

FICHA TÉCNICA

POLIETILENO



www.gerfor.com

DISTRIBUIDOR MAYORISTA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Este documento lo encuentra en Internet: www.coval.com.co - E-mail: info@coval.com.co



TUBERIAS Y ACCESORIOS DE POLIETILENO. AGUA POTABLE

1. ASPECTOS GENERALES

Las tuberías de polietileno para agua potable fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.** cumplen con los requisitos establecidos en la Resolución número 1166 del 20 de Junio del 2.006, por la cual se expide el Reglamento Técnico que señala los requisitos técnicos que deben cumplir los tubos de acueducto, alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias y sus accesorios que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, la Resolución número 1127 de 2.007, por la cual modifican algunas disposiciones de la Resolución 1166 del 20 de Junio de 2.006; y la Resolución 2115 del 22 de junio de 2.007, en su artículo 5° "Características químicas de sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana" Todas emanadas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, lo cual se evidencia mediante el certificado de conformidad expedido por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación, ICONTEC como organismo de certificación acreditado.

Igualmente, las tuberías de polietileno para agua potable fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.** cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4585 (Antecedente ISO 4427) - TUBOS DE POLIETILENO PARA DISTRIBUCION DE AGUA. ESPECIFICACIONES. SERIE METRICA.

2. DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Las tuberías de Polietileno **GERFOR**, se convierten en una alternativa más para el desarrollo de proyectos de acueducto en nuestro país.

Cada día las tecnologías de punta en materiales y productos para la fabricación de tuberías para la conducción de agua crecen a nivel mundial, por tal razón **GERFOR** involucra en sus procesos de calidad y de tecnología nuevos desarrollos que permitan estar a la vanguardia en los mercados tanto nacional como internacionalmente.

Las tuberías de polietileno **GERFOR** son fabricadas a partir de materias primas certificadas internacionalmente para la aplicación de conducción de agua potable. El polietileno (PE) 100 es un material plástico derivado del petróleo con un proceso de producción de alta tecnología, que garantiza las propiedades mecánicas, químicas y componentes de protección como los estabilizantes, aditivos y protectores UV, que brindan larga vida a las tuberías.

2.1. Tipo de material

Las tuberías de polietileno para agua potable fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.** son elaboradas a partir de compuestos de polietileno de color negro y azul que cumplen con los requisitos de la norma ICONTEC 4585.

Los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que **P.V.C. GERFOR S.A.** está controlado a lo largo del proceso productivo, por ser nocivas para la salud, de acuerdo con el decreto 2115 del 2.007, están en la Tabla No. 1.

Tabla No. 1
Características químicas de reconocido efecto adverso en la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/l)
Antimonio	Sb	0,020
Arsénico	As	0,010
Bario	Ba	0,700
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN-	0,050
Cobre	Cu	1,000
Cromo total	Cr	0,050
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,020
Plomo	Pb	0,010
Selenio	Se	0,010
Trihalometanos Totales	THMs	0,200
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,010

2.2. Dimensiones (diámetro nominal, diámetro externo, espesor de pared)

Tabla No. 2
Dimensiones (diámetro nominal, diámetro externo, espesor de pared)

Tamaño Nominal d_n	Diámetro exterior promedio mm		Ovalamiento máx (mm)	Serie del tubo					
	Mín	Máx		S 8		S 6,3		S 5	
				Relación dimensional estándar					
				RDE 17		RDE 13,6		RDE 11	
				Presión Nominal para s=8Mpa					
				PN10		PN12,5		PN16	
				Espesor de pared mínimo mm	Tolerancia mm	Espesor de pared mínimo mm	Tolerancia mm	Espesor de pared mínimo mm	Tolerancia mm
32	32,00	32,30	1,3	-	-	-	-	3,0	+0,5
40	40,00	40,30	1,4	-	-	-	-	3,7	+0,6
50	50,00	50,30	1,4	-	-	-	-	4,6	+0,7
63	63,00	63,40	1,5	3,8	+0,6	4,7	+0,8	5,8	+0,9
90	90,00	90,60	1,8	5,4	+0,9	6,7	+1,1	8,2	+1,3
110	110,00	110,60	2,2	6,6	+1,0	8,1	+1,3	10,0	+1,5
160	160,00	161,00	3,2	9,5	+1,5	11,8	+1,8	14,6	+2,2
200	200,00	201,20	4,0	11,9	+1,8	14,7	+2,3	18,2	+3,6
250	250,00	251,50	5,0	14,8	+2,3	18,4	+3,6	22,7	+4,5

2.3. Presiones de trabajo

Las presiones de trabajo de las tuberías de polietileno para agua potable fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.** se encuentran en la Tabla No. 2. La presión de trabajo de las tuberías de polietileno está dada por su PN, siendo éste el valor de la presión nominal de trabajo en bares.

2.4. Comportamiento frente a condiciones extremas

Son aquellas condiciones del entorno a las cuales pueden llegar a ser sometidas las tuberías y accesorios y que pueden afectar la funcionalidad de los mismos, debido a que sobrepasan los valores máximos de trabajo para los cuales han sido fabricados no pueden ser los mismos que en condiciones normales de uso. Entre estas condiciones podemos enumerar las siguientes:

Altas temperaturas del fluido

La temperatura de trabajo para las tuberías para acometida domiciliaria fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.** es de 23° C.

Exposición del producto a temperaturas bajo cero

El comportamiento de las tuberías para acometida domiciliaria fabricados por **P.V.C. GERFOR S.A.** a temperaturas bajo cero se fundamenta en la disminución de su resistencia a impactos debido a la cristalización de las mismas. Adicionalmente las características físicas del fluido a transportar se modifican por lo cual debe consultar con el departamento de Asistencia Técnica antes de realizar la instalación.

Exposición del producto a altas temperaturas externas

Las tuberías para acometida domiciliaria fabricados por **P.V.C. GERFOR S.A.** son productos plásticos, por lo cual la exposición a altas temperaturas extremas puede afectar sus características de funcionalidad.

2.5 Vida Útil

Los tubos de polietileno agua potable producidos por **P.V.C. GERFOR S.A.**, cuentan con una vida útil de 50 años con resistencia mínima de 10 MPa (PE 100) a 20° C, con un 97.5% de límite de confianza. Esta condición es consecuencia de la designación del compuesto de polietileno empleado en su fabricación de acuerdo con la norma ISO 12162 "Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications - Classification and designation - Overall service (design) coefficient", con base en los resultados del análisis de regresión descrito en la norma ISO 9080 "Hydrostatic Stress Rupture Data to Determine the Long-term Hydrostatic Strength of Thermoplastics Pipe Materials."

2.6. Uso recomendado

Las tuberías de polietileno para agua potable fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.** se utilizan para el transporte de agua potable en sistemas de acueducto, sean éstos rurales o urbanos. Estos productos pueden ser utilizados específicamente en la captación, conducción y distribución dentro de un sistema de acueducto.

Cualquier uso diferente al recomendado debe ser consultado con el departamento de asistencia técnica.

Nota:

En el caso de condiciones diferentes a las expuestas anteriormente que puedan afectar el óptimo funcionamiento del sistema comunicarse con el departamento de asistencia técnica

3. Tipos de juntas y accesorios

Las tuberías polietileno agua potable fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.** presentan sistemas de acople mecánico o por fisión a los accesorios y/o a otros tramos de tubería de polietileno.

4. Manejo, almacenamiento transporte e instalación

4.1. Manejo

4.1.1. Tuberías

El manejo de las tuberías polietileno agua potable fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.** se puede realizar de dos maneras: manual o con equipos. Se debe manipular el producto de tal manera que no sea golpeado con ningún elemento.

En tuberías de PE a pesar de ser un material flexible y resistente debe evitarse arrastrar los rollos sobre el suelo áspero.

Al mover los rollos para el almacenaje, pueden hacerse rodar sobre sí mismos, procurando que en su camino no pisen objetos punzantes o con aristas que puedan dañar la superficie del tubo.

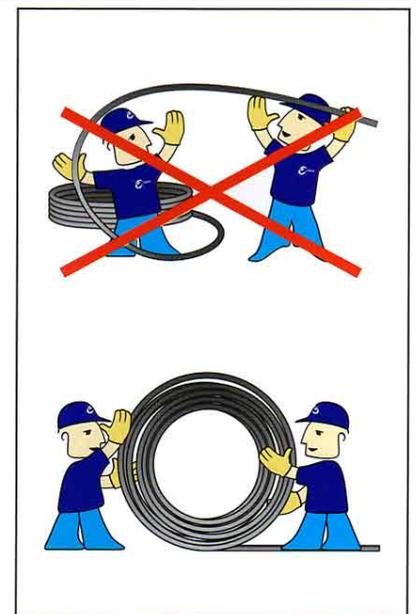
Si es necesario desatar un rollo para cortar un trozo de tubo, es conveniente atarlo de nuevo sin apretar excesivamente las ataduras, a fin de no segarlo.

Para cortar el tubo, utilice una sierra, un cuchillo o un cortador especial, nunca herramienta que al cortar pueda producir aplastamiento del mismo.

Si debido al manejo o almacenaje defectuoso, una tubería resulta dañada o con dobleces, la porción afectada debe ser suprimida completamente.

- ◆ En caso de ser necesario la tubería debe desenrollarse de forma tangencial rodándolo sobre sí mismo, evitando hacerlo en forma de espiral para evitar estrangulamiento y daños en la tubería.
- ◆ Antes de hacer cualquier tipo de manipulación de producto se hará una verificación en su interior, el cual debe estar completamente vacío.
- ◆ En ningún caso se permite descargar tuberías mediante caídas no controladas, por lo cual debe asegurarse la estabilidad en todo momento.

Imagen No. 1
Formas de desenrollar la tubería



4.2. Almacenamiento

La tubería en tramos se almacena en posición horizontal, debidamente soportada sobre toda su extensión. La superficie de apoyo debe estar libre de incrustaciones y elementos que puedan llegar a rayar o fracturar la tubería.

La tubería en rollos se debe almacenar parada y recostada sobre una superficie rígida.

Imagen No. 3
Incorrecto almacenamiento
de la tubería de polietileno agua potable



Imagen No. 4
Correcto almacenamiento
de la tubería polietileno agua potable



- ◆ No se deben colocar cargas sobre las tuberías.
- ◆ La tubería en rollos debe almacenarse zunchada y permanecer así hasta su utilización.

La altura de apilamiento para tramos, a fin de evitar esfuerzos importantes en las capas inferiores, no sobrepasará de 2 metros en tubos de PE. En zonas cálidas o con temperaturas superiores a 50° C, estas alturas se reducirán a 1.5 metros.

Las tuberías de polietileno (PE) pueden ser almacenadas bajo techo o al descubierto solo si son negras, ya que están protegidas de la acción solar por la adición en su masa de negro de carbono.

Las tuberías de polietileno pigmentadas en azul o amarillo precisan de una atención especial respecto a los rayos solares, por lo que se recomienda una exposición limitada a los seis meses para los azules y un año para los amarillos.

Los rollos de tubería de PE deberán ser almacenados también sobre superficies planas y limpias.

No obstante si no existe otra solución se almacenarán verticalmente pero en una sola altura.

Se evitará que los tubos almacenados, en rollos o por tramos, estén en contacto con combustibles, disolventes, adhesivos, pinturas agresivas ni con conducciones de vapor o agua caliente. Debe asegurarse que la temperatura de la superficie externa no alcance los 45° C, por lo que es conveniente una buena aireación de los tubos para evitar la deformación debida a la acumulación de calor.

La tubería se debe acomodar levantando los tubos o deslizándolos en forma lenta para evitar el maltrato del producto.

4.3. Transporte

En el transporte, la tubería de polietileno en tramos debe descansar por completo en la superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no es bien plana a causa de salientes, conviene colocar listones de madera u otro material similar, para compensar dichos salientes.

Se recomienda proteger la parte más expuesta, que es el extremo del tubo, en casos de que exista la posibilidad de ser perjudicada.

Se debe evitar que la tubería de polietileno en tramos ruede y reciba impactos. Es aconsejable sujetarla con cordel o cuerda. No utilizar cables ni alambres.

Debido a la flexibilidad de los tubos, se procurará que no sobresalgan de la parte posterior del vehículo en una longitud que permita el balanceo de los mismos.

Como sea que por el ligero peso de los tubos el camión lleno en volumen puede admitir todavía más peso, si el tubo a transportar lo permite, se pueden colocar dentro de mayor diámetro, otros de menor.

Durante el transporte no colocar peso encima de la tubería de polietileno en tramos, que puedan producirles aplastamiento.

Así mismo debe evitarse que otros cuerpos, principalmente se tienen aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos.

Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo la precaución de que permanezcan el menor tiempo posible en esta posición.

No deben forzarse los rollos, a fin de evitar que éstos se deformen y pierdan su forma circular. La carga en los camiones u otro medio de transporte se debe efectuar de forma que los tubos y accesorios no sufran deterioro ni transformación.

4.4. Instalación

4.4.1. Recomendaciones básicas de uso

Las tuberías de polietileno agua potable están diseñadas para soportar la presión nominal a una temperatura máxima de 23° C. Valores por encima de los indicados no garantizan la durabilidad y el buen funcionamiento de la tubería.

Evite realizar operaciones tales como el cierre rápido de una válvula, ya que esto produce un fenómeno de sobre presión llamado "Golpe de Ariete".

La resistencia a la presión hidrostática de la tubería está directamente relacionada con el espesor de pared y el tipo de material, por tal motivo, la indebida manipulación de tuberías y accesorios tales como golpes, rayones o fisuras afectan dicha condición.

No se debe permitir el tránsito por encima de los tubos una vez sean hechas las uniones a los accesorios y/o otros tramos de la tubería.

Si los trabajos se suspenden, deben taponarse los extremos de la tubería para prevenir la flotación en caso de que la zanja se inunde.

Debe colocarse, a una distancia entre 0.20 m y 0.30 m por encima de la superficie superior de la tubería, una cinta de 10 cm. de ancho, que indique la presencia de la tubería y el fluido que conduce.

La tubería de polietileno, permite cierto radio de curvatura sin necesidad de utilizar accesorios para sobrepasar obstáculos o generar desviaciones, sin embargo dicho valor depende del diámetro de la misma.

El tendido de la instalación debe realizarse de forma que se reduzcan parcialmente las tensiones producidas por las variaciones térmicas.

Las tuberías de polietileno agua potable fabricadas por **P.V.C. GERFOR S.A.**, son aptas para ser instaladas tanto en zanja como en superficie. Lógicamente, la vida de una instalación en zanja será mucho más prolongada que aquella que se encuentra en la superficie, al quedar perfectamente protegida.

Cuando las tuberías de polietileno fabricada por **P.V.C. GERFOR S.A.**, se instalan en bosques o en terrenos rocosos, no es necesario eliminar los obstáculos ya que dada su flexibilidad relativamente elevada, pueden ser salvados la mayoría de ellos.

No obstante debe tenerse en cuenta su rigidez, para evitar que se deformen, al faltarles el apoyo de las tierras laterales que le ayuden a mantener su estabilidad dimensional.

Para el transporte en el sitio de la obra, es imperativo cargar los rollos y evitar rodarlos por el piso ya que se pueden generar fisuras o perforaciones a la superficie.

El tendido de las tuberías, en el caso de existir pendientes fuertes en el trazado, se realiza preferentemente en el sitio ascendente, previendo puntos de anclaje para la tubería.

4.4.2. Técnicas de instalación

En el caso de las tuberías de polietileno para conducciones de agua potable, se debe tener en cuenta la técnica a trabajar para de esta forma aplicar los diferentes criterios de instalación, a continuación se explicarán brevemente 3 sistemas diferentes.

4.4.2.1. Sistema de Rehabilitación por Fracturamiento (Trenchel)

La técnica de fracturamiento de tuberías generalmente consiste en arrastrar una tubería nueva de polietileno de alta densidad (PEAD) utilizando el túnel subterráneo existente y el poder de una herramienta de perforación.

La herramienta de impacto neumático fractura la tubería existente y compacta los restos de ésta hacia la tierra que rodea el sistema.

La nueva tubería puede ser del mismo tamaño o más grande que la que reemplaza.

Esta nueva tubería se conecta a un cabezal especial de acero.

La herramienta de impacto neumático pasa a través de la tubería existente y es arrastrada simultáneamente por un winch hidráulico al punto final que será la boca de visita o un pozo de salida.

4.4.2.1.1. Equipos utilizados

Equipo de Hidroguía (Winch): Guía al topo y mantiene la tensión constante.

Cabezal de Fracturación (taladro): Realiza la fractura de la tubería existente.

Topo: Proporciona el movimiento del cabezal.

Bentonita: Aditivo utilizado con el fin de proporcionar la adhesión de las partículas fracturadas a la excavación.

4.4.2.2. Sistema de Instalación sin Apertura de Zanja (Reealing)

En éste se realiza instalación de la tubería mediante un equipo de perforación teledirigido, sin necesidad de realizar apertura de la zanja.

El sistema basa su efectividad en el conocimiento de las diferentes distancias y ubicaciones de las redes existentes en el terreno.

Por medio del arrastre de la tubería de polietileno, proporcionado mediante el equipo hidroguía, y un túnel excavado por medio de expansores de diferentes diámetros y en forma ascendente se origina el orificio del diámetro requerido para la inserción del sistema en polietileno.

Finalmente se ingresa la tubería adherida al cabezal la cual evade los obstáculos existentes, sin dañar los diferentes sistemas hidrosanitarios y/o eléctricos, y proporciona el sistema de agua potable requerido.

4.4.2.3. Sistema de Instalación con Apertura de Zanja (Tradicional)

Inicialmente se debe realizar la apertura de la zanja, teniendo en cuenta las siguientes características:

El fondo de la zanja debe ser continuo, liso libre de filos y uniforme.

El ancho de la zanja debe permitir colocar el tubo, unir el tubo dentro de ellas (si es absolutamente necesario) y compactar los lados del tubo.

Entibar el terreno en suelos con posible desprendimiento de material.

Siempre que se realice el montaje en el fondo de la zanja, el ancho de la misma vendrá determinada por la fórmula $B = Dn + 300\text{mm}$, donde Dn es el diámetro nominal, con un mínimo de 600mm. En caso de zanjas de poca profundidad y tubos de diámetro inferiores a 110mm la anchura mínima podrá ser de 400mm.

Después de realizada la zanja se procede a unir tanto de los tramos de la tubería como de los diferentes accesorios necesarios, de acuerdo al diseño hidráulico y a los sistemas de unión.

Finalmente se coloca la tubería dentro de la zanja, se rellena el perímetro del producto en capas y se compacta, con el fin de desarrollar fuerzas laterales, y posteriormente se incluye el resto de relleno hasta alcanzar la cota del terreno.

Nota:
Para recomendaciones de excavación, entibado, zanja, cimentación y relleno, favor revisar los capítulos 4.4.2., 4.4.2.1., 4.4.2.2., 4.4.3., y 4.4.4. del capítulo de tubería presión con campana, respectivamente.

4.4.3. Anclajes

El agua bajo presión ejerce empujes en los sistemas hidráulicos de conducción, por ello, es necesario efectuar algunos puntos de anclajes a la red en los cambios de dirección y de pendiente, para contrarrestar movimientos debido a esfuerzos longitudinales.

4.4.3.1. Anclajes en pendientes fuertes

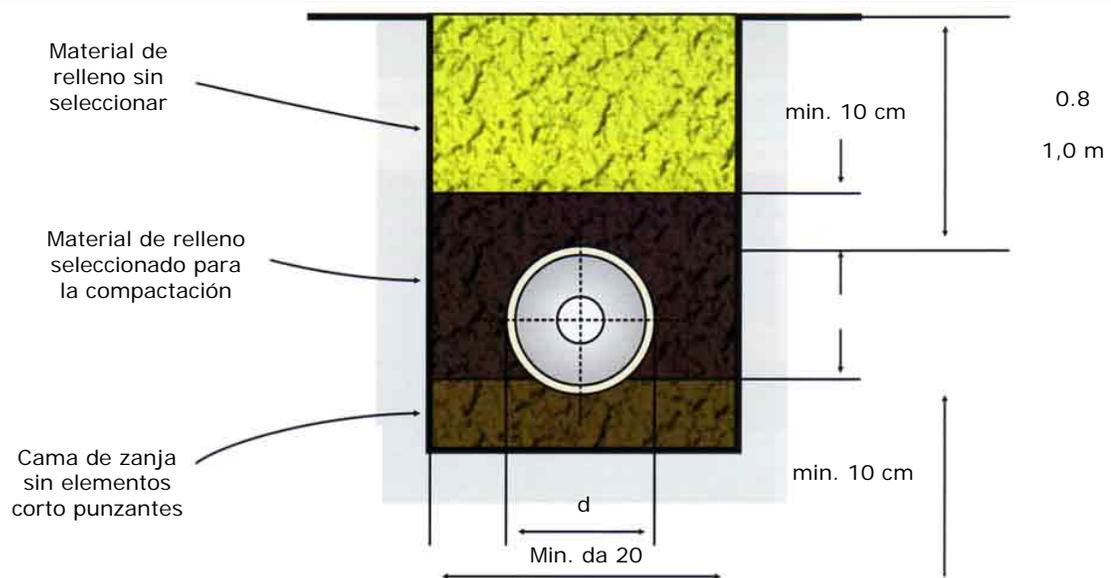
En las pendientes fuertes se pueden presentar deslizamientos del terreno, pudiendo arrastrar consigo la tubería. En la mayoría de los casos, basta compactar muy bien las capas de 10 cm, hasta la cota restante del terreno. Si por alguna razón se conoce la posibilidad de deslizamientos, se deben construir bloques de anclaje, de manera que queden apoyados en el terreno firme que no ha sido excavado. Estos bloques de anclaje deben hacerse cada 12 m en promedio.

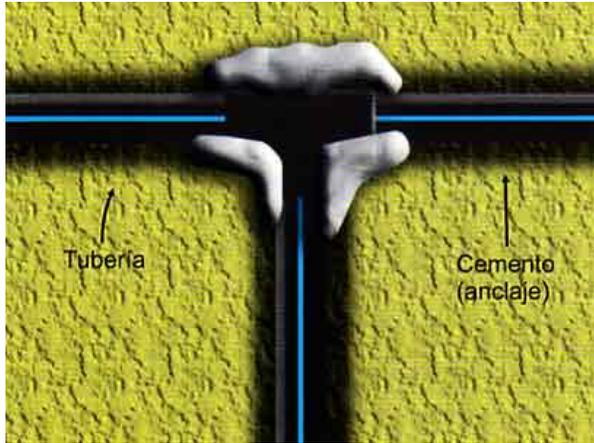
4.4.3.2. Anclaje de accesorios

Cuando la red de acueducto se encuentra sometida a presión interna y tiene un extremo cerrado, se presenta un empuje que es igual al producto de la presión del agua por el área de la sección transversal de la tubería. Los fluidos a presión ejercen fuerzas de empuje en las redes de distribución, razón por la cual los sistemas deben ser empotrados o bloquearse, con el fin de contrarrestar estas fuerzas e impedir movimientos de la tubería que pueden llegar a producir rotura, debilitamientos de la misma o producir desacoples en los puntos de unión ya sea entre tuberías o accesorios.

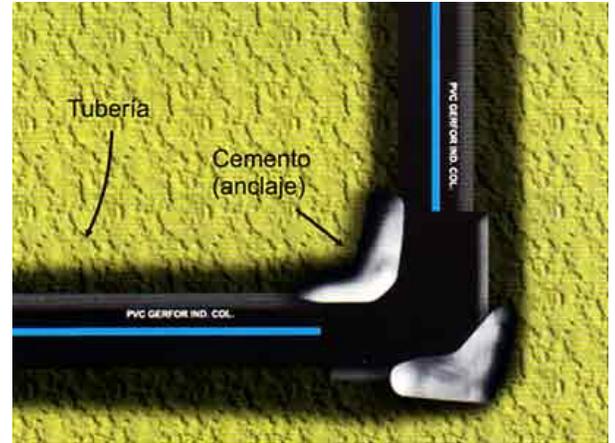
El tamaño y tipo de empotramiento (anclaje o muerto), dependen de la presión del sistema, el diámetro de la tubería, el tipo de accesorio, la resistencia al terreno o medio circundante del sistema y la dirección de la tubería (horizontal o vertical).

Imagen No. 5
Esquema de relleno de la tubería

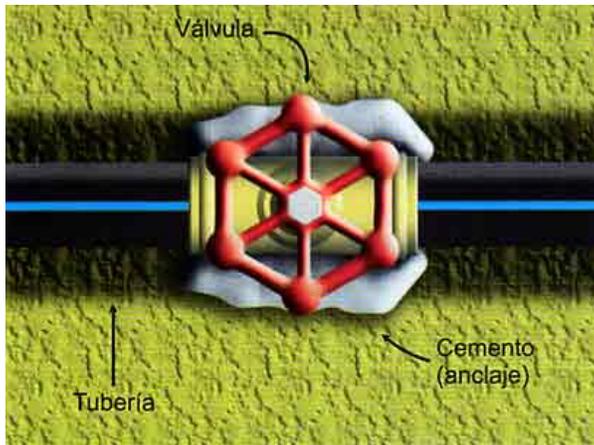




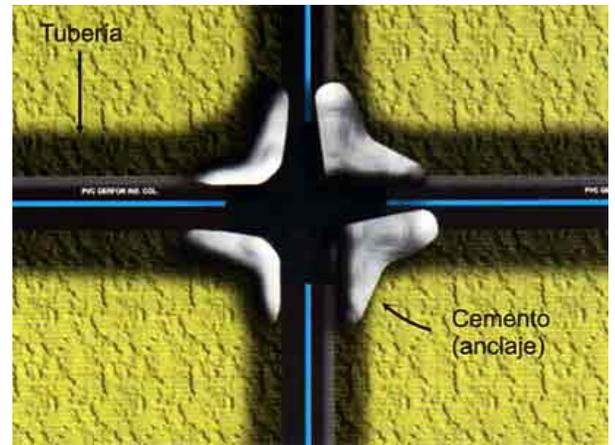
Tee en la línea de conducción



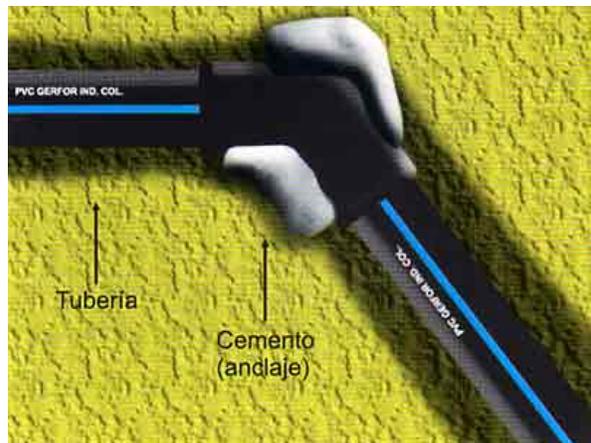
Codo en cambio de dirección



Anclaje de válvula



Cambio vertical de dirección superficial



Cambio vertical de dirección superficial

4.4.3.3. Construcción de los anclajes o muertos

Los bloques de anclaje o muertos deben ser construidos en concreto, ubicándolos entre el accesorio y la parte firme de la pared de la zanja. Para bloques de anclaje de tuberías con diámetros menores a 8" no es necesario utilizar formaletas especiales, basta con colocar la mezcla de manera adecuada, colocando la base más ancha contra la pared de la zanja y que el bloque formado no llegue a cubrir las campanas o las uniones de los accesorios.

4.4.3.3.1. Cálculo del bloque de anclaje o muerto

Siempre que sea posible, debe transmitirse el empuje al terreno ya sea horizontalmente a la pared de la zanja o verticalmente al fondo de la misma, por medio de un bloque de concreto de un área de contacto sobre la cual se pueda hacer una correcta distribución de cargas.

Los codos, tees, yees, tapones, válvulas y demás accesorios se deben anclar y atrancar en estructuras de concreto. Las reacciones resultantes se calculan para contrarrestar los efectos de las presiones estática y dinámica.

El esfuerzo de presión estática se determina por la expresión:

$$R_1 = 2\gamma H A \text{Sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Donde:

R_1 : Esfuerzo estático (Kg)

γ : Peso específico del agua (1000 Kg/m³)

H : Altura de la columna de agua (m)

A : Área de la sección transversal del tubo (m²)

α : Ángulo de Deflexión

El esfuerzo de presión dinámica se determina por la expresión:

$$R_2 = \frac{2\gamma A}{g} V^2 \text{Sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Donde:

R_2 : Esfuerzo dinámico (Kg)

γ : Peso específico del agua (1000 Kg/m³)

A : Área de la sección transversal del tubo (m²)

V : Velocidad del fluido (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

α : Ángulo de Deflexión

Entonces el esfuerzo total será:

$$R_T = 2\gamma A \left(H + \frac{V^2}{g} \right) \text{Sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

La ecuación para el cálculo del bloque de anclaje es:

$$A = \frac{R_T}{\sigma_{adm}}$$

Donde:

A: Área de superficie Resistente (cm²)

R_T: Esfuerzo total de presión (Kg)

σ_{Adm}: Resistencia del Terreno

Tabla No. 3 Esfuerzo admisible vertical típico	
Esfuerzo admisible vertical típico ζ ζ _{máximo}	
Terreno	ζ adm (kg/cm ²)
Arena suelta o arcilla blanda	<1
Arena fina compactada	2
Arena gruesa medianamente compactada	2
Arcilla dura	4
Roca Alterada	3 - 10
Roca Inalterada	20

Tabla No. 4 Empuje Desarrollado por una presión de 100 PSI			
Diámetro Nominal	Codo 90°	Codo 90°	Válvulas, Tees, Tapones ciegos
Pulgadas (mm)	Lb fuerza (N)	Lb fuerza (N)	Lb fuerza (N)
4	1.800 (8.007)	1.100 (4.893)	1.300 (5.783)
6	4.000 (17.793)	2.300 (10.231)	2.900 (12.900)
8	7.200 (32.027)	4.100 (18.238)	5.100 (22.686)
10	11.200 (48.820)	6.300 (28.024)	7.900 (35.141)
12	16.000 (71.172)	9.100 (40.479)	11.300 (50.265)

4.4.4. Procedimiento de ensamble de tubería

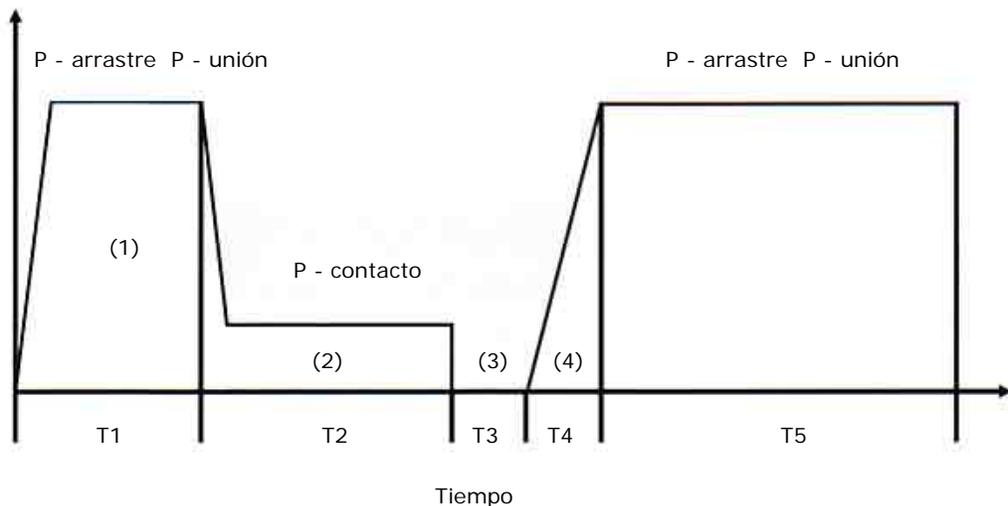
Existen diferentes tipos de uniones que se pueden realizar, sin embargo en terreno no todos presentan una fácil implementación, dichos sistemas son:

4.4.4.1. Sistema de termofusión a Tope:

Herramientas necesarias: Plancha Calentadora, Refrentadora. Carro Alineador, Tela de Algodón, Manual de Instalación, Reloj, Indicador de Temperatura, Mordazas para Diferentes Diámetros y Guantes de Protección.

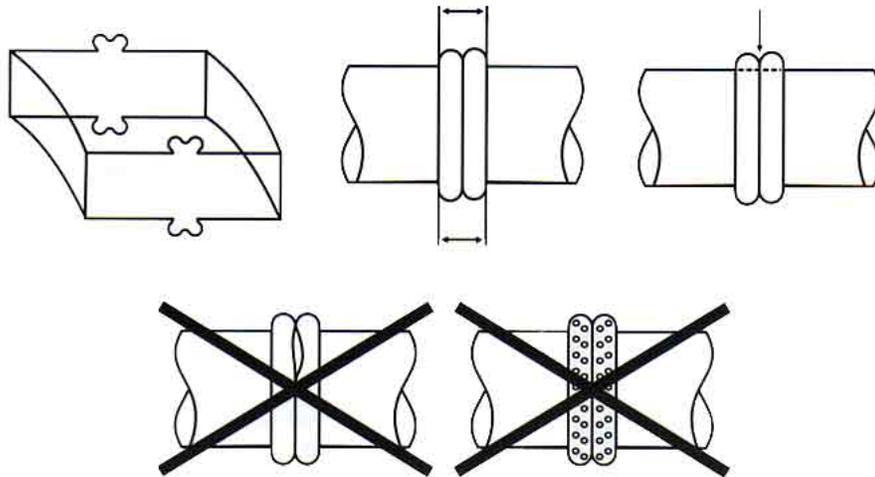
1. Inicialmente se debe sujetar el tubo o los tubos, en el carro alineador, por medio de ajuste de la prensa dejando un sobresaliente de los extremos de aproximadamente 1 pulg. de las mordazas.
2. Los extremos de la tubería deben ser limpiados con tela de algodón, evitando el uso de telas sintéticas. No se debe aplicar ningún tipo de solventes para eliminar los residuos.
3. Se coloca la refrentadora en medio de los tubos sobre los rieles proporcionados por el carro alineador. Se enciende y se aplica presión de los extremos sobre la misma hasta que se forme un espiral de material de aproximadamente el mismo espesor en ambos lados. Posteriormente se retiran los extremos, se apaga la máquina y se retira la refrentadora.
4. Se chequea el alineamiento enfrentando los extremos sin aplicar presión (no debe existir un desalineamiento $> 10\%$ del espesor de la pared de la tubería). En caso de presentarse diferencia se debe apretar la mordaza de la mayor altura y refrentar nuevamente para iniciar la fusión.
5. Se conecta la plancha calentadora dejándola estabilizar hasta alcanzar la temperatura indicada en el manual para el diámetro y el PN de cada tubería.
6. La plancha debe estar limpia y recubierta de teflón. Se procede a realizar el ciclo de fusión.
7. Inspecciones la unión revisando que se haya formado un reborde uniforme.

Imagen No. 7
Presión vs. Tiempo de aplicación



- (1) Se coloca la plancha entre los tubos, aplicando presión constante hasta alcanzar un reborde de material en ambos y sosteniéndola por un tiempo T1 hasta que el reborde sea de 1 o 2 mm aproximadamente.
- (2) Disminuya la presión hasta la presión de contacto y manténgala por un tiempo T2. Retire el extremo móvil del carro alineador y remueva la
- (3) plancha sin tocar los extremos fundidos, ambos procesos durante el tiempo T3.
- (4) Una nuevamente los extremos durante un tiempo T4, aumentando la presión de forma constante hasta alcanzar la presión de enfriamiento y sosténgala durante el tiempo de enfriamiento T5.

Imagen No. 8
Tipos de reborde



Fallas comunes:

- ◆ Contaminación de la unión.
- ◆ Rebordo pequeño y excesivo debido a presiones y tiempos altos así como presiones y tiempos bajos.
- ◆ Presencia de vacío en la unión generada por partículas de agua o materiales extraños, adicionalmente se puede presentar por poco tiempo de enfriamiento.
- ◆ Desalineamiento, generado por deficiencias en la alineación de los extremos.
- ◆ Uniones frías presentadas debido a tiempos de calentamiento cortos o temperaturas de la plancha bajas.
- ◆ Deformaciones locales producidas por movimientos de la plancha durante los procesos de calentamiento o por contacto en el momento de retirarla.

4.4.4.2. Sistema de Termofusión por Socket

Herramientas necesarias:

Plancha Calentadora, Socket Recubierto en Teflón, Cortador de Tubería, Biselador, pinza o anillo frío, calibrador de profundidad, Tela de algodón, Reloj, Indicador de Temperatura, Manual de instalación, Guantes de protección y alcohol.

Procedimiento de termofusión por socket:

1. Corte el extremo del tubo utilizando una cortatubo, con el fin de evitar la presencia de rebabas.
2. Utilice un biselador sobre el tubo y rótelolo para que retire un poco del borde extremo de la tubería.
3. Limpie el extremo de la tubería tanto exteriormente como interiormente sin utilizar jabón ni disolventes.
4. Coloque el calibrador de profundidad con el fin de conocer la distancia a fundir y la ubicación del anillo frío.
5. Los sockets de calentamiento no deben presentar rayones ni residuos de polietileno. En caso de presentar residuos se debe conectar la máquina y limpiar con una tela de algodón.
6. Revise que la termofusora presente un rango óptimo de temperatura utilizando un indicador de temperatura calibrado.
7. Introduzca simultáneamente el accesorio y el extremo de la tubería entre los dos elementos del socket, hasta que lleguen al fondo de los elementos calentadores y mantenga durante el tiempo descrito en la siguiente tabla.

Tabla No. 5 Tiempos de calentamiento por diámetro de la tubería	
Diámetro de la Tubería	Tiempo de calentamiento (Segundos)
20 mm (½ pulg IPS)	6 a 8
25 mm (¾ pulg IPS)	8 a 11
32 mm (1 pulg IPS)	10 a 12
63 mm (2 pulg IPS)	16 a 20
90 mm (3 pulg IPS)	20 a 25
110 mm (4 pulg IPS)	25 a 28

8. Separe el tubo y el accesorio del socket revisando la calidad del fundido (revisión visual).

Nota:

En caso de un fundido no satisfactorio corte dicha parte del tubo, utilice un accesorio nuevo e inicie el proceso.

9. Introduzca el extremo del tubo en el accesorio de forma recta y uniforme, sin movimientos laterales, hasta que el accesorio se encuentre con el anillo frío. Mantenga la presión constante durante el tiempo de enfriamiento (25 min de ½ a 1 pulg. y 30 min de 2 a 4 pulg).
10. La unión no debe presentar vacíos, ranuras ni material extraño.

Fallas comunes:

- ◆ Área de fusión muy corta debido a la no utilización del anillo frío o a que no ingreso totalmente el accesorio en el socket.
- ◆ Desalineamiento ocasionado por un incorrecto corte del tubo o la entrada incorrecta del tubo en el accesorio.
- ◆ Reborde incorrecto generado por desalineamiento en el momento de realizar la unión o insuficiente tiempo de calentamiento.
- ◆ Obstrucción del diámetro interno originado por demasiado tiempo de calentamiento o una longitud del tubo demasiado larga.
- ◆ Contaminación de la unión.

4.4.4.3 Sistema de Unión por Electrofusión

Herramientas necesarias: Accesorios de Electrofusión, Cortatubo, Electrofusora, Trapo de Algodón y Dispositivo de Sujeción.

Procedimiento de termofusión por Electrofusión:

En este proceso se realiza la unión de la tubería y el accesorio mediante el uso de hilos para resistencias ubicados en el accesorio que aumentan la temperatura generando el proceso de soldadura.

La dilatación de materia prima fundida y las tensiones generadas internamente entre los productos generan la presión necesaria para proporcionar un ensamble óptimo garantizado.

Este procedimiento se caracteriza por ser el más sistematizado y la pequeña tensión de seguridad.

1. Realice el corte de la tubería con una cortatubo.
2. Mida la distancia de inserción, en ambos extremos de las tuberías a unir, dicha distancia es igual a la mitad de la longitud del accesorio.
3. Ingrese el accesorio hasta la longitud de inserción marcada en el extremo del tubo e introduzca la otra tubería hasta la longitud de la inserción. El accesorio no debe tocarse internamente ni los extremos de las tuberías.
4. Sujete las dos tuberías en el dispositivo de sujeción, se debe revisar que ambas marcas queden visibles en los extremos del accesorio.
5. Las dos conexiones de los accesorios deben girarse hacia arriba y unirse al enchufe de conexión del cable a soldar. Después de unir el enchufe con el soldador automático se indica la conexión correcta en el display.
6. La entrada de los parámetros de soldadura se realiza con un lápiz óptico o un scanner.
7. Una vez realizada la entrada, las características del accesorio aparecen en el display (fabricante, diámetro, temperatura, etc.).
8. Se indica el proceso de unión entre accesorio y tubería. Durante dicho proceso debe permanecer montado al dispositivo de sujeción.

9. Una vez terminado el proceso de unión se indica por una señal acústica.
10. El dispositivo de sujeción se retira al término del tiempo de enfriamiento.

Tabla No. 6 Tiempos de enfriamiento por diámetro de la tubería	
Diámetro de la Tubería	Tiempo de Enfriamiento (Minutos)
20 - 63 mm	6
75 - 110 mm	11
125 - 160 mm	16
180 - 225 mm	20
250 - 355 mm	30

Fallas comunes:

- ◆ Interrupción del proceso debido a cortes o variaciones en la energía por lo cual toca descartar tanto la tubería como los accesorios.
- ◆ Existencia de cavidades o fisuras en el área transversal de la unión, generada a movimiento de los accesorios o variaciones de voltaje.

4.4.4.4. Sistema de Unión Mecánico

Herramientas necesarias: Accesorios Mecánicos, Llaves Mecánicas.

Este sistema de unión no necesita ningún tipo de maquinaria para realizar el ensamble convirtiéndose en el más económico. Adicionalmente se puede utilizar en cualquier situación climática.

Procedimiento de termofusión por Unión Mecánico:

1. Ingrese el extremo del tubo a través de la tuerca.
2. Coloque el anillo de sujeción en el extremo del tubo con extremo de mayor diámetro hacia a fuera.
3. Introduzca el buje en el extremo de la tubería.
4. Coloque el o-ring en el borde del extremo del tubo.
5. Introduzca el cuerpo de la tubería hasta el tope.
6. Ejercer presión con el cuerpo hasta pasar el o-ring.
7. Repita los pasos 1 a 6 para ensamblar el otro tubo.
8. Asegure las tuercas manualmente para accesorios pequeños, y con llaves mecánicas para accesorios de grandes diámetros.

4.4.5. Pruebas hidrostáticas

Las tuberías de polietileno agua potable deben ser probadas hidrostáticamente (agua). No se recomienda realizar pruebas con aire o gas, ya que esta práctica de manera indebida puede causar accidentes.

Se recomienda realizar pruebas cada 500 metros de tubería instalada. Estos tramos deben estar cubiertos y atracados lo suficiente para que no se desacople la tubería, los anclajes deben estar curados y los tapones debe tener una óptima fijación.

La presión de prueba debe ser mínimo 1,5 veces la presión de trabajo de la tubería.

Dejar el sistema presurizado por 1 hora.

Las pruebas debe realizarse antes de realizar las acometidas domiciliarias.

La tubería se llena totalmente desde el punto más bajo.

El aire se expulsa de la línea durante el llenado antes de iniciar la prueba de presión. Se sugiere colocar válvulas de expulsión de aire en los puntos altos de la línea a probar.

4.4.5.1. Procedimiento para realizar pruebas hidrostáticas

Estas pruebas se deben realizar inicialmente en tramos menores a 500 m., dicha longitud puede aumentar a medida que se obtienen pruebas satisfactorias.

Cuando el sistema presenta anclajes se debe permitir el curado del concreto (7 días) antes de realizar la prueba excepto en el caso de concreto con aceleraciones.

El procedimiento se debe realizar en 2 pasos (Ensayo preliminar y ensayo principal de presión).

4.4.5.1.1. Ensayo preliminar.

Se realiza con el objetivo de establecer los prerrequisitos para el cambio de volumen generado por presión, tiempo y temperatura.

Una vez se purga el tramo se debe despresurizar el sistema hasta la presión atmosférica y mantenerlo durante 1 hora, con el fin de disipar esfuerzos sobre el sistema.

Posteriormente aumente la presión, en un lapso de 10 min, hasta alcanzar la presión de ensayo del sistema (PES) la cual se debe mantener durante 30 min mediante un bombeo continuo.

Durante 1 hora, no proporcione bombeo alguno, y mida la presión remanente al final de este periodo.

Si la presión disminuye más del 30% del PES, revise las condiciones del ensayo y realícelo nuevamente, después de 1 hora de espera.

4.4.5.1.2. Ensayo principal de presión

Se reduce rápidamente la presión remanente del ensayo preliminar sacando agua del sistema hasta alcanzar un 85% - 90% de la misma.

Se mide con presión el volumen extraído.

Se calcula la pérdida permisible de agua mediante la siguiente expresión:

$$\Delta V_{max} = 1.2V \times \Delta P \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e \times E_R} \right)$$

Donde:

ΔV_{max} : La pérdida de agua admisible en litros

V: Volumen de la sección transversal de la tubería

E_w : Módulo de la masa de agua en kilopascales (2,2 E6 Kpa)

e: Espesor de la pared de la tubería en metros

E_R : Módulo de elasticidad de la pared en kilopascales

Si la presión cae más de 25 Kpa, se considera que el ensayo falló.

PES: $PW \times 1,5$; PW = Presión de trabajo

Nota:

La PES no debe ser menor al 80% de la presión dada por el fabricante de la tubería ni mayor al 110% de la misma.

4.4.6. Desinfección de la Tubería

4.4.6.1. Redes Nuevas

- ◆ La desinfección de la tubería se debe realizar después de las tuberías hidráulicas.
- ◆ Se permite la circulación de agua con el fin de retirar materiales remanentes existentes en el sistema.
- ◆ Se debe calcular el volumen existente del tramo a desinfectar.
- ◆ Se calcula la cantidad de desinfectante para tener un aproximado de 50 gr/m³.
- ◆ Se realiza una pequeña purga a la tubería mediante el ingreso y salida de agua inicialmente sin desinfectante y posteriormente con éste incluido.
- ◆ Se cierra la válvula y se permite un reposo de 24 h.
- ◆ Durante el periodo de desinfección no se debe tener una concentración de desinfectante menor a 25 gr/m³.
- ◆ Posterior a las 24 horas se toman muestras y se envían a laboratorio.
- ◆ Si no pasan las tablas exigidas por la empresa prestadora del servicio se debe repetir el procedimiento.

4.4.6.2. Redes Reparadas

En el caso que ingrese agua o cualquier otro material a la red durante la reparación, se debe realizar una desinfección del tramo con una concentración de 500 gr/m³ durante un tiempo de 30min, con el fin de permitir el rápido funcionamiento del sistema.

5. Recomendaciones de lubricante, cemento solvente y otros

(No aplica)

6. Comportamiento hidráulico

Para evaluar el comportamiento hidráulico de las tuberías de presión, **P.V.C. GERFOR S.A.** utilizó métodos de ensayo normalizados que están claramente descritos en las normas técnicas Colombianas NTC 3578 Tuberías termoplásticas para la conducción de fluidos. Resistencia a la presión interna. Métodos de ensayo y NTC 3579 Plásticos. Determinación a la presión hidráulica de rotura a corto plazo en tubos y accesorios de plástico.

7. Mantenimiento preventivo y correctivo

El mantenimiento preventivo que se debe realizar a las tuberías presión unión mecánica fabricadas por **PVC GERFOR S.A.**, dependen directamente de las características planteadas por las empresas de acueducto y alcantarillado operadoras en la ubicación del sistema. Se recomienda utilizar los equipos convencionales empleados para realizar mantenimientos periódicos.

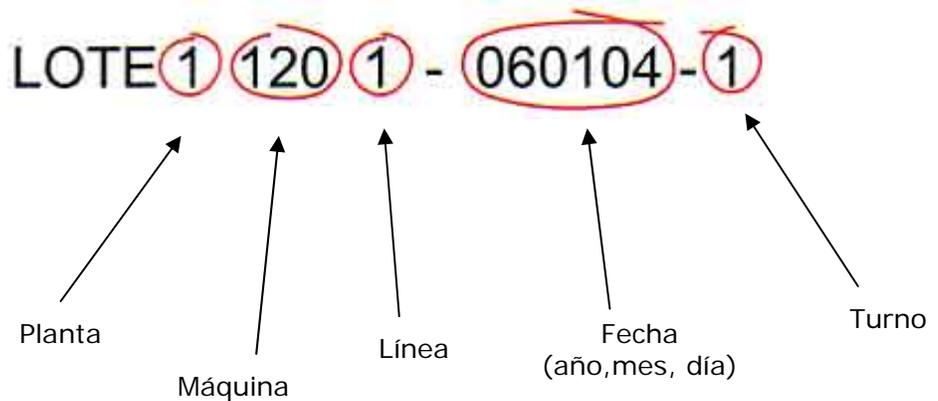
Para el mantenimiento curativo para tuberías polietileno agua potable y de acuerdo a las condiciones exigidas por cada una de las empresas del servicio, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ◆ Realizar un corte perpendicular al sentido de la tubería, revisando que no existan rayones o fisuras en los bordes cortados. Dicho corte se debe realizar con una cortadora específica o con segueta.
- ◆ La reparación únicamente se puede realizar con tuberías del mismo material.
- ◆ Las juntas entre la tubería nueva y la existente se debe realizar mediante uniones universales en hierro dúctil, específicamente diseñadas para sistemas de polietileno.

8. Rotulado

Las características de rotulado de las tuberías fabricadas por P.V.C. GERFOR S.A. cumplen con los lineamientos de la norma técnica colombiana NTC 4585.

Tabla No. 7 Rotulado de tubería PVC GERFOR	
Rotulado	Debe estar espaciado a intervalos no mayores 1,5 m
-Nombre del fabricante o marca de fábrica	El siguiente es el rótulo del producto: PVC GERFOR PE 100 AGUA POTABLE SERIE METRICA 90 X 8,2 mm TOLERANCIA B PN 16 Bar RDE 11 ICONTEC NTC 4585 LOTE 2 200 02 12 24 3
-Designación del material del tubo "PE 100"	
-Uso "Agua Potable"	
-Serie a que corresponden las dimensiones	
-Dimensiones (diámetro exterior nominal x espesor nominal de pared)	
-La tolerancia del diámetro exterior "TOLERANCIA B"	
-La presión Nominal (PN 16)	
-La sere del tubo (RDE 11)	
-Nimero de la norma ICONTEC	
-Lote de producción	



ACCESORIO TERMOFUSION

**CODO 90°
TERMOFUSION**

**Dimensiones
Disponibles
cms.**



- 63
- 75
- 90
- 110
- 160
- 200
- 250

ACCESORIO TERMOFUSION

**CODO 45°
TERMOFUSION**

**Dimensiones
Disponibles
cms.**



- 75
- 90
- 110
- 160
- 200
- 250

ACCESORIO TERMOFUSION

**TAPON
TERMOFUSION**

**Dimensiones
Disponibles
cms.**



- 63
- 75
- 90
- 110
- 160
- 200
- 250

ACCESORIO TERMOFUSION

**PORTAFLANCHE
TERMOFUSION**

**Dimensiones
Disponibles
cms.**



- 63
- 75
- 90
- 110
- 160
- 200
- 250

ACCESORIO TERMOFUSION
**TEE
TERMOFUSION**
**Dimensiones
Disponibles
cms.**


63
75
90
110
160
200
250

ACCESORIO TERMOFUSION
**REDUCCION
TERMOFUSION**
**Dimensiones
Disponibles
mm.**


75 x 63
90 x 63
90 x 75
110 x 63
110 x 75
110 x 90
160 x 90
160 x 110
200 x 160
250 x 200

ACCESORIO TERMOFUSION
**SILLETAS
TERMOFUSION**
**Dimensiones
Disponibles
mm.**


20x63 20x90
20x110 20x160
20x200 20x250
25x63 25x90
25x110 25x160
25x200 25x250
32x63 32x90
32x110 32x160
32x200 32x250

ACCESORIO TERMOFUSION
**SILLA
TERMOFUSION
CON ROSCA METALICA**
**Dimensiones
Disponibles
mm.**


1/2" NPTx63
1/2" NPTx90
1/2" NPTx110
1/2" NPTx160
1/0" NPTx200
1/2" NPTx250

ACCESORIOS ELECTROFUSIÓN.

ACCESORIO ELECTROFUSION	
CODO 90° ELECTROFUSION	Dimensiones Disponibles mm.
	32
	63
	75
	90
	110

ACCESORIO ELECTROFUSION	
CODO 45° ELECTROFUSION	Dimensiones Disponibles mm.
	63
	75
	90
	110

ACCESORIO ELECTROFUSION	
UNION ELECTROFUSION	Dimensiones Disponibles mm.
	20
	25
	32
	63
	75
	90
	110
	160
	200
	250

ACCESORIO ELECTROFUSION	
TEE ELECTROFUSION	Dimensiones Disponibles mm.
	20
	25
	32
	63
	75
	90
	110
	160

ACCESORIO ELECTROFUSION

UNION REDUCCION ELECTROFUSION	Dimensiones Disponibles mm.
	25 x 20
	32 x 20
	32 x 25
	63 x 32
	90 x 63
	110 x 63
	160 x 110
	200 x 160

ACCESORIO ELECTROFUSION

COLLARIN TOMA CARGA ELECTROFUSION	Dimensiones Disponibles mm.
	20x63 20x90
	20x110 20x160
	20x200 20x250
	25x63 25x90
	25x110 25x160
	25x200 25x250
	32x63 32x90
	32x110 32x160
	32x200 32x250
	63x200 63x250

ACCESORIO MECANICOS

RACOR MACHO MECANICO	Dimensiones Disponibles
	16mm x 1/2"
	20mm x 1/2"
	25mm x 1/2"
	25mm x 3/4"
	32mm x 1"
	63mm x 2"
	75mm x 2 1/2"
	90mm x 3"

ACCESORIO MECANICOS

UNION MECANICA	Dimensiones Disponibles
	16mm
	20mm
	25mm
	32mm
	63mm
	75mm
	90mm
	110mm

ACCESORIOS MECANICOS

RACOR HEMBRA MECANICO	Dimensiones Disponibles
	20mm x 1/2"
	25mm x 1/2"
	25mm x 3/4"
	32mm x 1"

ACCESORIOS MECANICOS

TEE MECANICA	Dimensiones Disponibles
	63mm
	75mm
	90mm
	110mm

ACCESORIOS MECANICOS

COLLARIN CON REFUERZO MECANICO	Dimensiones Disponibles cms.
	63mm x 1/2" 90mm x 2"
	63mm x 3/4" 110mm x 1/2"
	63mm x 1" 110mm x 3/4"
	75mm x 1/2" 110mm x 1"
	75mm x 3/4" 110mm x 2"
	75mm x 1" 160mm x 1/2"
	75mm x 2" 160mm x 3/4"
	90mm x 1/2" 160mm x 1"
	90mm x 3/4" 160mm x 2"
	90mm x 1" 160mm x 3"

ACCESORIOS MECANICOS	
Codo 90° MECANICO	Dimensiones Disponibles mm
	20
	25
	32
	63
	75
	90
	110

ACCESORIOS MECANICOS	
COLLARIN CON REFUERZO MECANICO	Dimensiones Disponibles cms.
	63mm x 1/2" x 1/2" 90mm x 2" x 2"
	63mm x 3/4" x 3/4" 110mm x 1/2" x 1/2"
	63mm x 1" x 1" 110mm x 3/4" x 3/4"
	75mm x 1/2 x 1/2" 110mm x 1" x 1"
	75mm x 3/4" x 3/4" 110mm x 2" x 2"
	75mm x 1" x 1" 160mm x 1/2" x 1/2"
	75mm x 2" x 2" 160mm x 3/4" x 3/4"
	90mm x 1/2" x 1/2" 160mm x 1" x 1"
	90mm x 3/4" x 3/4" 160mm x 2" x 2"
	90mm x 1" x 1" 160mm x 3" x 3"