCHUFE O BRIDA, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO, ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	PIEZA ENCHUFE BRIDA FD DN150	4,00	158,00	632,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PIEZA BRIDA - ENCHUFE, UNION POR ENCHFE Y SALIDA EN BRIDA, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO, ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
UD	PIEZA T 150-150-80 FD DN150	2,00	158,00	316,00
	PIEZA ESPECIAL DE DN150 MM EN FUNDICION DUCTIL CENTRIFUGADA DE IGUAL CLASE QUE LA TUBERIA, PARA DERIVACIÓN EN T DE 40 MM, UNION POR ENCHFE Y SALIDA EN ENCHUFE O BRIDA, CON REVESTIMIENTO POR CATAFORESIS DE EPOXI ALIMENTARIO 70 MICRAS MÍNIMO, ANILLO ELASTOMERO EPDM, INCLUSO ACCESORIOS DE MONTAJE Y RESTO DE CARACTERISTICAS SEGUN PLIEGO, A PIE DE OBRA, HASTA LUGAR ACCESIBLE POR TRANSPORTE ARTICULADO.			
TOTAL LOTE 1			46.691,90	
LOTE 2: TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD CPV 44163160-9				
M	TUBERÍA PE100, Ø 160 MM, 1,0 MPA, P.O.	1840,00	9,68	17.811,20
	TUBERÍA DE POLIETILENO PE 100 (UNE EN 12201) DE 160 MM DE DIÁMETRO Y 1,0 MPA DE PRESIÓN DE TRABAJO, EN BARRAS DE 13 M, A PIE DE OBRA.			
M	TUBERÍA PE100, Ø 160 MM, 0,6 MPA, P.O.	381,70	6,13	2.393,26
	TUBERÍA DE POLIETILENO PE 100 (UNE EN 12201) DE 160 MM DE DIÁMETRO Y 0,6 MPA DE PRESIÓN DE TRABAJO, EN BARRAS DE 13 M, A PIE DE OBRA.			
M	TUBERÍA PE100, Ø 200 MM, 0,6 MPA, P.O.	100,00	9,68	968,00
	TUBERÍA DE POLIETILENO PE 100 (UNE EN 12201) DE 200 MM DE DIÁMETRO Y 0,6 MPA DE PRESIÓN DE TRABAJO, EN BARRAS DE 13 M, A PIE DE OBRA.			
UD	MANGUITO ELECTROSOLDABLE PE100, Ø 160 MM, 1,0 - 1,6 MPA, P.O.	120,00	30,00	3.600,00
	MANGUITO ELECTROSOLDABLE PARA TUBERÍA DE POLIETILENO PE 100 (UNE EN 12201) DE 160 MM DE DIÁMETRO Y 1,6 MPA DE PRESIÓN DE TRABAJO, A PIE DE OBRA.			
UD	CODO ELECTROSOLDABLE PE100, Ø 160 MM 45º-90º; 1,0 - 1,6 MPA, P.O.	5,00	120,00	600,00
	CODO ELECTROSOLDABLE PARA TUBERÍA DE POLIETILENO PE 100 (UNE EN 12201) DE 160 MM DE DIÁMETRO Y 1,6 MPA DE PRESIÓN DE TRABAJO, ÁNGULO 45º-90, A PIE DE OBRA.			

UD	REDUCCIÓN ELECTROSOLDABLE PE100, Ø 160 MM A 110 MM; 1,0 - 1,6 MPA, P.O. REDUCCIÓN ELECTROSOLDABLE PARA TUBERÍA DE POLIETILENO PE 100 (UNE EN 12201) DE 160 MM DE DIÁMETRO Y 1,6 MPA DE PRESIÓN DE TRABAJO, A PIE DE OBRA.	20,00	90,00	1.800,00
UD	PORTABRIDAS PE100, Ø 160 MM A PN 1,6 MPA, P.O. PORTABRIDAS PARA TUBERÍA DE POLIETILENO PE 100 (UNE EN 12201) DE 160 MM DE DIÁMETRO Y 1,6 MPA DE PRESIÓN DE TRABAJO, A PIE DE OBRA.	10,00	80,00	800,00
UD	BRIDA LOCA FUNDICIÓN - AC, INOX, Ø 150 MM A PN 1,6 MPA, P.O. BRIDA LOCA DE FUNDICIÓN CON REVESTIMIENTO EPÓXI O ACERO INOXIDABLE, PARA PORTABRIDAS DE POLIETILENO PE 100 (UNE EN 12201) DE 160 MM DE DIÁMETRO Y 1,6 MPA DE PRESIÓN DE TRABAJO, A PIE DE OBRA.	10,00	90,00	900,00
TOTAL LOTE 2				28.872,46
LOTE 3: TUBERÍA DE POLIETILENO TRITUBO TELECOMUNICACIONES CPV 44165000-4				
ML	TRITUBO DN40 PARA TELECOMUNICACIONES TRITUBO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DN40 PARA COMUNICACIONES UNIÓN POR MANGITO.	3.330,00	2,05	6.826,50
ML	MANGUITO TRITUBO DN40 PARA TELECOMUNICACIONES MANGUITO UNIÓN TRITUBO DE POLIETILENO DN40 .	60,00	10,00	600,00
TOTAL LOTE 3				7.426,50
TOTAL EXPEDIENTE (L1+L2+L3)				82.990,86

3. LOTE 1: TUBERÍA DE FUNDICIÓN DÚCTIL.

3.1. NORMATIVA

Los tubos y accesorios cumplirán las especificaciones establecidas en las siguientes normas:

- **EN 545:2011:** Tubos, racores, y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- **ISO 2531:2009:** Tubos y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de agua
- **EN 681-1:** Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones agua y en drenaje.
- **ISO 7005-2:** Bridas metálicas. Parte 2. Bridas de fundición.
- **EN 10204:2006:** Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.
- **R.D.140/2003:** Productos de construcción en contacto agua de consumo humano.

3.2. DEFINICIONES

Tubos de fundición dúctil fabricados por centrifugación en molde metálico, provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos.

Fundición dúctil: Fundición utilizada para los tubos, racores y accesorios, en los que el grafito está presente esencialmente bajo forma esferoidal.

Tubo: Pieza moldeada de sección interior uniforme, de eje rectilíneo, que posee extremos de enchufe, lisos o a bridas, exceptuándose las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos que se clasifican como racores.

Pieza especial (racores): Pieza moldeada diferente de un tubo, que permite una derivación (ramal) de la tubería, un cambio de dirección o de sección interior. Además las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos también se clasifican como piezas especiales o racores

Accesorio: Cualquier pieza moldeada/fabricada diferente de un tubo o un racor con destino a su empleo en una tubería de fundición dúctil y que incluye:

- Prensaestopas y bulones para uniones mecánicas flexibles.
- Prensaestopas, bulones y anillos de acerojado (retención) para uniones flexibles acerojadas (auto-retenidas).
- Collarines de tuberías para conexiones de servicio.
- Bridas orientables y bridas incorporadas por soldeo o roscado.
- Adaptadores de bridas para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.
- Manguitos para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.

Brida: Extremo de un tubo, racor o accesorio perpendicular al eje, con orificios para tornillos distribuidos uniformemente en círculo.

Caña: Extremo macho de un tubo o racor.

Extremo liso: Máxima profundidad de enchufado de la caña más 50 mm.

Enchufe: Extremo abocardado (hembra) de un componente que permite la unión con la caña del componente contiguo.

Junta de estanqueidad: Elemento de estanqueidad de una unión.

Unión: Ensamblaje de los extremos de dos componentes en los que se utiliza una junta para asegurar la estanquidad.

Unión flexible: Unión que permite una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación, y que admite una ligera excentricidad del eje.

Unión flexible automática: Unión flexible que se monta empujando la caña de un componente a través de la junta de estanquidad situada en el enchufe del componente contiguo.

Unión flexible mecánica: Unión flexible en la cual se obtiene la estanquidad mediante la aplicación de una presión sobre la junta por medios mecánicos, por ejemplo, mediante un prensaestopas.

Unión flexible acerrojada: Unión flexible en la cual se incluye un medio de evitar la separación de la unión ensamblada.

Unión embridada: Unión de dos extremos con bridas.

Diámetro nominal (DN): Designación dimensional alfanumérica para los elementos de un sistema de canalización, que se utiliza como referencia y que se compone de las letras DN seguidas por un número entero adimensional que está ligado indirectamente a las dimensiones reales, en milímetros, del diámetro interior o del diámetro exterior de los extremos.

En los tubos de fundición el diámetro nominal (DN) es aproximadamente el diámetro interior. Por tanto, para un valor del diámetro nominal (DN), el diámetro exterior (OD) es fijo y el diámetro interior (ID) es variable (dependiendo del espesor de la fundición, del revestimiento empleado y de las tolerancias), aproximadamente coincidente con el DN.

Presión nominal (PN): Designación alfanumérica relativa a una combinación de características mecánicas y dimensionales de un elemento de un sistema de canalización que se utiliza como referencia y que se compone de las letras PN seguidas por un número adimensional.

El concepto de presión nominal en los tubos de fundición solo se emplea en el caso de que se unan con bridas, por lo que en el caso del presente pliego no aplica, sustituyéndose en este caso por la clase de espesor (salvo en piezas especiales con derivación en brida).

Presión de ensayo de estanquidad: Presión aplicada a un componente en curso de fabricación para asegurar su estanquidad.

Presión de funcionamiento admisible (PFA): Presión hidrostática máxima que un componente puede resistir de forma permanente en servicio.

Clase de presión C: Designación alfanumérica de una familia de componentes, incluyendo sus uniones, relativa a sus presiones de operación verificadas por todos los ensayos de prestaciones descritos en esta norma, que incluye la letra C seguida de un número adimensional igual a la PFA máxima en bar de la familia de componentes.

Presión máxima admisible (PMA): Presión máxima que se da ocasionalmente, incluido el golpe de ariete, que un componente puede soportar en servicio.

Presión de ensayo admisible (PEA): Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanquidad de la conducción.

Esta presión de ensayo es diferente de la presión de ensayo en red (STP), ligada a la presión de diseño de la canalización y cuyo objeto es asegurar su integridad y estanqueidad.

Rigidez diametral de un tubo: Característica de un tubo que le permite resistir la ovalización bajo carga después de la instalación.

Ensayo de prestaciones: Ensayo de verificación del diseño, que se realiza una vez y que debe repetirse tras un cambio en el diseño.

Longitud útil: Longitud en la que aumenta una canalización cuando se instala un tubo o racor adicional. Para los tubos y racores con enchufe, la longitud útil L_E es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad máxima de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud útil es igual a la longitud total.

Longitud normalizada: Longitud del tubo y del cuerpo del racor o derivación, tal como se especifica en la norma EN 545:2011.

Para los tubos y racores con enchufe, la longitud normalizada L_U (l_U para derivaciones) es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de los fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud normalizada L (l para derivaciones) es igual a la longitud total.

Desviación: Tolerancia entre la longitud de diseño y la longitud normalizada de un tubo o de un racor.

Ovalización: Defecto de redondez de la sección de un tubo; es igual a:

$$100 \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \right)$$

Dónde:

A_1 = Diámetro mayor de la sección, en milímetros;

A_2 = Diámetro menor de la sección, en milímetros;

Espesor mínimo de un tubo: Espesor mínimo en cualquier punto de un tubo usado en el cálculo de su PFA y clase de presión.

Espesor para el cálculo de la rigidez de un tubo: Espesor basado en el espesor mínimo de un tubo y el DN usado en el cálculo de la rigidez diametral del tubo.

3.3. REQUISITOS TÉCNICOS

3.3.1. GENERALIDADES

En general, se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 (Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo) y en la Norma ISO 2531:2009 (Tubos y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de agua).

Procedimiento de fabricación

Los tubos serán fabricados por centrifugación.

Tuberías de fundición

- Tipo de Conducción: Tubería de fundición dúctil para abastecimiento de agua potable.
- DN: 600 mm, 400 mm, 350 mm y 150 mm
- Clase de Presión: Según norma UNE EN 545:2011 e ISO 2531:2009. Clase C30 o superior.
- Recubrimiento exterior: aleación zinc (200 g/m²)+pintura bituminosa o aleación zinc-aluminio (400 g/m²)+pintura epoxi mediante pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 micras.
- Revestimiento interior: Mortero de cemento de alto horno aplicado según lo establecido en la norma UNE EN 197-1:2000, con marcado CE, y arena conforme a la EN 13139 Áridos para morteros con marcado que garantizan una elevada durabilidad.

- Unión: Flexible de enchufe y extremo liso, mediante junta de elastómero en EPDM según norma UNE-EN 681-1.
- Desviación angular mínima: 2°30'
- Marcado del tubo: conforme a la norma referenciada además del lugar y fecha de fabricación.

Piezas especiales

- Material: Fundición Dúctil según norma UNE EN 545:2011 e ISO 2531:2009.
- Recubrimiento exterior y revestimiento interior: Pintura epoxi aplicada según norma UNE-EN 545 y espesor mínimo 70 µm.
- Unión: Mecánica, tipo Express, con contrabrida y bulones de fundición dúctil, y anillo de elastómero EPDM según norma UNE EN 681-1.
- Clase de Presión: Según norma UNE EN 545:2011. Clases C30 o superior para las piezas solamente con enchufes
- Presión Nominal: PN16 y para las piezas con bridas.

Se requerirá la clase de presión C30 o superior, aplicándose la norma ISO 2531:2009 (Tubos y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de agua), aplicándose la norma UNE-EN 545:2011 (Tubos, racores, y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo).

Aspecto superficial de los tubos

Los tubos, racores y accesorios deben estar exentos de defectos e imperfecciones superficiales que puedan impedir su conformidad de acuerdo con las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 y la ISO 2531:2009.

Tipos de uniones e interconexiones

Las uniones estarán conformes con la norma UNE-EN 545:2011 y a la Norma ISO 2531:2009.

Los sistemas de unión podrán ser de los siguientes tipos:

- Unión flexible
 - o Automática
 - Sin acerrojar
 - Acerrojada
 - o Mecánica
 - Sin acerrojar
 - Acerrojada

- Unión rígida (embridada)

Para el caso particular del presente pliego, las uniones serán flexibles automáticas, sin acerrojar.

Las juntas serán de caucho. Los materiales de las juntas de estanquidad elastoméricas deben ser conformes con los requisitos de la Norma EN 681-1, tipo WA. Cuando fuesen necesarios materiales distintos del caucho (por ejemplo, para uniones embridadas a altas temperaturas), éstos deben ser conformes con las especificaciones técnicas europeas correspondientes o, en su defecto, si no existen especificaciones técnicas europeas, con las normas internacionales correspondientes.

En los tubos y accesorios con uniones embridadas, estas se deben fabricar de manera que se puedan ensamblar con bridas cuyas medidas y tolerancias sean conformes con la Norma EN 1092-2. Esto garantiza la interconexión entre todos los componentes con bridas (tubos, racores, válvulas, etc.) del mismo PN y DN y las prestaciones adecuadas de sus uniones.

3.3.2. CLASES DE PRESIÓN DE TUBOS Y RACORES CON ENCHUFE

La clase de presión de un componente se define por una combinación de sus prestaciones estructurales y las prestaciones de sus uniones flexibles no acerrojadas.

Clases de presión para tubos y racores con enchufe

Clase de presión C	PFA bar	PMA bar	PEA bar
100	100	120	125
64	64	77	82
50	50	60	65
40	40	48	53
30	30	36	41
25	25	30	35

Se deben tener en cuenta las limitaciones apropiadas que puedan impedir la utilización de todo el rango de presiones sobre una canalización instalada, según indica la norma UNE-EN 545:2011.

3.3.3. PRESIONES NOMINALES DE TUBOS Y RACORES CON BRIDAS

Los tubos y racores que contengan al menos una brida, están limitados por ésta, por lo que las presiones nominales son las que se muestran en el siguiente cuadro:

Presiones para tubos y racores bridados

DN	PN 10			PN 16			PN 25			PN 40		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
40 a 50	Véase PN 40			Véase PN 40			Véase PN 40			40	48	53
60 a 80	Véase PN 16			16	20	25	Véase PN 40			40	48	53
100 a 150	Véase PN 16			16	20	25	25	30	35	40	48	53
200 a 600	10	12	17	16	20	25	25	30	35	40	48	53
700 a 1 200	10	12	17	16	20	25	25	30	35	–	–	–
1 400 a 2 000	10	12	17	16	20	25	25	30	35	–	–	–

3.3.4. REQUISITOS DIMENSIONALES

Diámetro y espesor de pared

Para las tuberías y racores se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 y en la Norma ISO 2531:2009. Se especificará al menos el diámetro exterior, interior, tolerancias y dimensiones de la campana.

Longitudes de tubos con enchufe y caña

Se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 y en la Norma ISO 2531:2009, tanto para tuberías como para los racores.

Longitudes normalizadas de tubos con enchufe y caña:

UNE-EN 545:2011

DN	Longitudes (m)
40 y 50	3
60 a 600	5 o 5,5 o 6
700 y 800	5,5 o 6 o 7
900 a 1400	5,5 o 6 o 7 o 8,15
1500 a 2000	8,15

ISO 2531:2009

DN	Longitudes (m)
40 y 50	3
60 a 600	4 o 5 o 5,5 o 6 o 9
700 y 800	4 o 5,5 o 6 o 7 o 9
900 a 2600	4 o 5 o 5,5 o 6 o 7 o 8,15 o 9

Las longitudes normalizadas de los racores y sus tolerancias se adaptarán a las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 y en la Norma ISO 2531:2009.

Rectitud de los tubos

Los tubos deben ser rectos, con una desviación máxima de 0,125% de su longitud.

La verificación de este requisito se realiza habitualmente mediante inspección visual, pero en caso de duda o litigio, la desviación debe medirse según el apartado 6.2 de la norma UNE-EN 545:2011.

3.3.5. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MATERIAL

Los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil deben tener la resistencia a tracción y dureza indicadas en la Norma UNE-EN 545:2011. Asimismo la elongación mínima después de la rotura será la definida en esta norma.

La dureza de los diferentes componentes de fundición dúctil debe permitir que éstos puedan ser cortados, taladrados, roscados y/o mecanizados con facilidad. El material no ha de presentar poros, solapaduras, burbujas, grietas ni ningún otro defecto que pueda perjudicar su resistencia, continuidad y buen aspecto. Su fractura será de grano fino y homogéneo.

3.3.6. RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE LOS TUBOS

El recubrimiento exterior de los tubos de fundición dúctil centrifugados debe incorporar una capa de zinc metálico, cubierta por una capa de acabado con pintura acrílica en base acuosa. Ambas capas deberán aplicarse en fábrica.

El recubrimiento de zinc metálico deberá recubrir la superficie exterior del tubo y formar una capa densa, continua y uniforme. Debe estar exenta de defectos como carencias o pérdidas

de adherencia. La masa media de zinc por unidad de superficie no debe ser inferior a 200 gr/m². La pureza del zinc utilizado deberá ser, como mínimo, del 99,99%. Las tolerancias y métodos de ensayo serán las indicadas en la norma UNE 545:2011.

La capa de acabado debe cubrir uniformemente toda la superficie de la capa de zinc metálico y deberá estar exenta de defectos como carencias o pérdidas de adherencia.

La instalación de recubrimiento exterior debe ser tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección. El espesor medio de la capa de acabado no debe ser inferior a 70 µm y el espesor mínimo local no podrá ser inferior a 50 µm.

3.3.7. REVESTIMIENTO INTERIOR DE MORTERO DE CEMENTO

El revestimiento de mortero de cemento de los tubos de fundición dúctil debe constituir una capa densa y homogénea que cubra la totalidad de la superficie interior de la caña del tubo. El procedimiento de aplicación de revestimiento será por centrifugación. Antes de aplicar el revestimiento, la superficie metálica debe estar libre de material no adherente y de aceite o de grasa.

El revestimiento interno será liso y uniforme. El espesor nominal del revestimiento de mortero de cemento y su tolerancia se establecen en tabla 9 de la Norma UNE-EN 545:2011.

El coeficiente de rugosidad “k” de la fórmula de Colebrook máximo admitido para un tubo será de 0,03. El coeficiente de rugosidad “k” de la fórmula de Colebrook máximo admitido para la conducción será menor o igual a 0,1.

El espesor nominal del mortero de cemento una vez fraguado y su tolerancia, serán los siguientes:

DN (mm)	Espesor (mm)	
	Valor nominal	Desviación límite
40 a 300	4	- 1,5
350 a 600	5	-2,0
700 a 1200	6	-2,5
1400 a 2000	9	-3,0

Se deberá ensayar en fábrica y se revisará en la llegada a obra al menos los siguientes parámetros:

Masa del revestimiento de zinc, espesor del revestimiento del mortero, resistencia a compresión del mortero y espesor del revestimiento de pintura. Todas estas comprobaciones

se llevarán a cabo según la metodología y la frecuencia expresada en la UNE 545:2011.

Todos los revestimientos internos y externos, así como las juntas y resto de componentes de la canalización, no tendrán ningún efecto sobre las cualidades alimenticias del agua transportada, cumpliendo con la normativa en vigor en esta materia.

La tubería con el revestimiento standard será capaz de transportar también agua regenerada, sin producir daños mecánicos y químicos en el tubo.

3.3.8. RECUBRIMIENTOS DE RACORES Y ACCESORIOS

El recubrimiento exterior y revestimiento interior de los racores y accesorios deben cumplir las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 y en la Norma EN 14901:2015.

3.3.9. MARCADO DE LOS TUBOS, RACORES Y ACCESORIOS

Se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011.

Todos los tubos y racores deben marcarse de forma legible y duradera y llevar, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Identificación del año de fabricación.
- Identificación como fundición dúctil.
- Diámetro nominal DN
- PN (rating) de las bridas, para componentes bridados.
- Referencia a la Norma UNE-EN 545:2011 o a la Norma ISO 2531:2009
- Clase de presión de los tubos centrifugados.
- Identificación del certificado de producto emitido por tercera parte, si procede.

Las cinco primeras indicaciones anteriormente citadas, deberán ser de molde o estampadas en frío, para garantizar su durabilidad; para el resto, podrá emplearse otro sistema.

Las piezas especiales además deberán llevar marcado el tipo de unión y el ángulo de los codos.

Marcado de las juntas

Las juntas deberán marcarse de forma duradera y se deberá asegurar la trazabilidad de las juntas. El marcado de éstas estará acorde a lo dispuesto en la norma UNE EN 681-1.

3.3.10. ESTANQUIDAD

Los tubos se deben someter en fábrica, antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no será inferior a 15 seg, de los cuales 10 seg. serán a la presión de ensayo.

No se admitirán ningún tipo de pérdidas.

Se cumplirán las condiciones y valores especificados en la Norma UNE-EN 545:2011.

Todas las piezas especiales se probarán en fábrica a estanqueidad con aire durante 15 segundos.

3.3.11. TRANSPORTE

En ningún caso y bajo ningún supuesto se permite el transporte desde la línea de producción hasta el acopio a pie de zanja de ningún tubo dentro de otro superior (anidamiento), que pudiera dañar los revestimientos interiores/exteriores en las operaciones de anidado y desanidado.

3.4. SISTEMAS DE UNIÓN

3.4.1. UNIONES FLEXIBLES

Todas las uniones deben diseñarse para ser totalmente flexibles; por lo tanto, la deflexión angular admisible declarada por el fabricante no podrá ser inferior a los siguientes valores:

- 3° 30' para DN 40 a DN 300
- 2° 30' para DN 350 a DN 600
- 1° 30' para DN 700 A DN 2000

Todas las uniones deben diseñarse para permitir el movimiento axial; el fabricante deberá declarar el juego axial admisible. Esto permite a la tubería instalada acomodar movimientos del terreno y/o efectos térmicos sin incurrir en esfuerzos adicionales.

Los tubos y accesorios con uniones flexibles deben ser conformes a lo especificado en la Norma UNE - EN 545:2011 o a la Norma ISO 2531:2009.

Los materiales de las juntas de estanquidad elastoméricas deben ser conformes con los requisitos de la Norma EN 681-1, tipo WA. La dureza deberá ser uniforme en todo el cuerpo del anillo elastomérico para mantener íntegras en el tiempo las prestaciones de estanqueidad de las uniones.

Cuando fuesen necesarios materiales distintos del caucho (por ejemplo, para uniones embreadas a altas temperaturas), éstos deben ser conformes con las especificaciones técnicas europeas correspondientes o, en su defecto, si no existen especificaciones técnicas europeas, con las normas internacionales correspondientes.

Todos los diseños de uniones deben someterse a ensayos de prestaciones en las condiciones aplicables más desfavorables en cuanto a tolerancia y movimiento de la unión, según se recoge en la norma UNE-EN 545:2011, del siguiente modo:

- Unión con juego anular máximo alineada, con el valor de juego axial admisible declarado por el fabricante y sometida a esfuerzo cortante.
- Unión con juego anular máximo desviado al valor admisible declarado por el fabricante.

Las uniones no deben presentar ninguna fuga visible, y los tubos y racores que sean objeto de los ensayos con las uniones no presentarán ningún daño perjudicial cuando se sometan a los ensayos de la tabla 11, recogida en la norma UNE-EN 545:2011.

3.4.2. UNIONES FLEXIBLES ACERROJADAS

Todas las uniones acerrojadas deben diseñarse para que sean, como mínimo, semiflexibles; la deflexión angular admisible declarada por el fabricante no podrá ser inferior a los siguientes valores:

- 1º 45' para DN 40 a DN 300
- 1º 15' para DN 350 a DN 600
- 45' para DN 700 a DN 2000

Todos los diseños de uniones acerrojadas deben someterse a los ensayos de prestaciones según la norma UNE-EN 545:2011.

El sistema de junta debe ser tal que pueda evitar macizos de anclaje en cambios de dirección y pendientes pronunciadas. El fabricante deberá asegurar y certificar en cada caso el número de juntas acerrojadas necesarias.

3.4.3. UNIONES EMBRIDADAS

Las uniones embridadas deben someterse a un ensayo de prestaciones. Cuando se ensayen según el apartado 7.3 de la norma UNE-EN 545:2011, no deben mostrar ninguna fuga visible bajo el efecto combinado de una presión hidrostática interna y de un momento flector indicado en la misma norma. El ensayo se hará conforme a la citada norma en cada tipo de unión embridada disponible del fabricante.

3.5. CONTROL DE CALIDAD. PRUEBAS Y ENSAYOS.

Pruebas y ensayos en fábrica y pruebas en los tubos: Se estará a lo dispuesto en la Norma UNE-EN 545:2011.

Será de aplicación lo especificado en la norma UNE-EN 545:2011 para los siguientes ensayos que tendrán carácter enunciativo, pero no limitativo:

- Control de materiales
- Tracción
- Dureza Brinell
- Diámetro exterior
- Diámetro interior
- Espesor de la pared
- Longitud
- Rectitud
- Resistencia a flexión longitudinal
- Rigidez diametral
- Estanquidad bajo presión
- Control de los revestimientos
- Masa de recubrimiento de cinc
- Resistencia a compresión del recubrimiento de mortero de cemento
- Espesor del recubrimiento del mortero de cemento
- Espesor de recubrimiento de pintura
- Control de las uniones
- Estanquidad de las uniones flexibles a la presión interna positiva
- Estanquidad de las uniones flexibles a la presión interna negativa
- Estanquidad de las uniones automáticas a la presión externa positiva
- Estanquidad de las uniones flexibles a la presión interna cíclica

- Estanquidad y resistencia mecánica de las uniones embridadas

TRAGSA podrá exigir certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo utilizados. Así mismo podrá exigir la realización de ensayos de contraste, de los lotes de tubos recibidos en obra. Los mismos se realizarán en laboratorio acreditado a nivel nacional y siempre ateniéndose lo que establezca la normativa vigente (Norma UNE-EN 545:2011) en cuanto a las muestras representativas de los lotes, definición de ensayos y intervalos de aceptación de resultados. Los costes de dichos ensayos correrán íntegramente a cargo de la empresa adjudicataria. Serán rechazados los lotes que no cumplan con los intervalos de aceptación requerida para los ensayos considerados críticos en cuanto a las requerimientos mecánicos mínimos y de durabilidad aplicables a las tuberías de redes de agua a presión según su clase o timbraje (resistencia a presión interna, rigidez circunferencial, espesor y composición de recubrimientos, etc.).

4. LOTE 2: TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

4.1. NORMATIVA DE REFERENCIA

Los materiales suministrados deberán cumplir con la siguiente normativa::

- o Sistema de Gestión de la Calidad conforme a la norma UNE-EN ISO 9001 del fabricante de las tuberías, para la producción de tubos de PE100 y tubos flexibles, certificado por organismos conformes a las normas europeas relativas a la certificación, lo que se acreditará con original, testimonio notarial o fotocopia compulsada del citado certificado.
- o Sistema de Gestión Ambiental conforme a la norma UNE-EN ISO 14001, del fabricante de las tuberías, certificado por organismos conformes a las normas europeas relativas a la certificación, lo que se acreditará con original, testimonio notarial o fotocopia compulsada del citado certificado.
- o Norma UNE –EN 12201-2, específicamente del cumplimiento de los valores recogidos en los puntos 6, 7 y 8 de la norma UNE EN 12201-2:
 - Control dimensional (diámetro y espesor)
 - Resistencia a Presión Interna, según norma UNE-EN ISO 1167-1 Tiempo:100h Temperatura:20º
 - Resistencia a Presión Interna, según norma UNE-EN ISO 1167-1 Tiempo:165h Temperatura:80º
 - Resistencia a Presión Interna, según norma UNE-EN ISO 1167-1 Tiempo:1000h Temperatura:80º Alargamiento a la rotura, según norma UNE-EN ISO 6259-1 y 3

- Tiempo de Inducción a la oxidación, según norma ISO 11357-6
- Índice de Fluidez, según norma UNE-EN ISO 1133
- Retracción Longitudinal, según norma UNE-EN ISO 2505

Será por cuenta del adjudicatario el coste de retirada de los materiales rechazados en un plazo de 10 días naturales.

Tragsa podrá realizar los ensayos de contraste que considere oportunos, no siendo el coste de los mismos por cuenta del adjudicatario, pero si serán vinculantes en su resultado.

Toda la documentación técnica (o las partes esenciales de la misma) se entregará traducida al castellano.

4.2. DEFINICIONES.

Diámetro nominal (DN): Designación dimensional numérica común a todos los elementos de una canalización. Es un número entero que es una aproximación a las dimensiones de fabricación, se encuentra definido por la normativa de referencia.

Presión nominal (PN): Designación numérica de una componente de un sistema de canalización relacionada con las características mecánicas del componente empleado como referencia. Para los sistemas de canalización en materiales plásticos se corresponde con la presión hidrostática admisible, en bar para el transporte de agua a 20 °C durante 50 años.

Presión de funcionamiento admisible (PFA): Máxima presión hidrostática que un componente puede soportar en utilización continua (sin sobrepresión):

Para el agua a una temperatura de hasta 25°C: $[PFA]=[PN]$

Para el agua a una temperatura superior a 25°C: $[PFA]=f_t \times [PN]$

Donde f_t es el coeficiente de reducción que depende de la temperatura del agua.

Presión de ensayo admisible (PEA): Presión hidrostática máxima a la cual un componente recién instalado es capaz de resistir durante un lapso de tiempo relativamente corto, a fin de asegurar la integridad y la estanquidad de la conducción tanto puesta aérea, como enterrada y recubierta. Esta presión de ensayo es diferente de la presión de ensayo sobre la red (STP) que está ligada con la presión de cálculo de la canalización y está destinada a asegurarse de su resistencia y estanquidad.

Presión de diseño, DP (Design Pressure): Presión máxima de funcionamiento (en régimen

permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.

Presión máxima de diseño, MDP (Maximum Design Pressure): Presión máxima de funcionamiento de la red o la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete. Se designa MDPa, cuando se fije previamente el golpe de ariete admitido y MDPc cuando el golpe de ariete sea calculado.

Presión de prueba de red, STP (System Test Pressure): Presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se compruebe su integridad y estanquidad. La presión de prueba de la red se calcula a partir de la presión máxima de diseño (MDP).

Presión de funcionamiento, OP (Operating Pressure): Presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.

Presión de servicio, SP (Service Pressure): Presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en acometida.

Presión de funcionamiento admisible, PFA: Presión hidrostática máxima que un componente es capaz de soportar de forma permanente en servicio.

Presión de prueba en obra admisible, PEA: Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado en obra es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanquidad de la conducción.

Presión de prueba en fábrica, PP: Presión hidráulica aplicada, durante un periodo de tiempo relativamente breve, a un tubo con el fin de verificar su integridad, su estanquidad y/o su concepción.

Ovalación: Es la diferencia entre el OD máximo y mínimo en una misma sección recta del tubo.

Relación de dimensiones estándar (SDR): Es la relación entre el diámetro nominal (DN) y el espesor nominal (e); es fácil ver que SDR y S se relacionan según la expresión siguiente:

$$S=(SDR-1) / 2$$

Los valores normalizados de S y SDR son los que se indican a continuación.

S: 20,0 16,0 12,5 10,0 8,3 8,0 6,3 5,0 4 3,2 2,5

SDR: 41,0 33,0 26,0 21,0 17,6 17,0 13,6 11,0 9,0 7,4 6,0

Límite inferior de confianza (LCL): Cantidad, expresada en MPa, que puede considerarse como una propiedad de un material, y que representa el límite inferior de confianza al 97,5% de la resistencia media a largo plazo a 20°C durante 50 años con presión hidráulica interna.

Resistencia mínima requerida (MRS): Es el valor del límite inferior de confianza (LCL) aproximado por defecto al número más próximo de una serie de números normalizados (Serie R20 de los números de Renard), indicados en la siguiente tabla.

Tensión mínima requerida (Serie R20 de los números de Renard)				
1				
1,12	2,8	7,1	18	44
1,25	3,15	8	20	50
1,4	3,55	9	22,4	56
1,6	4	10	25	63
1,8	4,5	11,2	28	71
2	5	12	32	80
2,24	5,6	14	35,5	90
2,5	6,3	16	40	100

Clasificación y designación: Se clasifica por su MRS, DN y PN. También se pueden clasificar por el MRS, DN y el SDR.

En la siguiente tabla se muestra la designación del material.

Designación	Resistencia mínima requerida (MRS)
PE 100	10,0 MPa
PE 80	8,0 MPa
PE 63	6,3 MPa
PE 40	4,0 MPa

El material objeto del presente concurso es PE 100.

4.3. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES

El material de los tubos estará constituido por:

Resina de polietileno.

Negro de carbono o pigmentos.

Aditivos, tales como antioxidantes o colorantes.

Exentos de burbujas y grietas, presentando sus superficies exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones u otros defectos.

Las características generales y geométricas cumplirán lo especificado en los puntos 5 y 6 de la UNE-EN 12201-2 para tubería a presión.

Los diámetros nominales más habituales son los siguientes:

16 20 25 32 40 50 63 75 90 110 125 140 160 180 200 225 250 280
315 355 400 450 500 560 630 710 800 900 1000 1200 1400 1600

La longitud y diámetro del tubo será definida en cada uno de los pedidos parciales. Los diámetros nominales (DN) y presiones nominales (PN) se ajustarán a los definidos en los cuadros de unidades que se acompañan al presente concurso, el material será suministrado en rollos de 50 m o 100 m de longitud según el cuadro de unidades adjunto.

Las propiedades mecánicas serán acordes a lo descrito en el punto 7 de la UNE-EN 12201-2 y lo especificado en el punto 7 de la UNE-EN 13244-2.

Entre otras, la tubería cumplirá las siguientes características:

- Densidad: $> 0,95 \text{ gr/cm}^3$
- Coeficiente dilatación térmica lineal: $\leq 0,22 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$
- % negro carbono: $2 \leq \% \text{NC} \leq 2,5$
- Contenido en materias volátiles: $< 350 \text{ mg/Kg}$
- Módulo elasticidad a corto plazo: 1.000 – 1.200 MPa
- Módulo elasticidad a largo plazo: $\geq 160 \text{ MPa}$

El marcado de los tubos será según marca el punto 11 de la UNE-EN 12201-2.

Los tubos irán marcados de forma indeleble, como mínimo cada metro de longitud. El marcado mínimo indicará lo siguiente:

- Identificación del fabricante
- Material y designación (ó p.e. PE100)
- Dimensiones (DN x e)
- Serie SDR
- Presión nominal (en bar)
- Periodo de fabricación (fecha o código o lote)

- Norma de referencia (actualmente UNE-EN 12201)

Las uniones de los tubos serán ejecutadas en obra mediante unión soldada térmicamente a tope o manguitos electrosoldables, para lo cual la tubería deberá permitir ambos tipos de unión.

Las tuberías de PE admiten curvaturas en frío, sin piezas especiales. El radio de curvatura es función del diámetro y tipo de polietileno, el radio de curvatura mínimo vendrá dado por el fabricante.

4.4. SISTEMAS DE UNIÓN

Los tubos serán unidos por procedimiento de electrofusión o termofusión.

LOTE 3: TUBERÍA DE POLIETILENO TRITUBO TELECOMUNICACIONES

Tritubo de polietileno de alta densidad DN40x3,5 para comunicaciones enterradas en zanja, unidos por manguitos según norma UNE 133100.