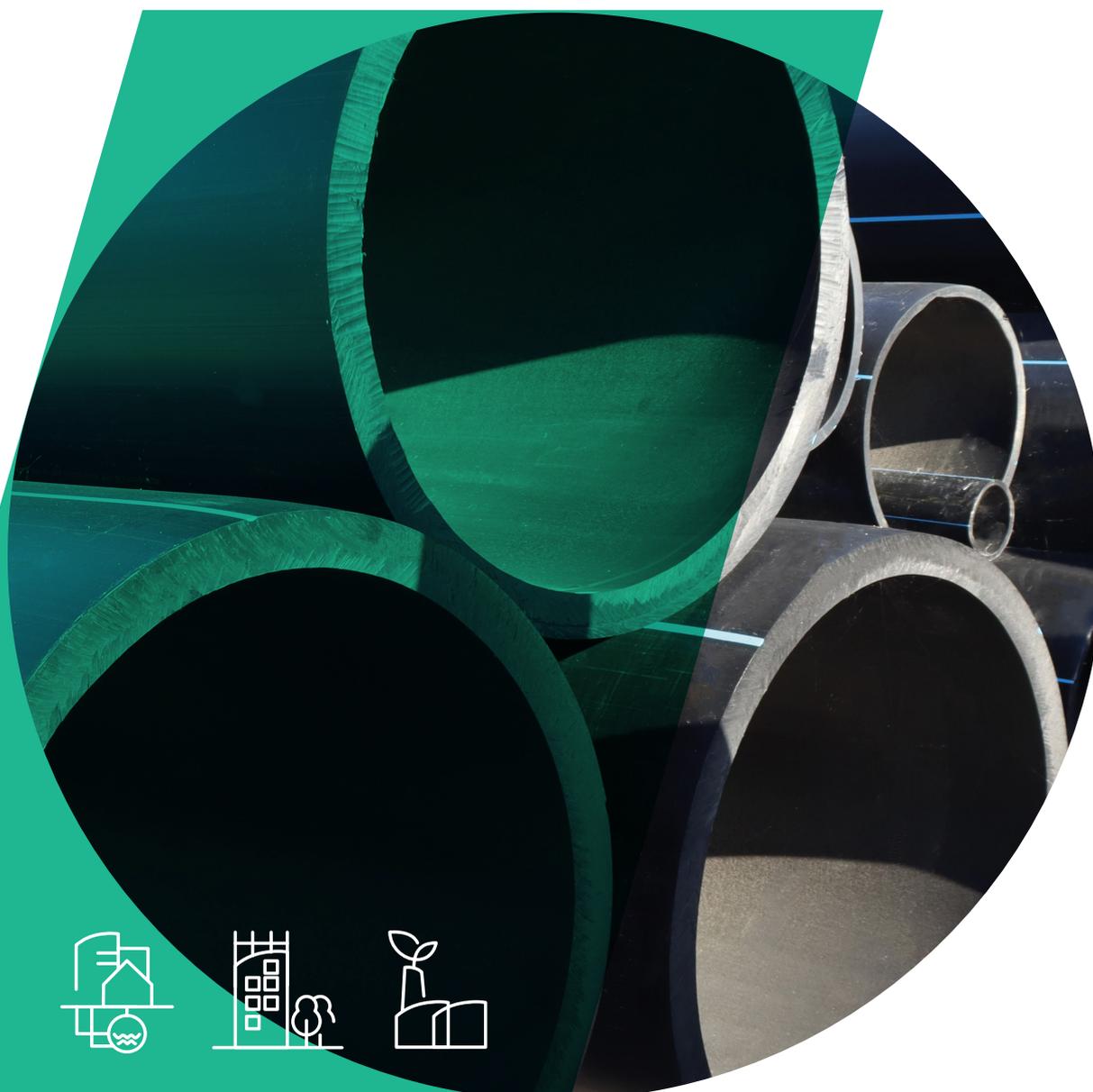


# Solutions for a green future

POLIHIDRO  
CD11R02



[www.politejo.com](http://www.politejo.com)

# Las mejores soluciones termoplásticas para redes de infraestructuras



El Grupo Politejo fue fundado en 1978, como una industria especializada en la fabricación de soluciones termoplásticas y su principal actividad es la producción de tuberías y accesorios de plástico para los sectores de abastecimiento de agua, saneamiento, riego, electricidad y telecomunicaciones.

Nuestra estrategia se basa en la constante innovación de productos y servicios, contando con un equipo con alto know-how, capaz de comprender las necesidades asociadas a los diferentes sectores y presentar soluciones de alta confiabilidad y durabilidad que permitan la conservación de los recursos hídricos y el medio ambiente.

El éxito del Grupo Politejo se basa en el perfil de sus empleados, con una gestión familiar, la ubicación estratégica de sus unidades productivas y sus soluciones integrales. Este perfil ha permitido un notable crecimiento en los últimos 40 años, y actualmente el Grupo Politejo está presente en Angola, Brasil, España, Mozambique y Portugal, con miras a expandirse a nuevas localizaciones.

# POLIHIDRO

## CD11R02



### 1. Proceso de fabricación

Los tubos de polietileno PE100 POLIHIDRO se fabrican por el proceso de extrusión.

Tras el control de recepción de la materia prima, esta se lleva a la extrusora a través de un sistema de conductos de vacío o directamente a la tolva, donde entra en la extrusora. Mientras el material se va moviendo por el interior del husillo aumenta su temperatura y presión alcanzándose de esta forma la plastificación del polímero.

A continuación, el material pasa a través del cabezal saliendo por la boquilla que dará al mismo el diámetro y espesor deseados. Posteriormente el material es enfriado en tanques de vacío donde se calibran las dimensiones definitivas.

### 2. Tipología de producto

Las tuberías de PE POLIHIDRO son suministradas en barra o bobinas y disponen de un marcado detallado por cada metro para un control exhaustivo de la trazabilidad de esta.

Tipo	Norma
Tubo	UNE EN 12201-2 Sistemas de tuberías de plástico para suministro de agua y saneamiento presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.

### 3. Calidad y medio ambiente

Las diferentes empresas poseen certificados tanto de gestión como de producto. Para obtener los respectivos certificados en vigor de cada planta, consulte con nuestro departamento comercial o descárguelos de nuestra página web: [www.politejo.com](http://www.politejo.com)



### 4. Marcado y certificados de producto

Las tuberías de polietileno PE100 POLHIDRO cuentan con marca de Calidad N AENOR y SGS y están fabricadas conforme a la norma UNE EN 12201-2 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos; e ISO 4427 Sistemas de tuberías de plástico para suministro de agua y para drenaje y saneamiento con presión. — Polietileno (PE) — Parte 1: General.

Gama Comercial	Organismo	Certificado	Marcação
POLIHIDRO	AENOR	AENOR 001/XXX	AENOR 001/XXX POLITEJO POLIHIDRO PEAD PE100 DN ____ x ____ PN ____ bar SDR ____ UNE-EN 12201 (CÓDIGO FECHA) (USO W o USO P) LOTE (CÓDIGO LOTE)
	SGS	SGS PT07/02125	POLITEJO POLIHIDRO PEAD PE 100 DN ____ x ____ PN ____ bar SDR ____ EN 12201 (USO W o USO P) (CÓDIGO FECHA) SGS ICS PT 07/02125 LOTE (CÓDIGO LOTE)

Las tuberías certificadas se pueden fabricar con diferentes tipos de bandas en función de la aplicación para la que vayan a utilizarse:

**Ejemplo de marcado de tubería AENOR:**

- Azul – Transporte de agua para consumo humano



- Marrón o sin banda – Otros usos, alcantarillado, saneamiento, etc.



- Morada – Aguas reutilizadas;

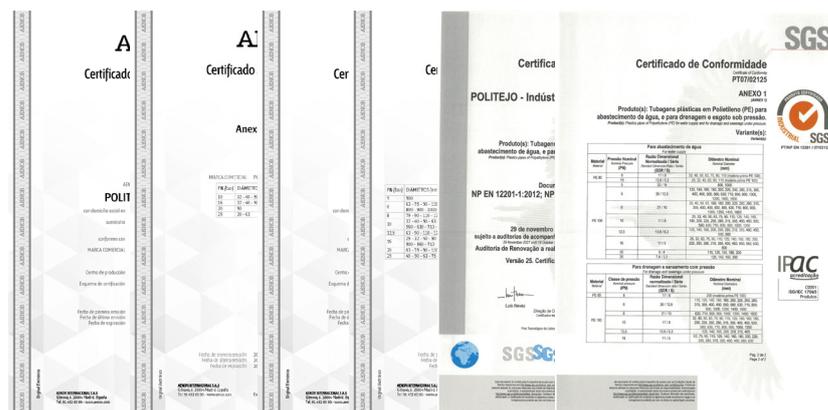


Igualmente, también existen tubos de PE-100 para otras aplicaciones y otros colores de banda siempre fuera de las certificaciones anteriores. Por ejemplo, es habitual la fabricación de tuberías de PE-100 banda roja para tuberías contraincendios y transporte de cables de alta tensión.



Para obtener los respectivos certificados en vigor de cada planta, consulte con nuestro departamento comercial o descárguelos de nuestra página web:

[www.politejo.com](http://www.politejo.com)



## 5. Características y ensayos de producto

Las tuberías PE100 POLHIDRO están fabricadas conforme a la norma UNE EN 12201-2.

### Destacan las siguientes características:

- **Durabilidad:** Tienen una vida útil de hasta 100 años;
- **Resistencia:** son resistentes a la mayor parte de agentes químicos, a la corrosión y aguantan ambientes agresivos;
- **Flexibilidad:** su elasticidad permite soportar golpes de ariete en comparación con otros materiales rígidos.
- **No se congelan:** el material tiene gran capacidad aislante por lo que son insensibles a la congelación;
- **Normalizadas:** su fabricación está tutelada por las Normas UNE e ISO y los certificados de calidad.
- **Atoxicidad:** son inodoras, atóxicas e insípidas, por lo que funcionan perfectamente para conducir agua potable al no alterar las características organolépticas del agua;
- **Facilidad de instalación:** permite adaptarse a terrenos sinuosos, son fáciles de transportar y su manipulación es sencilla al contar con un número de uniones bajo en grandes distancias.
- **Mínima pérdida de carga:** el interior de la tubería es liso por lo que se minimiza el rozamiento y la creación de depósitos o incrustaciones.
- **Reciclables.**

### 5.1. Características de la materia prima

Característica	Unidad	Valor
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	>0,95
Porcentaje de negro de humo	%	2,0 – 2,5
Dispersión de negro de humo		≤ Grado 3
OIT	min	>20 a 200 °C
Contenido de materia volátil	mg/Kg	< 350
Contenido de agua	mg/Kg	< 300
Módulo de elasticidad a corto plazo	MPa	1000-1200
Módulo de elasticidad a largo plazo	MPa	200
Coefficiente de Poisson		0,4
Coefficiente de dilatación térmica	mm/m°C	0,22
Constante dieléctrica	Kcal/hm°C	0,37

### 5.2. Ensayo de producto

Ensayo	Norma	Parámetros
Aspecto, color, control dimensional y marcado	UNE EN 12201	Según norma
Alargamiento a la rotura	ISO 6259	> 350%. Velocidad en función del espesor
Índice de Fluidéz	UNE EN ISO 1133	190°C, 5 Kg. Variación Materia prima-tubo <20%
Esfuerzo Hidrostático a 20°C y 100 horas	UNE EN 1167	Sin roturas. Tensión, 12,4 MPa
Esfuerzo Hidrostático a 80°C y 165 horas	UNE EN 1167	Sin roturas. Tensión, 5,4 MPa
Esfuerzo Hidrostático a 80°C y 1000 horas	UNE EN 1167	Sin roturas. Tensión, 5,0 MPa
Tiempo de inducción a la oxidación	ISO 11357-6	≥ 20 min. 200°C

Las pruebas sombreadas en la tabla anterior son parte integral del certificado 3.1.  
 Cuando sea necesario, contactar con los servicios comerciales.

## 6. Gama de productos

### 6.1. Tubo Polihidro

DN	Diámetro		Espesor de la pared								Ovalación
	min.	max.	PN5 min.	PN6 min.	PN8 min.	PN10 min.	PN12,5 min.	PN16 min.	PN20 min.	PN25 min.	max.
32	32,0	32,3	-	-	-	2,0	2,4	3,0	3,6	4,4	1,3
40	40,0	40,4	-	-	2,0	2,4	3,0	3,7	4,5	5,5	1,4
50	50,0	50,4	-	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9	1,4
63	63,0	63,4	-	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6	1,5
75	75,0	75,5	-	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3	1,6
90	90,0	90,6	-	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3	1,8
110	110,0	110,7	-	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1	2,2
125	125,0	125,8	-	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1	2,5
140	140,0	140,9	-	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2	2,8
160	160,0	161,0	-	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9	3,2
180	180,0	181,1	-	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4	20,1	24,6	3,6
200	200,0	201,2	-	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2	22,4	27,4	4,0
225	225,0	226,4	-	8,6	10,8	13,4	16,6	20,5	25,2	30,8	4,5
250	250,0	251,5	-	9,6	11,9	14,8	18,4	22,7	27,9	34,2	5,0
280	280,0	281,7	-	10,7	13,4	16,6	20,6	25,4	31,3	38,3	9,8
315	315,0	316,9	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	28,6	35,2	43,1	11,1
355	355,0	357,2	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	32,2	39,7	48,5	12,5
400	400,0	402,4	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	36,3	44,7	54,7	14,0
450	450,0	452,7	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	40,9	50,3	61,5	15,6
500	500,0	503,0	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	45,4	55,8	-	17,5
560	560,0	563,4	17,2	21,4	26,7	33,2	41,2	50,8	62,5	-	19,6
630	630,0	633,8	19,3	24,1	30,0	37,4	46,3	57,2	70,3	-	22,1
710	710,0	716,4	21,8	27,2	33,9	42,1	52,2	64,5	79,3	-	-
800	800,0	807,2	24,5	30,6	38,1	47,4	58,8	72,6	89,3	-	-
900	900,0	908,1	27,6	34,4	42,9	53,3	66,1	81,7	-	-	-
1000	1000,0	1009,0	30,6	38,2	47,7	59,3	73,4	90,8	-	-	-
1200	1200,0	1210,8	36,7	45,9	57,2	71,1	88,2	-	-	-	-
1400	1400,0	1412,6	42,9	53,5	66,7	83,0	102,9	-	-	-	-
1600	1600,0	1614,4	49,0	61,2	76,2	94,9	117,5	-	-	-	-
1800	1800,0	1816,2	55,1	68,8	85,8	106,6	-	-	-	-	-
2000	2000,0	2018,0	61,2	76,4	95,3	118,4	-	-	-	-	-

Nota: No todos los productos incluidos en las tablas anteriores están incluidos en los certificados vigentes. Para ampliar información acerca de los mismos, consultar con el departamento comercial o en la página web: [www.politejo.com](http://www.politejo.com)

### Nuevas resinas PE100

- **PE100 RC:** Tiene como principal propiedad la no propagación lenta ni rápida de fisuras, así como una mayor resistencia a las cargas puntuales.
- **PE100 RD:** Se ha diseñado para cumplir con los nuevos requisitos técnicos para los sistemas de tuberías de agua potable. El material tiene una resistencia mejorada contra los desinfectantes empleados en el mantenimiento de redes de abastecimientos, piscinas, depósitos, etc.
- **PE100 RT:** Están especialmente indicados para instalaciones que alcancen temperaturas superiores a 40 °C e inferiores a 90°C.

Consultar diámetros y presiones nominales con el departamento comercial.

### 6.2. Accesorios

Se presentan algunos de los accesorios comúnmente utilizados. En el próximo capítulo se tratarán los sistemas de unión entre tubos de polietileno haciendo referencia a algunos de estos accesorios.



## 7. Sistema de unión

La elección del sistema de unión dependerá de las características de la obra, diámetro del tubo, densidad y del tipo de fluido que va a conducir. Los sistemas de unión más utilizados son la soldadura por electrofusión y a tope, accesorios mecánicos y unión mediante bridas.

### 7.1. Soldadura por electrofusión

La soldadura por electrofusión con accesorios electro soldables se realiza para tubos de PE80 y PE100 y siempre del mismo espesor. Nunca debe utilizarse este sistema para unir tubos de PE40 o de diferentes espesores.

Los accesorios electrosoldables cuentan con una resistencia en su interior a través de la cual se hace pasar una corriente eléctrica de baja tensión por medio de unos terminales ubicados en la parte externa que provoca un calentamiento del material originando la fusión del tubo con el del accesorio.



Para realizar dicha operación es necesario contar con maquinaria específica. En la actualidad las máquinas más modernas incorporan sistemas lectores de datos por códigos de barras, lápiz óptico o por contacto con los terminales.

Los accesorios electrosoldables deben instalarse bajo una estricta limpieza de las superficies para que no exista contaminación. Igualmente, la ovalación de los tubos deberá estar dentro de los límites marcados en la normativa específica.

**Esta operación comporta las siguientes fases:**

- 01. Cortar los tubos perpendicularmente y limpiar la superficie de estos;
- 02. Raspar la parte del tubo que va a entrar en el accesorio;
- 03. Introducir los extremos de los tubos a soldar en el manguito comprobando que esta correctamente alineado y que ambos extremos llegan al tope de la pieza;

- 04. Conectar los cables a los terminales del manguito e introducir el código de parámetros de la pieza; Esperar el tiempo de fusión. Estos accesorios incluyen unos orificios llamados testigos de soldadura que indican que la fusión se ha completado;
- 05. Dejar enfriar el tiempo indicado.



01.                      02.                      03.                      04.                      05.

**7.2. Soldadura a tope**

Este proceso se emplea en tubos de PE80 y PE100 a partir de DN90 y espesores de pared mayor a 3 mm.

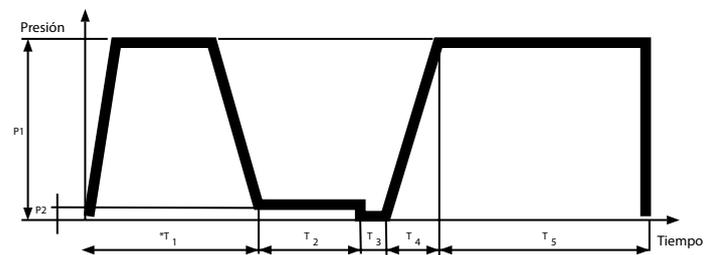
La soldadura a tope consiste en calentar los extremos de los tubos con una placa calefactora y aplicar una presión normalizada.

Los equipos de soldadura a tope deben disponer al menos de los siguientes elementos: Mordazas, refrentador y placa calefactora.

Existen dos modalidades de soldadura a tope en obra, bien que la máquina sea fija y es la tubería que va desplazándose o la conducción no se mueve, teniéndose que desplazar el equipo de soldadura a lo largo de la misma. Lógicamente cada equipo será diferente en función de si es fijo o móvil.



**Parámetros de la soldadura a tope:**



Observación: los tiempos y presiones son determinados por el fabricante de la maquinaria de soldadura.

- P1 es la presión del sistema hidráulico (manómetro en bar). (Véase la tabla de la máquina de soldar).
- Pk es la presión de soldadura prefijada: 1,5 bar.
- P2 es la presión en el tiempo de calentamiento:  $P2 = 0,2bar = 10\% P1$ .
- T1 es el tiempo para la formación del cordón inicial de altura h.
- T2 es el tiempo de calentamiento en segundos.
- T3 es el tiempo de retirar la placa en segundos.
- T4 es el tiempo para alcanzar la presión de soldadura en segundos,  $T3 = T4 = 6s$ .
- T5 es el tiempo de enfriamiento en segundos,  $T5 = 1,2s \times \text{espesor (PE100)}, 1,5s \times \text{espesor (PE80)}$

**El proceso de soldadura a tope consta de las siguientes etapas:**

01. Colocar y alinear en las máquinas los tubos (o accesorios). Refrentar las superficies a soldar retirando las virutas.
02. Enfrentar los tubos para comprobar el paralelismo. La desalineación no debe superar como máximo el 10% del espesor de los tubos.
03. Limpiar las caras de la placa calefactora. Interponer la placa calefactora entre los tubos a soldar y presionar los extremos de estos a la placa hasta formar un labio inicial.
04. Retirar la placa y unir los tubos un tiempo T3 aumentando progresivamente la presión hasta la requerida durante el tiempo T4 y mantenerla durante un tiempo T5.
05. Finalmente dejar enfriar sin aflojar las mordazas.



01. 02. 03. 04. 05.

Además de tener en cuenta lo anterior, se deberá controlar visualmente el control de la soldadura de manera que si no es correcta se deberán cortar los tubos y volver a realizarla.

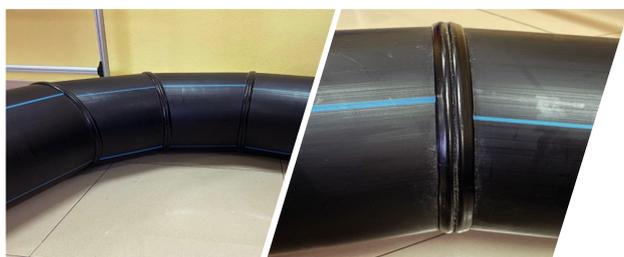
AspectoC		oментарio
	Cordón redondeado	Soldadura correcta
	El cordón es demasiado estrecho y largo	Exceso de presión
	El cordón es muy pequeño	Presión insuficiente
	Hendidura profunda en el centro del cordón	Temperatura insuficiente o tiempo de transición demasiado largo
	Desalineamiento	La desviación máxima permitida es del 10% del espesor de la pared
	Diferente tamaño de cordón	Materiales con diferentes temperaturas de fusión

Los accesorios para unión por soldadura a tope pueden ser de dos grandes tipos, atendiendo a su proceso de fabricación: accesorios fabricados por inyección y accesorios fabricados a partir de manipulación de segmentos de tubos.

Los accesorios fabricados por inyección pueden unirse mediante soldadura a tope o mediante manguitos electrosoldables.



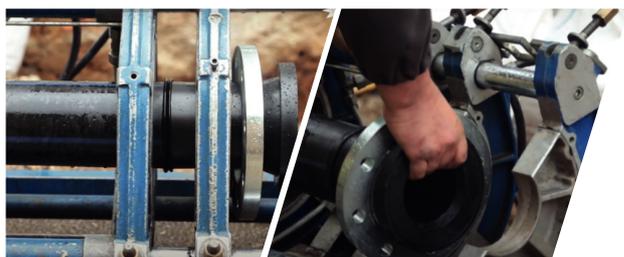
Los accesorios fabricados por manipulación de tubos rectos se realizan en fábrica mediante soldadura de varios tramos de tubos de PE.



### 7.3. Unión mediante bridas

Igualmente es posible unir los tubos de PE mediante bridas. Este sistema se utiliza para la unión con otros materiales como por ejemplo el acero.

Dicho sistema de unión puede utilizarse con grandes diámetros hasta 2000 mm, y para ellos es necesario soldar bien a tope o bien mediante manguito electro soldable, al extremo de la tubería de PE, un elemento denominado portabridas.



### 7.4. Unión mediante accesorios mecánicos de compresión

Se recomienda este sistema de unión para los tubos de PE de baja densidad PE40 en todos sus diámetros y para los tubos PE80 y PE100 hasta diámetro 90 mm.

Los sistemas mecánicos de compresión o accesorios están formados por una pieza que tiene varios elementos que permite su fijación: tuerca, casquillo cónico, prensa juntas, junta tórica y el cuerpo del racord fabricado normalmente en polipropileno reforzado con fibra de vidrio.



## 8. Campo de aplicación

Resumimos a continuación varias de sus aplicaciones más importante: conducción de agua potable; saneamiento; drenaje; reutilización de agua; conducción de gas; riego; protección de cables; transporte de sólidos; emisarios submarinos; refrigeración de líneas eléctricas; protección de conducciones de calefacción; rehabilitación de conducciones existentes; instalación sin apertura de zanja.

Los tubos de PE para abastecimiento de agua de consumo humano deben cumplir con lo especificado por la norma UNE-EN 12201 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE).

01. Conducciones de agua potable con presión (Negro con bandas azules).
02. Conducciones de redes de saneamiento con presión (Negro o negro con bandas marrones).
03. Conducciones de redes de aguas regeneradas (Negro con bandas moradas).



01.

02.

03.

## 9. Manipulado, transporte e acopio

Durante la carga, transporte, descarga y acopio de la tubería, se deben utilizar buenas prácticas y medios adecuados, con el fin de asegurar la integridad estructural de la tubería y evitar que se produzcan daños.

### 9.1. Manipulado

Las operaciones de carga y descarga deberá hacerse de manera que los elementos no sufran deterioros, evitando que no se golpeen entre sí ni contra el suelo.

La descarga deberá de hacerse cerca del lugar de instalación o podrá realizarse a mano o con equipos (Eslingas) evitándose arrastres y golpes.

Se suprimirán aquellas partes defectuosas y serán admitidas rayaduras que no superen el 10% del espesor.

No será necesario emplear precauciones especiales con las bajas temperaturas.

### 9.2. Transporte

El transporte de los tubos debe de hacerse teniendo en cuenta las normas de tráfico ya que pueden fabricarse tubos de longitudes de hasta 12 metros.

Los tubos de suministran en rollos hasta diámetro 110 y en barras de 6 y 12 metros en todos los diámetros.

La carga, transporte y posterior descarga se realizará de manera que los materiales no sufran ningún deterioro o daño durante estas operaciones y para tal fin se tendrán en cuentas las siguientes premisas:

- Los tubos deberán descansar en toda su longitud y para ello el vehículo deberá tener una superficie de apoyo plana sin salientes. Cuando no fuera el caso se colocarán elementos para compensar dichos salientes.
- Para la carga se recomienda la utilización de eslingas de cinta ancha evitando la utilización de cadenas que puedan deformar los tubos.
- La colocación de rollos se realizará de manera horizontal siempre que las dimensiones lo permitan, apoyándolos sobre superficie lisa y no superando la altura de 1,5 m en el apilado de los mismos.

- Si el transporte incluye tubos de distintos diámetros, se colocan en sentido decreciente, colocando los de mayor diámetro al fondo.
- Se evitará que los tubos sobresalgan en voladizo del vehículo.
- Los tubos de pequeño diámetro se transportarán paletizados.

### 9.3. Acopio

A la llegada a la obra se realizará un control de recepción desechando cualquier material dañado.

El acopio se realizará en recintos cubiertos y sobre superficies planas, teniendo en cuenta las siguientes precauciones:

- Los tubos de PE negro podrán almacenarse tanto al interior como al exterior.
- En los restantes colores (naranja, amarillo y azul) se evitará almacenarlos a la intemperie más de seis meses o bajo la exposición de los rayos UV sin protección.
- En el caso de acopio de rollos no se superará el 1,5 m de altura.
- En todos los casos se evitará el contacto con disolventes, pinturas, adhesivos, combustibles o con elementos calientes tales como conducciones asegurándose que la temperatura externa no supere los 50°C.

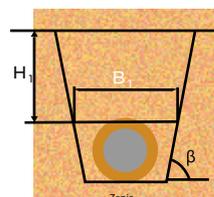


## 10. Instrucciones de instalación

Este capítulo presenta algunas recomendaciones para la instalación de la tubería POLIHIDRO. La instalación debe seguir las mejores prácticas recomendadas por la normativa.

Para la instalación de tubos de polietileno se seguirán las recomendaciones de la norma UNE EN 53394 Plásticos. Código de instalación y manejo de tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Técnicas recomendadas.

que el terreno y los medios auxiliares lo permitan, las paredes de esta serán verticales. La anchura recomendada de la zanja aparece en la siguiente tabla (UNE-EN 1610).



### 10.1. Instalación en zanja

La geometría de la zanja será un factor importante para determinar los costes de la instalación y siempre OD Diámetro exterior de la tubería en metros |  $\beta$  Ángulo de la pared de la zanja sin entibar medido desde la horizontal.

DN (mm)	Anchura mínima de zanja (OD + X), metros			
	Zanja entibada	Zanja sin entibar		
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$	
$\leq 225$	OD + 0,40		OD + 0,40	
$> 225 \text{ a } \leq 350$	OD + 0,50	OD + 0,50		OD + 0,40
$> 350 \text{ a } \leq 700$	OD + 0,70	OD + 0,70		OD + 0,40
$> 700 \text{ a } \leq 1200$	OD + 0,85	OD + 0,85		OD + 0,40
$> 700$	OD + 1,0	OD + 1,0		OD + 0,40

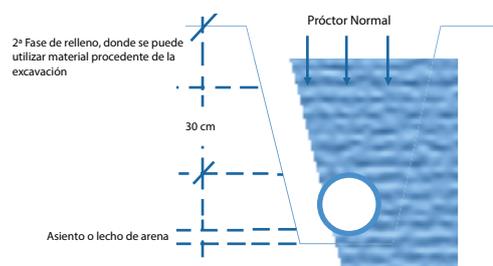
OD Diámetro exterior de la tubería en metros |  $\beta$  Ángulo de la pared de la zanja sin entibar medido desde la horizontal.

En la siguiente tabla se indican unos valores mínimos recomendados para las profundidades mínimas en función de las condiciones de instalación.

Instalación	Profundidad sobre generatriz superior (mm)
Bajo calzada o con circulación rodada	1,00
Bajo acera o sin circulación rodada	0,80

Antes de colocar la tubería en la zanja sobre un lecho de arena previamente ejecutado, habrá que cerciorarse que no existen objetos en la misma que puedan dañar la tubería tales como piedras o cascotes. El relleno de la zanja se realizará una vez colocada y probada la tubería.

Debe realizarse por capas sucesivas de unos 10 cm hasta una altura de 30 cm sobre la generatriz superior de los tubos, consiguiendo un 95% del Proctor Normal en la compactación. El proceso de compactación debe realizarse de forma equilibrada a ambos lados del tubo para igualar la presión sobre el mismo.

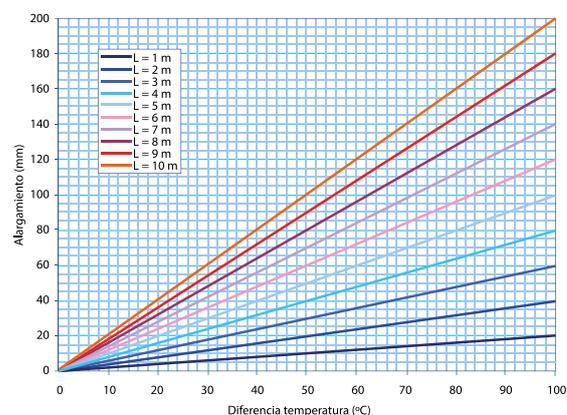


### 10.2. Instalaciones aéreas

Uno de los principales aspectos para tener en cuenta a la hora de realizar una instalación aérea de tuberías de PE es el deterioro que puede sufrir el mismo al estar a la intemperie, por eso mismo la composición de los tubos contiene negro de carbono.

En la siguiente tabla se representa el incremento de longitud que experimenta una tubería de polietileno en función de su longitud y diferencia de temperatura.

Igualmente se deberá de prestar especial atención a las posibles dilataciones térmicas que pueda sufrir la tubería por efecto de la temperatura.



$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

- $\Delta L$  - incremento de longitud, en mm
- $\alpha$  - coeficiente de variación térmica lineal, en mm/m °C (0,20 de media en el PE)
- $\Delta T$  - variación de la temperatura, en °C (respecto a 20 °C)
- L - longitud inicial de la tubería, en m.

Para contrarrestar el efecto de las dilataciones es necesario instalar mecanismos capaces de absorberlas, tales como liras, prensaestopas o compensadores de dilatación, en el caso de tramos rectos o absorber dichas dilataciones en los cambios de dirección disponiendo una serie de anclajes fijos y móviles.

La sujeción de las tuberías a los soportes se realiza mediante abrazaderas metálica o de plásticos.

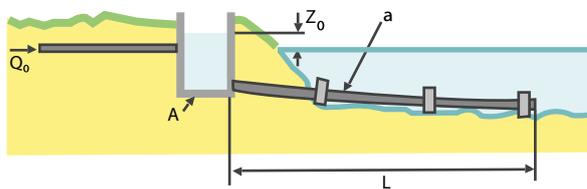
### 10.3. Emisarios submarinos

Un emisario submarino es un conducto mediante el cual se bombea agua residual, previamente depurada en plantas de tratamiento, a una cierta distancia y profundidad de la costa.

Para este tipo de construcciones normalmente se utilizan tubos de PE debido a las ventajas que presentan estos tubos frente a otros materiales:

- Son resistentes a la corrosión que provoca el agua del mar.
- Su elevada flexibilidad permite que se alcancen determinadas curvaturas posibilitando su fondeo controlado mediante inundación progresiva de la tubería.
- Capacidad para montar tramos largos reduciendo así el número de uniones a ejecutar en obra.
- Reducida adherencia de los seres vivos a su superficie.

El emisario comienza generalmente en una cámara de descarga localizada en la zona costera, cuya finalidad es evitar que el aire entre en la tubería. Al final del emisario submarino se instala un tramo de tubo perforado llamado difusor que facilita la difusión del agua.



Como los tubos de PE flotan incluso llenos de agua, es necesario hundirlos por medio de lastres de hormigón que abrazan el tubo. Para evitar el contacto directo de los lastres con el tubo e impedir el daño de este último, se interponen juntas de EPDM para evitar dicho contacto. El hormigón deberá resistir la agresividad química del agua y el acero empleado deberá estar recubierto con un mínimo de 40 mm.

Lo más común es colocar el emisario sobre zanja en el lecho marino hasta la zona en la que la ola no rompe en el fondo, protegiéndolo con escollera.

En la zona en la que el emisario no va en zanja es necesario que se proteja este mediante escollera, mantas o prefabricados de hormigón, etc.

Un aspecto a tener especial atención son las piezas especiales, tales como bocas de hombre y T que constituyen el tramo difusor. Para soportar el fondeo, la tubería corriente, en estas zonas, debe ser reforzada para garantizar su integridad estructural.

El sistema constructivo más común consiste en la fabricación de tramos de tubería en tierra y su traslado flotando hasta el lugar definitivo sumergiéndose de manera controlada mediante inundación del tubo. La unión de los tramos de tuberías puede hacerse bien en plataformas de trabajo localizadas en superficie o bien en el fondo del lecho marino.

Se deberá prestar especial atención al fenómeno de la abolladura que sucede cuando se generan por compresión grandes deformaciones en el tubo.

Dicho fenómeno se produce cuando la presión exterior es mayor que la presión interior. Es por ello por lo que debe controlarse en todo momento la presión existente en el interior del tubo.



## 11. Pruebas

### 11.1. Pruebas según el pliego de tuberías de abastecimiento del MOPU de 1974

#### 11.1.1. Prueba de presión interna

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud fijada por la administración. Se recomienda que estos tramos tengan longitud aproximada a los 500 metros, pero en el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más bajo y el punto de rasante más alto no excederá del 10% de la presión de prueba.

Antes de empezar la prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la conducción. La zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las juntas descubiertas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible se dará entrada al agua por la parte baja, con lo cual se facilita la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería que se va a ensayar y estará provista de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la administración o previamente comprobado por la misma.

Los puntos extremos del trozo que se quiere probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales que se apuntalarán para evitar deslizamientos de estas o fugas de agua, y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentren bien abiertas. Los cambios de dirección, piezas especiales, etc., deberán estar anclados y sus fábricas con la resistencia debida.

La presión interior de la prueba en zanja de la tubería será tal que se alcance en el punto más bajo del tramo en prueba 1,4 veces la presión máxima de trabajo en el punto de más presión. La presión se hará subir lentamente, de forma que el incremento de esta no supere un 1 kilogramo por centímetro cuadrado y minuto.

Una vez obtenida la presión, se parará durante treinta minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a la raíz cuadrada de  $P/5$ , siendo  $P$  la presión de prueba en zanja en kilogramos por centímetro cuadrado. Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados repasando las juntas que pierdan agua; cambiando si es preciso algún tubo; de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la magnitud indicada.

En casos muy especiales en los que la escasez de agua u otras causas hagan difícil el llenado de la tubería durante el montaje, el contratista podrá proponer, razonadamente, la utilización de otro sistema especial que permita probar las juntas con idéntica seguridad.

La administración podrá rechazar el sistema de prueba propuesto si considera que no ofrece suficiente garantía.

#### 11.12. Prueba de estanqueidad

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior deberá realizarse la de estanqueidad.

La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en el tramo de la tubería objeto de la prueba.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y tras expulsar el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas, y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V=K \cdot L \cdot D$$

en la cual:

V = pérdida total en la prueba, en litros

L = longitud del tramo objeto de la prueba, en metros

D = diámetro interior, en metros

K = coeficiente dependiente del material

K de según la siguiente tabla:

Material	K
Hormigón en masa	1,000
Hormigón armado con o sin camisa	0,400
Hormigón pretensado	0,250
Fibro cemento	0,350
Fundición	0,300
Acero	0,350
Plástico	0,350

De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasadas, el contratista, a sus expensas, reparará todas las juntas y tubos defectuosos; asimismo está obligado a reparar cualquier pérdida de agua apreciable aun cuando el total sea inferior al admisible.

#### 11.2. Prueba de presión UNE EN 805

Otra manera de realizar la prueba de presión interna viene recogida detalladamente en el anexo A.27 de la norma UNE EN 805 y es específica para conducciones de PE.

La prueba consta de las siguientes etapas:

- Etapa preliminar o de relajación.
- Etapa de caída de presión.
- Etapa principal.

**Etapa preliminar o de relajación:**

Consiste en llenar lentamente la tubería, dejando abiertos todos los mecanismos que permiten la salida de aire de esta. Se debe de tener la precaución de comenzar el llenado por la parte baja de la conducción de manera que el aire vaya saliendo por la parte alta. Una vez llena, se debe mantener al menos una hora, a partir de la cual se debe aumentar la presión de manera regular en un plazo no mayor a 10 minutos hasta alcanzar la presión requerida en la prueba, manteniendo ésta de manera constante durante una hora y media y bombeando agua cuando sea necesario.

Posteriormente se dejará una hora y media sin bombear y se medirá la presión remanente al final de este periodo.

Se considerará superada esta parte de la prueba si la presión remanente es como mínimo el 70% del valor de la presión de la prueba.

**Etapa de caída de presión:**

Durante esta etapa se extraerá de la tubería un volumen de agua tal que provoque en la tubería una caída de presión entre un 10% y un 15% de la presión de la prueba.

**Etapa principal:**

A lo largo de etapa y durante una hora y media se observará, se anotará y se representará gráficamente la variación de presión.

## 12. Puesta en servicio de la instalación

Una vez realizada la instalación de la tubería y ejecutadas las pruebas de la tubería instalada, y previo a la puesta en servicio de esta, debe procederse a su limpieza general y desinfección.

La limpieza se podrá efectuar por tramos o sectores, mediante el cierre de las válvulas de seccionamiento. El llenado de la conducción se realiza, en general, por el punto más bajo de la misma, y a una velocidad lenta.

Tras el llenado, se abrirán los elementos existentes en el sector a limpiar, válvulas de desagüe, ventosas, hidrantes, válvulas de acometidas, etc.

Al igual que la limpieza, la desinfección de una red o conducción se realizará obligatoriamente antes de su puesta en servicio y previo a integrarse al conjunto de la infraestructura de abastecimiento del Servicio de Aguas.

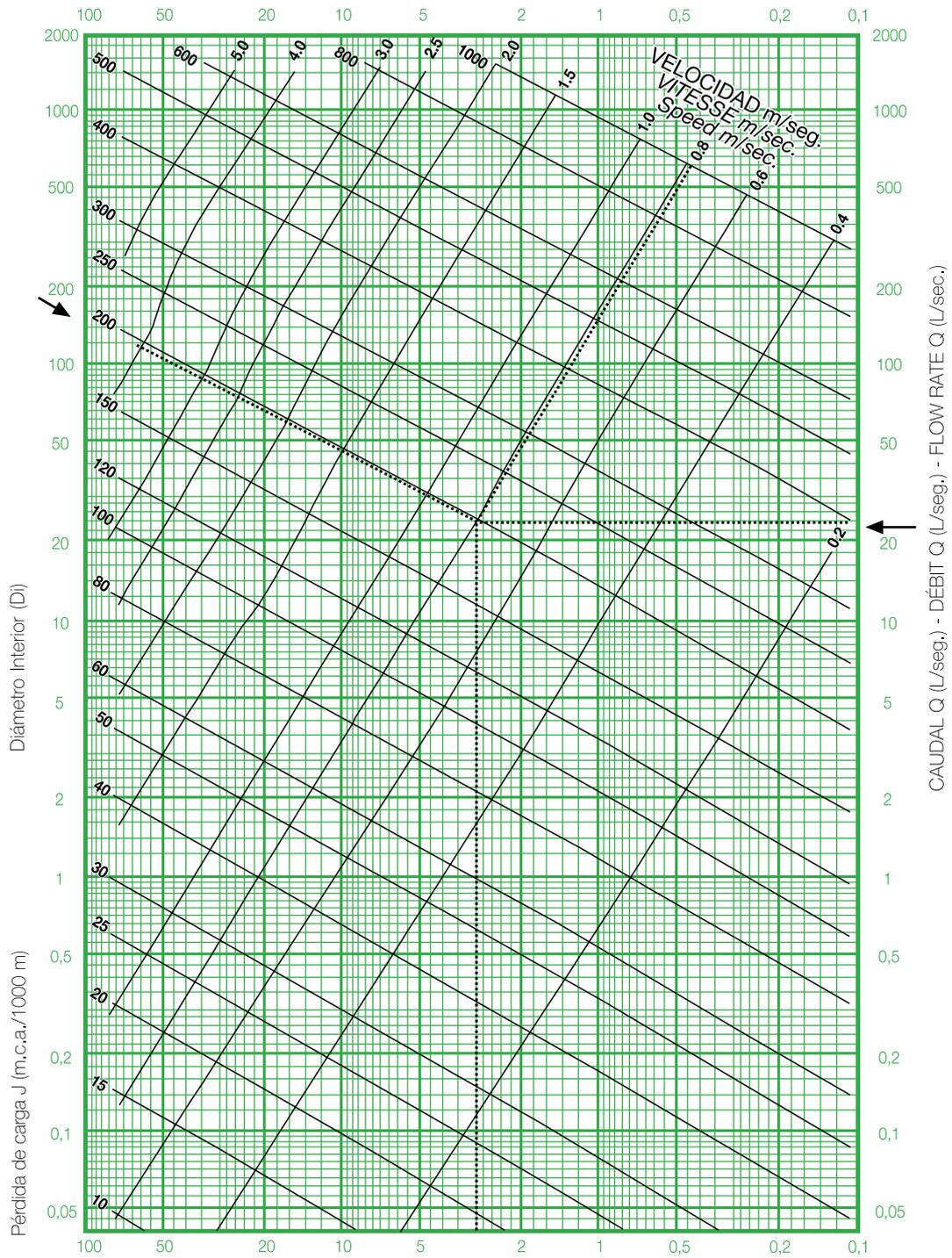
La desinfección requiere el aislamiento y vaciado del tramo de conducción a tratar, por lo que, en caso de existir conexiones de acometidas u otras conducciones a ésta, aquéllas deben cerrarse previamente.

La desinfección se realizará con una solución de 25 mg/l de cloro, preparada a partir del hipoclorito comercial que se usa para la desinfección del agua de consumo. Para ello, se hará entrar el agua por la tubería para llenar el tramo, añadiendo simultáneamente la cantidad necesaria de hipoclorito comercial para alcanzar la concentración de 25 mg/l.

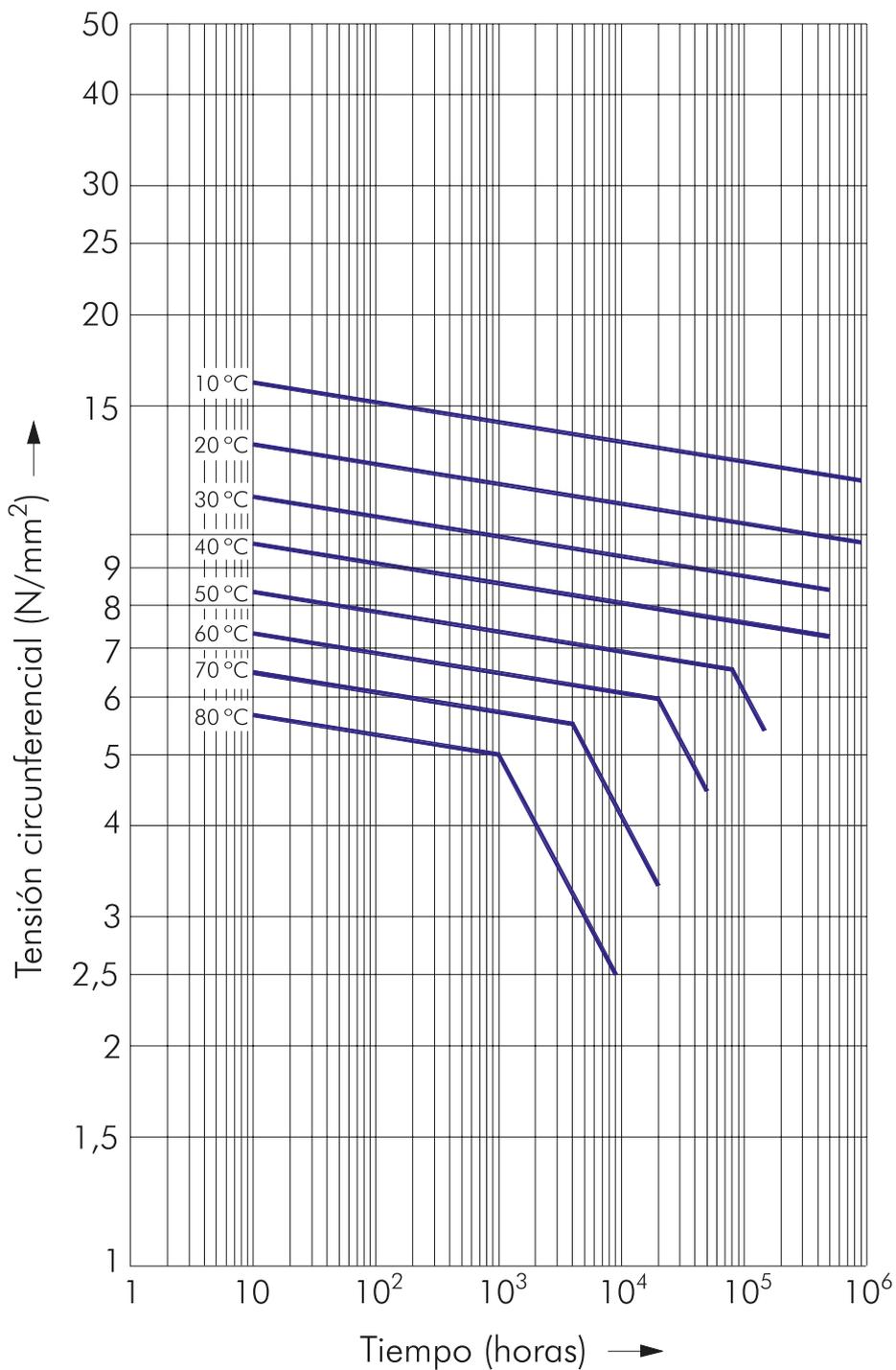
Terminados los trabajos se procederá a la puesta en servicio de la tubería, efectuándose el llenado de esta por el punto más bajo de la red, facilitándose la salida del aire a través de las ventosas o hidrantes existentes en el tramo, las cuales se mantendrán abiertas hasta que se haya completado el llenado de la red.

### 13. Ábaco de colebrook

Se presenta el ábaco de Colebrook, para el cálculo da pérdidas de carga.



### 14. Curva de regresión del pe100



Tubo PE 100





Solutions for  
a green future



[www.politejo.com](http://www.politejo.com)  
[geral@politejo.com](mailto:geral@politejo.com)

