

## Manual técnico línea infraestructura

# ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO DURAFORT, DUCTOS ELÉCTRICOS Y TELEFÓNICOS



CeltasuAliado



celta.com.co



CeltasuAliado



Celta su Aliado

# TABLA DE CONTENIDO

**4**

Propiedades del PVC

Resistencia química de los tubos y accesorios de PVC

**7**

Control de calidad

**9**

Transporte y almacenamiento

Manejo del acondicionador y la soldadura

**10**

Instructivo para efectuar uniones soldadas

**11**

Instrucción para ensamble de accesorios roscados de PVC y CPVC

Prueba hidráulica de la línea de tubos instalados

**13**

Ensamble unión mecánica acueducto

**14**

Instalación de collar de derivación

**15**

Instalación de acometidas domiciliarias en redes nuevas  
Acometidas domiciliarias

**17**

Tubos uniones mecánicas acueducto  
Excavación relleno  
Deflexiones

**19**

Empotramientos y anclajes  
Anclaje en pendientes fuertes  
Construcción de los anclajes  
Anclajes de los accesorios  
Cálculo de empuje  
Cálculo del bloque de anclaje  
Cálculo del área del anclaje  
Instalaciones especiales  
Limpieza y desinfección  
Mantenimiento

**23**

Características tubería alcantarillado Durafort

**25**

Instrucción para el ensamble unión mecánica Durafort

# TABLA DE CONTENIDO

**25**

---

Tubos alcantarillado Durafort  
Instalación  
Excavación  
Encamado - Cimentación  
Preparación del fondo de la zanja  
Relleno inicial y compactación  
Clasificación de los suelos  
Especificaciones de suelo  
Grado de compactación  
Presencia de nivel Freático  
Instalación superficial con carga viva presente  
Instalación en pendientes altas  
Instalación a la intemperie  
Condiciones de suelo inestable

**31**

---

Instalación de sillas Durafort con adhesivo epóxico

**32**

---

Instalación de sillas kit

**33**

---

Pozos de inspección y estructuras rígidas.

**34**

---

Velocidades y flujos alcantarillado Durafort

**38**

---

Deflexiones tubos alcantarillado Durafort

**40**

---

Inspecciones y pruebas en campo  
Limpieza  
Inspección visual  
Pruebas estanqueidad  
Mediciones deflexión

**41**

---

Tubos ductos eléctricos y telefónicos  
Instalación

**42**

---

Cálculo y diseño de redes hidráulicas  
Golpe de Ariete

**44**

---

Efecto de la temperatura en la presión de trabajo  
Dilatación del tubo de PVC

**45**

---

Determinación de las pérdidas  
Pérdidas de presión  
Pérdida de presión tubos riego agrícola  
Pérdida de presión tubos agua potable

**58**

---

Elemento protectores en redes hidráulicas

**59**

---

Manejo de residuos sólidos y líquidos

# PROPIEDADES DEL PVC

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO DE ENSAYO NORMA ASTM	PVC	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>			
Peso específico	D 792	1,41	1,41
Resistencia a la tensión 23°C	D 638	7,000 psi	492 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad a 23°C	D 638	400.000 psi	28.123 kg/cm <sup>2</sup>
IZOD IMPAC	D 256	0,65 ft-lb/in	0,039 kg-m/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión	D 790	14.500 psi	1.020 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión	D 695	9.600 psi	675 kg/cm <sup>2</sup>
Dureza shore D	D 676	83	
<b>PROPIEDADES TÉRMICAS</b>			
Coefficiente de expansión	D 696	4,7x10 <sup>-5</sup> in/in/°F	8,5x10 <sup>-5</sup> cm/cm/°C
Conductividad	C 177	1,0 Btu/hr.ft <sup>2</sup> , °F in	12,4 K cal/hr.m <sup>2</sup> °C cm.
<b>PROPIEDADES ELÉCTRICAS</b>			
Resistencia dieléctrica	D 149	1.400 vol/mil	
Constante dieléctrica 60 CPS a 30° C	D 150	3,6	3,6
Factor potencia 60 CPS a 30° C	D 150	0,012	0,012
<b>OTRAS PROPIEDADES</b>			
COMBUSTIÓN		Auto-extinguible	

## RESISTENCIA QUÍMICA DE LOS TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC

### RESISTENCIA A LA CORROSIÓN Y LA ABRASIÓN

Los tubos para sistemas de Alcantarillado CELTA, están fabricados en un material inerte, que garantiza excelente resistencia a la acción de las sustancias químicas y al ataque corrosivo de los materiales presentes en las aguas que transportan (ácido sulfhídrico), así como de los suelos en que están instalados (ácidos y alcalinos).

La pared interna lisa y la dureza del material, presentan un excelente comportamiento a la abrasión de los materiales presentes en el agua que transportan, con mínimo desgaste de sus paredes.

• Pruebas sobre tuberías fabricadas de PVC indican una vida útil superior a 50 años.

### RESISTENCIA QUÍMICA

Los resultados del comportamiento del PVC, se basan en inmersiones cortas en los compuestos descritos no diluidos. Esta información debe tomarse como una guía.



# RESISTENCIA QUÍMICA DE LOS TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC

DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C
Aceite de Algodón	E	E	Ácido Fórmico	E	NR	Alcohol Propílico	B	NR
Aceite de Risino	E	E	Ácido Fosfórico 25-85%	E	E	Amoniaco (Gas-seco)	E	E
Aceite de Linaza	E	E	Ácido Gálico	E	E	Amoniaco (Cloruro de amonio)	E	NR
Aceite de Lubricantes	E	E	Ácido Glicólico	E	E	Anhídrido Acético	NR	NR
Aceites Minerales	E	B	Ácido Hipocloroso	E	E	Anilina	NR	NR
Aceites y Grasas	E	B	Ácido Láctico 25%	E	E	Antraquinona	E	I
Acetaldehído	NR	NR	Ácido Laurico	E	E	Benceno	NR	NR
Acetato de Amilo	NR	NR	Ácido Linoleico	E	E	Benzoato de Sodio	B	R
Acetato de Butilo	NR	NR	Ácido Maléico	E	E	Bicarbonato de Potasio	E	E
Acetato de Elilo	NR	NR	Ácido Málico	E	E	Bicarbonato de Sodio	E	E
Acetato de Plomo	E	E	Ácido Metusulfónico	E	E	Bicromato de Potasio	E	E
Acetato de Sodio	E	E	Ácido Nicotínico	E	NR	Bifluoruro de Amonio	E	E
Acetato de Vinilo	NR	NR	Ácido Nítrico 10%	NR	NR	Bisulfato de Calcio	E	E
Acetileno	I	I	Ácido Nítrico 68%	NR	NR	Bisulfato de Sodio	E	E
Acetona	NR	NR	Ácido Oléico	E	E	Blanqueador 12.5%	B	R
Ácido Acético 80%	B	NR	Ácido Oxálico	E	E	Borato de Potasio	E	E
Ácido Acético 20%	E	NR	Ácido Palmítico 10%	E	E	Borax	E	B
Ácido Adípico	E	E	Ácido Palmítico 70%	NR	NR	Bromato de Potasio	E	E
Ácido Antraquinosulfónico	I	I	Ácido Peracético 40%	NR	NR	Bromo (Líquido)	NR	NR
Ácido Artisulfónico	R	NR	Ácido Perclórico 10%	E	E	Bromuro de Etileno	NR	NR
Ácido Arsénico	E	B	Ácido Perclórico 70%	NR	NR	Bromuro de Potasio	E	B
Ácido Bencesulfónico 10%	E	E	Ácido Pírico	NR	NR	Bromuro de Sodio	I	I
Ácido Benzóico	E	E	Ácido Selénico	I	I	Butadieno	R	NR
Ácido Bórico	E	E	Ácido Silícico	E	E	Butano	I	I
Ácido Bromhídrico 20%	E	E	Ácido Sulfuroso	E	E	Butanodiol	I	I
Ácido Brómico	E	E	Ácido Sulfúrico 10%	E	E	Butil Fenol	B	NR
Ácido Butírico	R	NR	Ácido Sulfúrico 75%	E	E	Butileno	E	I
Ácido Carbónico	E	E	Ácido Sulfúrico 90%	NR	NR	Carbonato de Amonio	E	E
Ácido Cianhídrico	E	E	Ácido Sulfúrico 98%	NR	NR	Carbonato de Bario	E	E
Ácido Cítrico	E	E	Ácido Tánico	E	E	Carbonato de Calcio	E	E
Ácido Clorhídrico 20%	I	I	Ácido Tartárico	E	E	Carbonato de Magnesio	E	E
Ácido Clorhídrico 50%	E	E	Ácidos Grasos	E	E	Carbonato de Potasio	B	B
Ácido Clorhídrico 80%	E	E	Acrilato de Etilo	NR	NR	Carbonato de Sodio (S Asn)	E	E
Ácido Cloracético 10%	B	R	Agua de Bromo	R	NR	Celulosa	R	NR
Ácido Clorosulfónico	E	I	Agua de Mar	E	E	Cianuro de Cobre	E	E
Ácido Cresílico 99%	B	NR	Agua Potable	E	E	Cianuro de Plata	E	E
Ácido Crómico 10%	E	E	Agua Regia	R	NR	Cianuro de Potasio	E	E
Ácido Crómico 30%	E	NR	Alcohol Alílico 96%	NR	NR	Cianuro de Sodio	E	E
Ácido Crómico 50%	B	NR	Alcohol Amílico	R	NR	Cianuro de Mercurio	B	B
Ácido Diclocólico	E	E	Alcohol Butílico	B	NR	Ciclohexano	NR	NR
Ácido Esteárico	B	B	Alcohol Etilico	E	E	Ciclohexanol	NR	NR
Ácido Fluorhídrico 10%	E	NR	Alcohol Metílico	E	E	Clorato de Calcio	E	E
Ácido Fluorhídrico 50%	E	NR	Alcohol Propargílico	I	NR	Clorato de Sodio	I	I

Esta tabla continúa en la siguiente página.

E = Excelente B = Buena R =Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada



# RESISTENCIA QUÍMICA DE LOS TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC

DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C
Cloro (Acuoso) Z	E	NR	Fosfato Disódico	E	E	Ocenol	I	I
Cloro (Húmedo)	E	R	Fosfato Trisódico	E	E	Oleum	NR	NR
Cloro (Seco)	E	NR	Fosgeno (Gas)	E	E	Oxicloruro de Aluminio	E	E
Clorobenceno	NR	NR	Fosgeno (Líquido)	NR	NR	Oxido Nitroso	E	E
Cloroformo	NR	NR	Freon-12	I	I	Oxígeno	E	E
Cloruro de Alilo	NR	NR	Fructosa	E	E	Pentóxido de Fósforo	I	I
Cloruro de Aluminio	E	E	Frutas (Jugos - Pulpas)	E	E	Perborato de Potasio	E	E
Cloruro de Amonio	NR	E	Furfural	NR	NR	Perclorato de Potasio	E	E
Cloruro de Amilo	NR	NR	Gas Natural	E	E	Permanganato de Potasio 10%	B	B
Cloruro de Bario	E	E	Gasolina	NR	NR	Peróxido de Hidrógeno 30%	E	I
Cloruro de Calcio	E	E	Gelatina	E	E	Persulfato de Amonio	E	E
Cloruro de Cobre	E	E	Glicerina o Glicerol	E	E	Persulfato de Potasio	E	E
Cloruro de Etilo	NR	NR	Glicol	E	E	Petróleo Crudo	E	E
Cloruro de Fenilhidrazina	R	NR	Glucosa	E	E	Potasa Cáustica	E	E
Cloruro de Magnesio	E	E	Heptano	I	I	Propano	E	I
Cloruro de Metileno	NR	NR	Hexano	NR	I	Soluciones Electrolíticas	E	E
Cloruro de Metilo	NR	NR	Hexanol (Terciario)	R	NR	Soluciones Fotográficas	E	E
Cloruro de Niquel	E	E	Hidrógeno	E	E	Soda Cáustica	E	E
Cloruro de Potasio	E	E	Hidroquinina	E	E	Sub-Carbonato de Bismuto	E	E
Cloruro de Sodio	E	E	Hidróxido de Aluminio	E	E	Sulfato de Aluminio	E	E
Cloruro de Tionilo	NR	NR	Hidróxido de Amonio	E	E	Sulfato de Amonio	E	E
Cloruro de Zinc	E	E	Hidróxido de Bario 10%	E	E	Sulfato de Bario	E	E
Cloruro Estánico	E	E	Hidróxido de Calcio	E	E	Sulfato de Calcio	E	E
Cloruro Estanoso	E	E	Hidróxido de Magnesio	E	E	Sulfato de Cobre	E	E
Cloruro Férrico	E	E	Hidróxido de Potasio	E	E	Sulfato de Hidroxilamina	E	E
Cloruro Ferroso	E	E	Hidróxido de Sodio	E	E	Sulfato de Magnesio	E	E
Cloruro Láurico	I	I	Hipoclorito de Calcio	E	E	Sulfato de Metilo	E	R
Cloruro Mercúrico	B	B	Hipoclorito de Sodio	E	E	Sulfato de Niquel	E	E
Cresol	NR	NR	Kerosina	E	E	Sulfato de Potasio	E	E
Crotonaidehido	NR	NR	Leche	E	E	Sulfato de Sodio	E	E
Dextrosa	E	E	Licor Blanco	E	E	Sulfato de Zinc	E	E
Dicloruro de Etileno	NR	NR	Licor Negro	E	E	Sulfato Férrico	E	E
Dicromato de Potasio	E	E	Licor Lanning	E	E	Sulfato Ferroso	E	E
Dicromato de Sodio	B	R	Melazas	E	E	Sulfito de Sodio	E	E
Dimetil Amina	NR	NR	Mercurio	B	B	Sulfuro de Bario	E	R
Dióxido de Azufre (Húmedo)	NR	NR	Meta Fosfato de Amonio	E	E	Sulfuro de Hidrógeno	E	E
Dióxido de Azufre (Seco)	E	E	Metil-etil-cetona	NR	NR	Sulfuro de Sodio	E	E
Dióxido de Carbono	E	E	Monóxido de Carbono	E	E	Tetracloruro de Carbono	NR	NR
Disulfuro de Carbono	NR	NR	Nafta	E	NR	Tetracloruro de Titanio	B	NR
Eter Etilico	NR	NR	Nicotina	I	I	Tetra Etilo de Plomo	I	I
Etilen Glicol	E	E	Nitrato de Aluminio	E	E	Tiocianato de Amonio	E	E
Fenol	NR	NR	Nitrato de Amonio	E	E	Tiosulfato de Sodio	E	E
Femicianuro de Potasio	E	E	Nitrato de Calcio	E	E	Tolueno	NR	NR

Esta tabla continúa en la siguiente página.

E = Excelente B = Buena R = Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada



# RESISTENCIA QUÍMICA DE LOS TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC

DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C	DESCRIPCIÓN	23°C	60°C
Ferricianuro de Sodio	E	I	Nitrato de Cobre	E	E	Tributilfosfato	NR	NR
Ferrocianuro de Sodio	E	E	Nitrato de Magnesio	E	E	Tricloruro de Fósforo	NR	NR
Ferrocianuro de Potasio	E	E	Nitrato de Níquel	E	E	Trietanol Amina	B	NR
Fluor (Gas Húmedo)	E	E	Nitrato de Potasio	E	E	Trietanol Propano	B	NR
Fluoruro de Aluminio	E	E	Nitrato de Sodio	E	E	Trióxido de Azufre	B	E
Fluoruro de Amonio 25%	NR	NR	Nitrato de Zinc	E	E	Urea	E	E
Fluoruro de Cobre	E	E	Nitrato Férrico	E	E	Vinagre	E	NR
Fluoruro de Potasio	E	E	Nitrato Mercurioso	B	B	Vinos	E	E
Fluoruro de Sodio	I	I	Nitrobenceno	NR	NR	Whisky	E	E
Formaldehído	E	R	Nitrito de Sodio	E	E	Xileno	NR	NR

## 1. CORTES

E = Excelente B = Buena R =Regular NR = No Recomendable I = Información no Comprobada

## CONTROL DE CALIDAD

CELTA cuenta con un moderno laboratorio de control de calidad manejado por ingenieros y técnicos especializados. En él son sometidos a ensayos la materia prima, compuestos, los productos en procesos y los productos finales.

Los tubos accesorios y soldaduras CELTA, son sometidos a las siguientes pruebas de laboratorio:

A su vez, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, mantiene auditoría permanente sobre los productos CELTA que ellos certifican.

### ATOXICIDAD

Las siguientes son las sustancias controladas a las tuberías y accesorios de PVC utilizadas en conducción de agua potable, de acuerdo a la resolución número 2115 del 22 de junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Plomo, Mercurio, Selenio, Níquel, Cromo Total, Boro, Cianuro Libre y Disociable, rihalometanos Totales, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos.

### DURABILIDAD

La vida útil de las tuberías y accesorios PVC está estimada en más de 50 años, bajo condiciones normales de transporte, almacenamiento, instalación y operación.

PRUEBAS DE LABORATORIO	TUBO PRESIÓN	TUBO DUCTO, ELEC	UNIÓN MECÁNICA PRESIÓN	ACCESORIOS ALCANTARILLADO	TUBO RIEGO AGRÍCOLA	TUBO TDP	TUBO DURAFORT
Diámetro exterior	•	•		•	•	•	•
Espesor de pared	•	•	•	•	•	•	•
Longitud	•	•	•	•	•	•	•
Ovalamiento	•	•	•	•	•	•	•
Aplastamiento bajo carga	•	•		•	•	•	•
Calidad de extrusión	•	•		•	•	•	•
Presión de rotura	•		•		•		
Presión sostenida	•		•		•		
Resistencia al impacto	•	•			•	•	•
Rigidez		•				•	•
Impermeabilidad de las uniones	•	•			•	•	•
Hermeticidad de las uniones			•	•		•	•
Dimensión campanas		•	•	•	•	•	•



**CELTA posee los siguientes 14 sellos de calidad, que son la máxima certificación que se otorga a un producto, ofreciendo a los consumidores una garantía permanente.**

**1. NTC 382**

Tubos Presión.

**2. NTC 979**

Tubos para Conductores Eléctricos.

**3. NTC 1087**

Tubos Sanitarios - Aguas Lluvias y ventilación

**4. NTC 1339**

Accesorios Presión.

**5. NTC 1341**

Accesorios Sanitarios.

**6. NTC 576**

Soldadura PVC.

**7. NTC 1630**

Ductos Comunicación y Redes Eléctricas.

**8. NTC 2295**

Uniones Mecánicas.

**9. NTC 3363**

Tubos de PVC corrugados con interior liso para Ductos Eléctricos y Telefónicos.

**10. NTC 3722-3**

Tubos y Accesorios de Pared Estructural para Alcantarillado.

**11. NTC 5055**

Tubos y Accesorios de PVC perfilados para uso en Alcantarillado por Gravedad, controlados por el Diámetro Interno.

**12. NTC 5425**

Tubos de presión de Poli (cloruro de vinilo orientado) Orientado, PVC0.

**13. NTC 1062**

Sistema de distribución de agua caliente y fría con tuberías plástica de Poli (Cloruro de vinilo) CPVC.

**14. NTC 3694**

Tubos tipo CTS de Polietileno (PE).

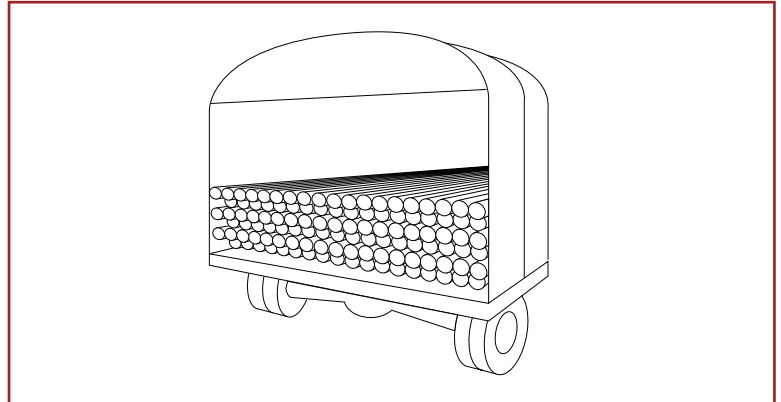
## TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

### TRANSPORTE

Durante el transporte los tubos deberán estar apoyados en toda su longitud sobre la mesa del vehículo, debe evitarse que los tubos sean golpeados o arrastrados. Verificar que la mesa del vehículo este libre de clavos o tornillos salientes que puedan perforar los tubos de PVC. Cuando se transportan distintos diámetros en el mismo vehículo, los diámetros mayores deben colocarse primero en la parte baja de la plataforma del camión. Se deben dejar libres las campanas alternando campanas y espigas para evitar deformaciones innecesarias que impidan el normal ensamble del sistema.

Se recomienda amarrar los tubos con elementos no metálicos, para que no se produzcan cortaduras, preferiblemente se deben usar correas anchas de lona.

No colocar cargas sobre las Tuberías en los vehículos de transporte.

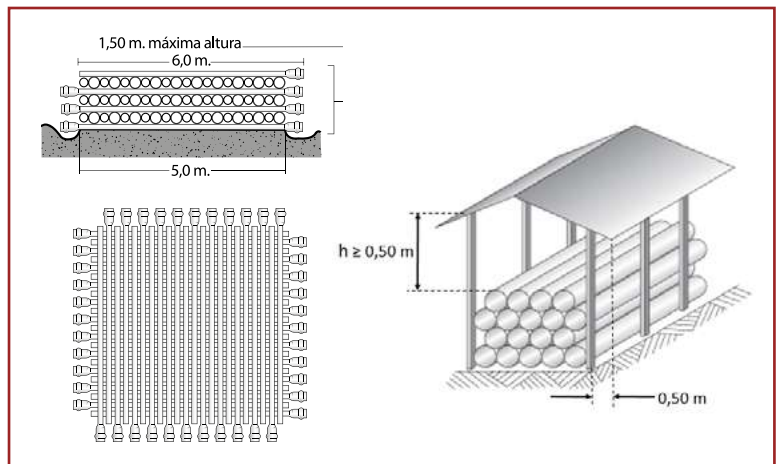


### ALMACENAMIENTO

Para su almacenamiento en la obra, los tubos deben soportarse horizontalmente en toda su longitud en una zona plana. El piso debe estar libre de puntillas u otros objetos que puedan dañar los tubos. La altura máxima en la que se debe almacenar los tubos es de 1,5 m. En caso de almacenamiento a la intemperie (mayor a 30 días), los tubos y accesorios deben protegerse de la luz solar con algún elemento protector como polietileno, polisombras, lonas, ramas, etc., asegurándose que nunca quede en contacto directo con la tubería y separándolo por lo menos 0,50 m de los tubos tanto arriba como a los lados, de modo que se prevenga una acumulación excesiva de calor. Se debe permitir la circulación de aire tanto por fuera como por dentro de los tubos.

La soldadura líquida no debe someterse a extremos de calor o frío y el sitio debe estar bien ventilado, ya que la soldadura es un producto que contiene solventes inflamables.

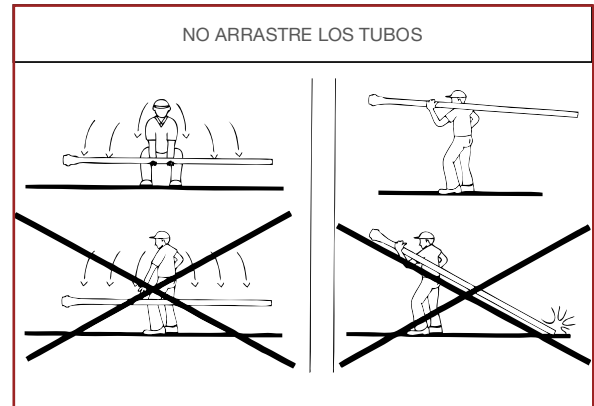
En almacenamiento de tuberías acampanadas se debe asegurar que sus campanas queden libres de cargas.





## MANIPULACIÓN Y DESCARGUE

Los tubos deben descargarse, sin dejarlos caer, tanto desde el camión de transporte como a la zanja. Durante la manipulación deben evitarse los golpes y abrasión. Los elementos de izaje que entran en contacto con la Tubería no deben ser metálicos, se recomienda utilizar correas de lona ancha. Teniendo en cuenta el peso de la Tubería y la disponibilidad en obra de maquinaria y personal, el descargue se puede hacer manualmente o usando algún equipo mecánico, como una retroexcavadora o montacargas. Además, las Tuberías pueden llegar a la obra en diferentes tipos de camiones y la manera de descargue para cada uno de ellos varía.



## MANEJO DEL ACONDICIONADOR Y SOLDADURA

### MANEJO DE ACONDICIONADOR

- El acondicionador CELTA es necesario para eliminar la grasa y acondicionar las superficies.
- El acondicionador CELTA no debe reemplazarse por productos como thinner, gasolina o similares.
- Cuando los recipientes del acondicionador no estén en uso deben permanecer bien tapados.

### MANEJO DE SOLDADURA

- La soldadura no debe presentar apariencia gelatinosa.
- No agregar thinner o similares para restaurar la viscosidad.
- El área de trabajo debe ser bien ventilada para permitir la salida de vapores.
- Debe tenerse especial precaución en efectuar una apropiada rotación de existencias. (Los primeros tarros en llegar deben ser los primeros en salir).
- Mantenga bien tapado el tarro de la soldadura cuando no lo esté utilizando.
- Verifique en el envase la fecha límite aconsejable para su uso.

### SEGURIDAD EN EL MANEJO

En el manejo de la soldadura y el acondicionador hay que tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Evite el contacto con la piel y los ojos. No inhale.
- No almacene al sol.
- No lo use cerca del fuego.
- Manténgalo fuera del alcance de los niños.
- Se recomienda el uso de mascarilla en sitios poco ventilados.

**Nota: La soldadura y el acondicionador son productos que contienen solventes inflamables, por lo tanto, se deben almacenar lejos de fuentes de calor.**



# INSTRUCCIONES PARA EFECTUAR UNIONES SOLDADAS

Uno de los métodos para unir tubos y accesorios de PVC CELTA, es a base de soldadura líquida. Siga las siguientes instrucciones para una correcta operación:

## USE SOLDADURA CORRECTA

Soldadura líquida PVC CELTA, para tubos y accesorios de PVC o Soldadura líquida CPVC CELTA para tubos y accesorios de CPVC.

### ANTES DE APLICAR LA SOLDADURA PRUEBE LA UNIÓN DEL TUBO Y EL ACCESORIO

El tubo no debe quedar flojo dentro del accesorio. En caso de que esto ocurra pruebe con otro tubo o accesorio.

#### 1. CORTES

Al realizar cortes en los tubos hágalo a escuadra.

#### 2. ACABADO DEL CORTE

Elimine las rebabas.

#### 3. NO OLVIDE LIMPIAR EL EXTREMO DEL TUBO Y LA CAMPANA DEL ACCESORIO

Con limpiador acondicionador CELTA. Esto debe hacerse aunque aparentemente estén limpios.

#### 4 y 5. APLIQUE LA SOLDADURA GENEROSAMENTE EN EL TUBO Y MUY POCAS EN LA CAMPANA DEL ACCESORIO

Con una brocha de cerda natural. No use la brocha de nylon u otras fibras sintéticas. La brocha debe tener un ancho igual a la mitad del diámetro del tubo que se está instalando.

#### 6. UNA EL TUBO CON EL ACCESORIO ASEGURÁNDOSE DE UN BUEN ASENTAMIENTO Y GIRE UN CUARTO DE VUELTA PARA DISTRIBUIR LA SOLDADURA; MANTENGA FIRMEMENTE LA UNIÓN POR 30 SEGUNDOS

En una unión bien hecha debe aparecer un cordón de soldadura entre el accesorio y el tubo. Tenga cuidado de no aplicar soldadura en exceso en el accesorio porque puede quedar activa en el interior del tubo, debilitando la pared de este. **Esto es muy importante.**

#### TODA OPERACIÓN DESDE LA APLICACIÓN DE LA SOLDADURA HASTA LA TERMINACIÓN DE LA UNIÓN NO DEBE TARDAR MÁS DE UN MINUTO

#### DEJE SECAR LA SOLDADURA UNA HORA ANTES DE MOVER EL TUBO

Antes de someter la línea, a presión, espere 24 horas para tubos y accesorios de PVC en diámetros menores de 2", en diámetros mayores espere 48 horas. En caso de tubos y accesorios Ductos Eléctricos y Telefónicos de PVC, a los cinco minutos de efectuada la unión, está listo para usar, aunque su máxima resistencia se logra varias horas después.

#### NO EFECTÚE LA UNIÓN SI EL TUBO O EL ACCESORIO ESTÁN HÚMEDOS

No permita que el agua entre en contacto con la soldadura líquida. No trabaje bajo la lluvia.

#### CUANDO NO ESTÉ EN USO

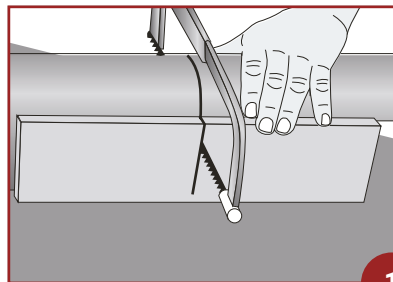
El tarro de soldadura líquida debe permanecer cerrado.

#### AL TERMINAR LIMPIE LA BROCHA

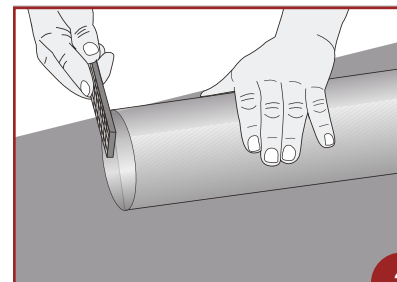
Con un poco de acondicionador CELTA.

#### NO DILUYA LA SOLDADURA CON ACONDICIONADOR

Ya que la soldadura pierde sus propiedades.



Corte tubo con una sierra. Asegúrese que el corte esté en escuadra usando una caja guía.



Quite las rebabas y las marcas de la sierra (use una lima o papel de lija).



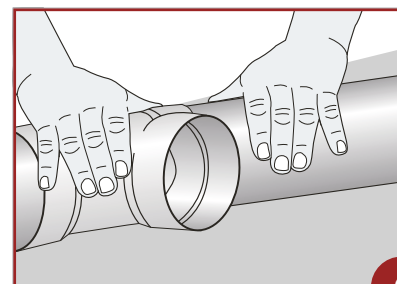
Limpie bien las superficies que se van a conectar, tanto el tubo como el accesorio, con un trapo limpio humedecido en acondicionador.



Aplique una capa fina de soldadura líquida en el interior de la campana del accesorio.



Aplique una capa más gruesa de soldadura al exterior del extremo del tubo, por lo menos en un largo igual al de la campana del accesorio.



Una el tubo con el accesorio asegurándose de un buen asentamiento y gírelo un cuarto de vuelta para distribuir la soldadura; mantenga firmemente la unión por 30 segundos.



# INSTRUCCIÓN PARA ENSAMBLE DE ACCESORIOS ROSCADOS DE PVC Y CPVC

En roscas tipo NPT (roscas cónicas para tubos y accesorios) la hermeticidad de la rosca se logra aplicando cinta teflón sobre la rosca macho. Luego se procede a enroscar hasta lograr un apriete con la mano, y después se recomienda un máximo de dos vueltas con llave.

Si se exceden estas dos vueltas, se ocasionan esfuerzos tangenciales mayores de los que el PVC puede soportar, dando como resultado el rompimiento de los accesorios (Norma NTC 3827 plásticos roscas cónicas de 60° para tubos y acoples termoplásticos roscados).

## PRUEBA HIDRÁULICA DE LA LÍNEA DE TUBOS INSTALADOS

### PROCEDIMIENTO

El propósito de esta prueba es verificar los materiales y la mano de obra. El sistema en construcción debe probarse por tramos terminados, antes de completar todo el sistema. Debe tenerse en cuenta que el o los tramos a probar deben estar suficientemente cubiertos, los anclajes en accesorios suficientemente curados, 3 días al menos, y debidamente restringido el movimiento en los taponos de los extremos.

### LLENADO DE LA TUBERÍA

La Tubería debe llenarse lentamente desde el punto más bajo de la línea. Debe calcularse la cantidad de agua necesaria para llenar la línea.

### EXPULSIÓN DE AIRE

Todo el aire debe ser expulsado de la línea durante la operación de llenado, antes de iniciar la prueba de presión. Se recomienda instalar válvulas automáticas de expulsión de aire o ventosas en los puntos altos del tramo a probar. La presencia de aire en la línea durante la prueba puede causar presiones excesivas debido a su compresión por el agua, causando fallas a la Tubería o dar errores en la prueba. Para saber si una Tubería que se está probando tiene aire atrapado, puede hacerse lo siguiente:

1. Presurice con agua a la presión deseada.
2. Permita que la presión se reduzca a un cierto nivel.
3. Mida la cantidad de agua requerida para llegar de nuevo a la presión deseada.
4. Repita los pasos 2 y 3.

Si la cantidad de agua requerida para presurizar la línea la segunda vez es significativamente menor que la requerida la primera vez, hay aire atrapado en la línea. Si no hay una diferencia significativa, hay probable fuga en la línea.

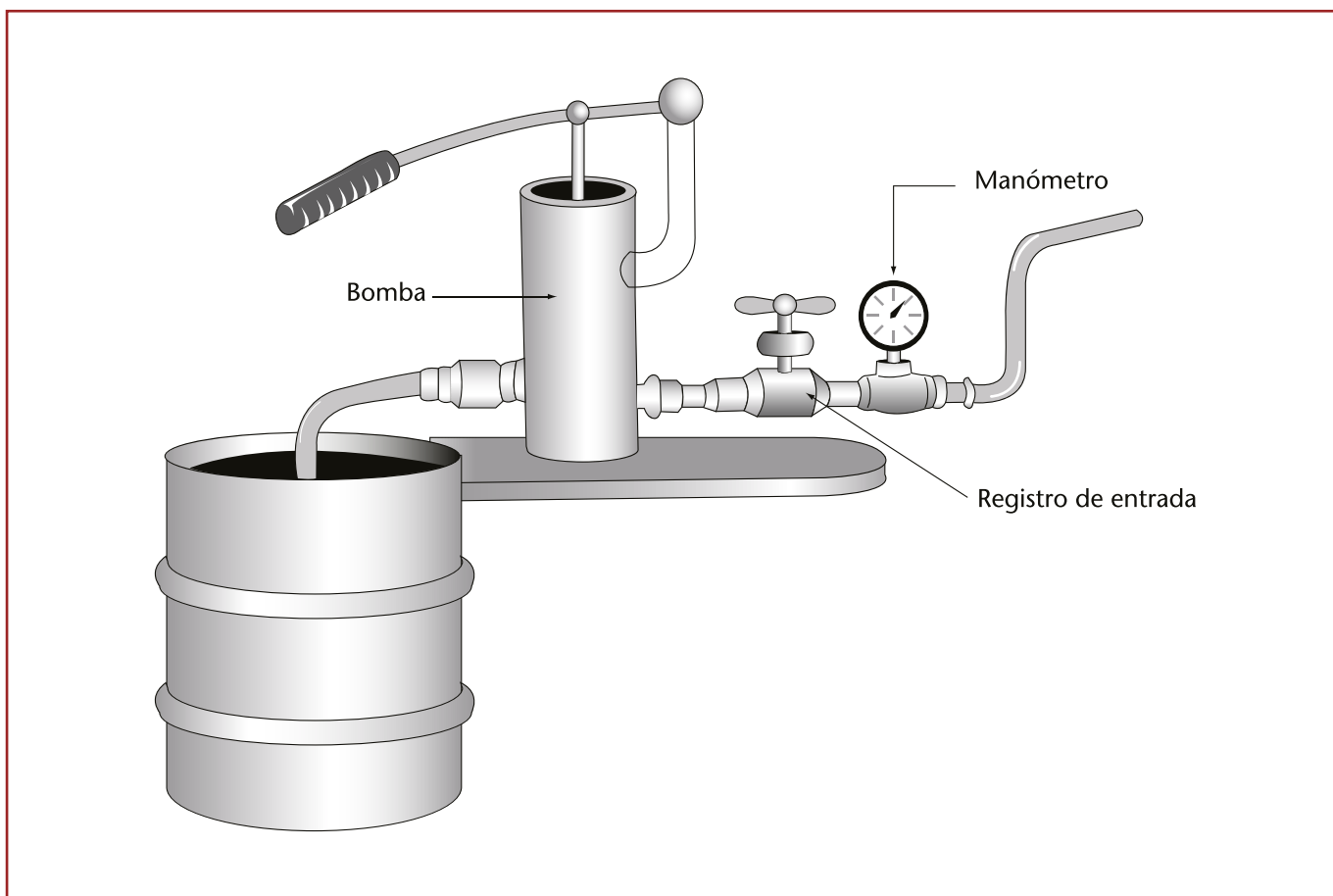
### PRUEBA DE PRESIÓN

La presión de prueba puede ser del orden del 50% sobre la presión de operación. La presión de prueba no debe exceder la presión de diseño de la Tubería, de los accesorios o de los anclajes. La presión debe ser controlada en el punto más bajo del tramo a probar que no debe ser mayor que la de diseño de la Tubería.

- Deje entrar lentamente el agua a la red instalada (la velocidad del flujo durante el llenado no debe exceder 0,6 m/seg).
- Verifique que el aire haya salido de la línea.
- Cierre los registros y observe que no haya fugas.

La bomba manual debe conectarse al registro, preferiblemente en las partes más bajas de la red, para ayudar a salir el aire. El rango del manómetro debe ser igual a la presión del diseño del tubo + 50%. La presión de prueba puede ser 1,5 veces la presión de servicio, pero nunca la presión de prueba debe superar la presión de diseño de los tubos. La variación de la presión de prueba puede oscilar entre + 6-5 psi. Si la presión se baja, revise las uniones y los registros para ubicar el escape.





El propósito de esta prueba es verificar que no haya fugas en las uniones, conexiones a accesorios y otros elementos del tramo a probar. La presión de trabajo del tramo puede ser la presión de prueba. Se mantiene esta presión por un período determinado de tiempo. El ajuste en volumen de agua necesario para mantener esa presión debe estar dentro de los valores permitidos por la Ecuación siguiente:

$$L = (N \cdot D \cdot P^{0.5}) / 7400$$

Donde:

L = Permisibilidad de la prueba, gal/hr

N = Número de uniones en el tramo, de Tubería y accesorios

D = Diámetro nominal de la Tubería, pulgadas

P = Presión promedio de la prueba, psi

El valor de L no es una aceptación de fugas, es un valor en el que se consideran variables tales como aire atrapado en el tramo, asentamiento de los hidrosellos, pequeños embombamientos de la Tubería, variaciones de temperatura, etc. Todas las fugas visibles deben ser reparadas.

## INSTRUCCIÓN PARA ENSAMBLE DE ACCESORIOS ROSCADOS DE PVC Y CPVC

En roscas tipo NPT (roscas cónicas para tubos y accesorios) la hermeticidad de la rosca se logra aplicando cinta teflón sobre la rosca macho. Luego se procede a enroscar hasta lograr un apriete con la mano, y después se recomienda un máximo de dos vueltas con llave.

Si se exceden estas dos vueltas, se ocasionan esfuerzos tangenciales mayores de los que el PVC puede soportar, dando como resultado el rompimiento de los accesorios (Norma NTC 3827 plásticos roscas cónicas de 60° para tubos y acoples termoplásticos roscados).

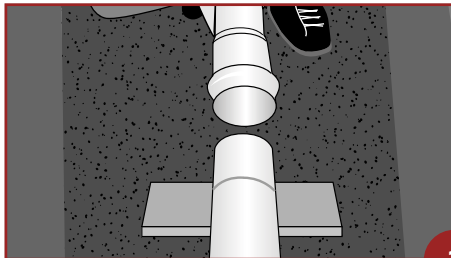


# ENSAMBLE UNIÓN MECÁNICA ACUEDUCTO

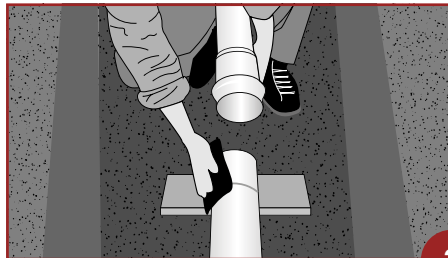
En la instalación de tubos, la limpieza es de primordial importancia, especialmente los espigos deben soportarse libremente del suelo para prevenir que el lubricante se contamine.

Se instala con mayor facilidad, si el tubo se coloca y se desplaza sobre cilindros de madera; esto ayuda a la limpieza y reduce la fricción. Estos cilindros deben quitarse antes de rellenar.

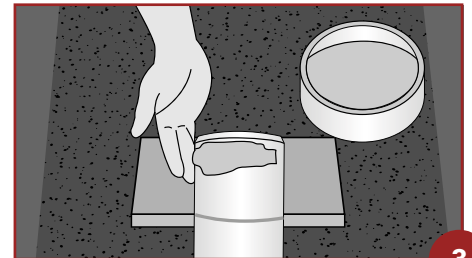
1. Coloque los tubos sobre bloques de madera para facilitar la unión (estos bloques hay que retirarlos antes de rellenar).
2. Limpie el anillo de caucho y la sección acampanada del tubo. Elimine cualquier rebaba del espigo del tubo que va a ensamblar. Marque el extremo del espigo de tal forma que al penetrar en la campana, quede aproximadamente a 1 cm del fondo.
3. Lubrique por parejo el espigo del tubo a conectar y el anillo de caucho, una longitud más o menos igual a la distancia de penetración (Asegúrese de utilizar el lubricante recomendado por el fabricante, no utilice productos como: grasas, aceites, jabón común, ya que estos podrían afectar la calidad del agua).
4. Introduzca ligeramente el espigo dentro de la campana. Verifique el buen alineamiento de los tubos. Asegúrese que los tubos estén alineados apropiadamente.
5. Utilice una barra apoyada en el piso. Con la ayuda de una pieza de madera colocada en el centro de la campana del tubo que se va a ensamblar, presione en el sentido de la línea del tubo, hasta lograr el ensamble según la marca que se hizo en el espigo.



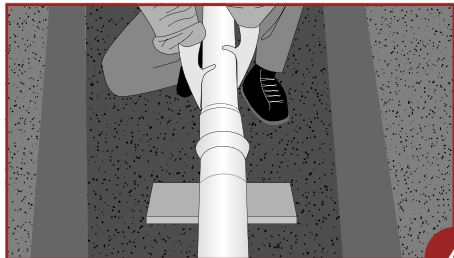
1



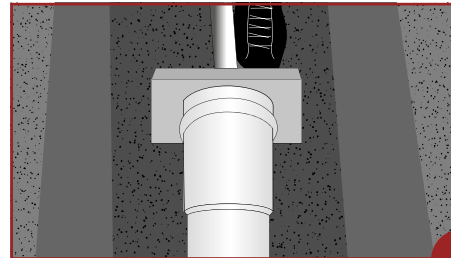
2



3



4



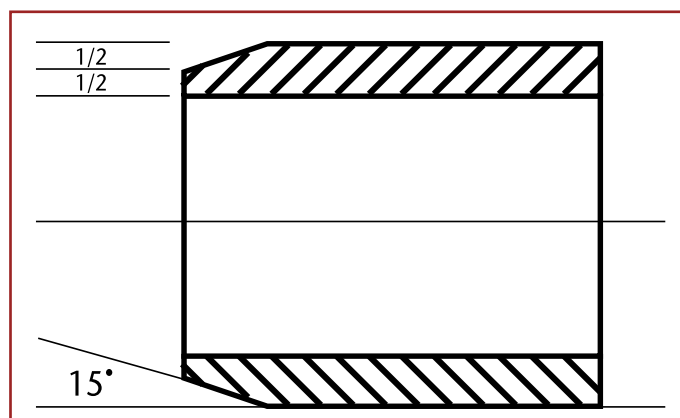
5

## OBSERVACIONES

Si es necesario biselar el tubo durante la instalación, el ángulo debe ser de  $15^\circ$  y la profundidad del bisel debe ser igual a la mitad del espesor de la pared del tubo. Para biselar el tubo debe usarse una escofina o lima.

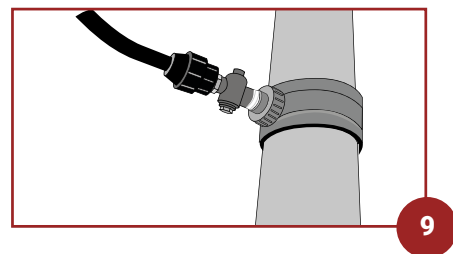
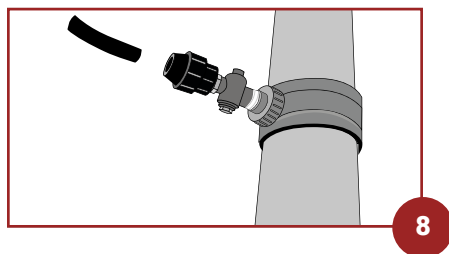
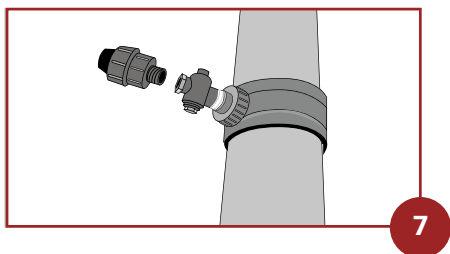
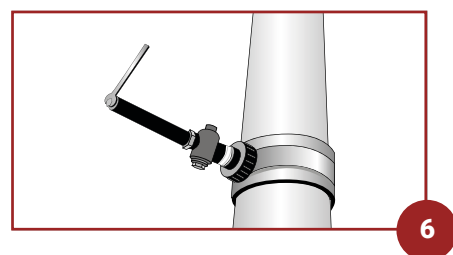
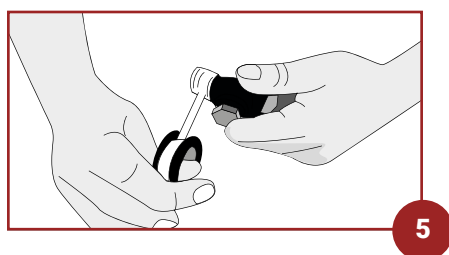
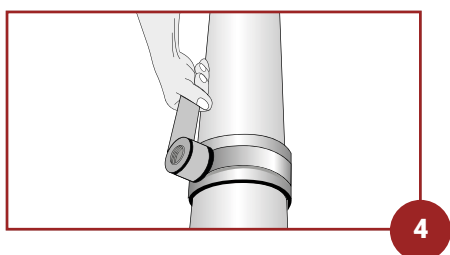
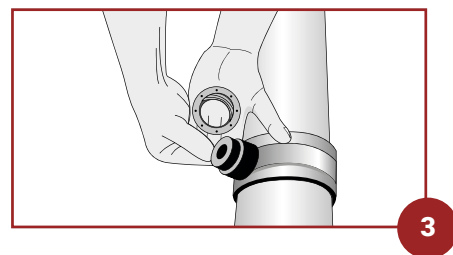
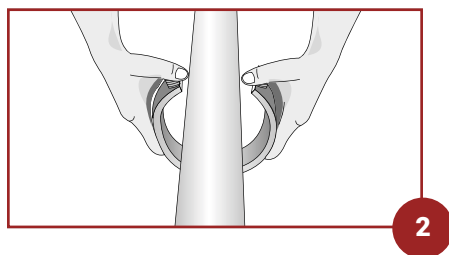
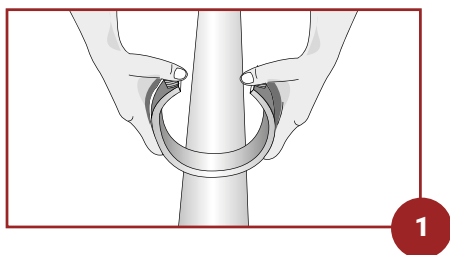
Nunca corte el espigo de un codo gran radio.

Si se realizan ensambles fuera de la zanja, observe cuidadosamente las marcas de profundidad de entradas después de bajar los tubos a esta.



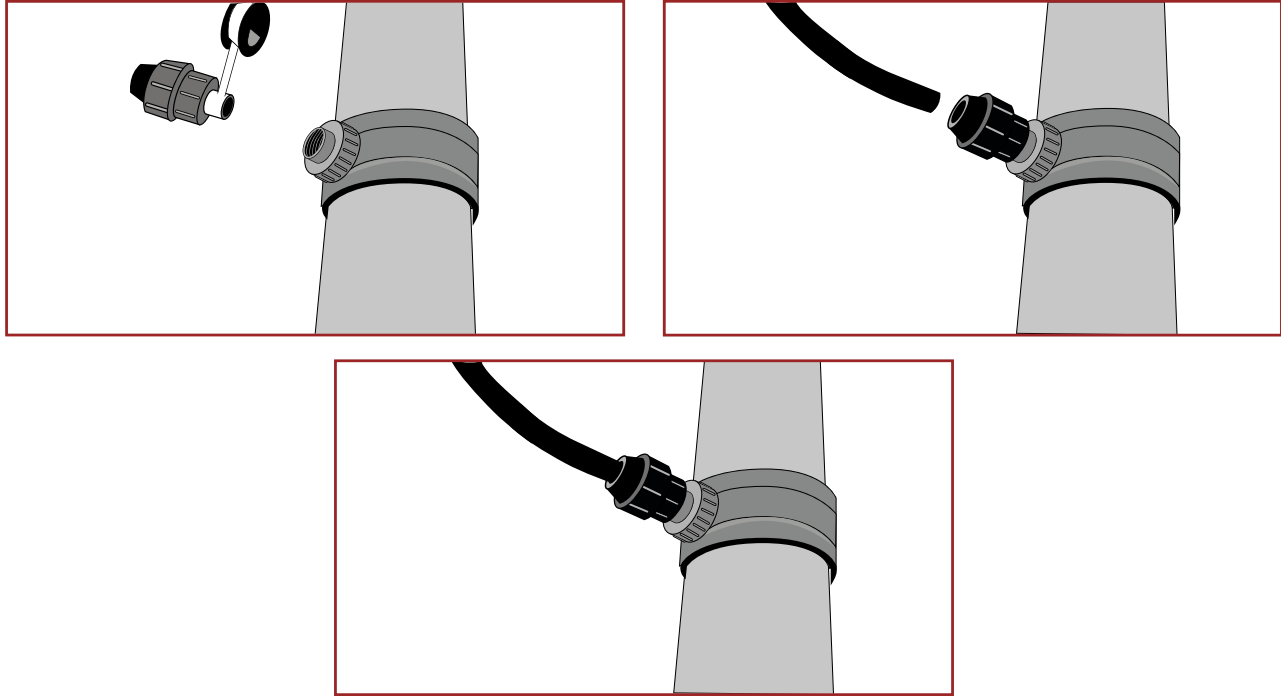
# INSTALACIÓN COLLAR DE DERIVACIÓN

1. Para conectar los tubos PF+UAD de CELTA en las instalaciones domiciliarias, primero busque el tubo del cual se va a hacer la acometida. Haga una excavación lo suficientemente amplia alrededor del tubo. Limpie el tubo para colocar el collar de derivación. Quite la tuerca y el buje de collar.
2. Instale el cuerpo del collar en el tubo. Sin golpearlo, gírelo sobre este, dejándolo girar libremente.
3. Ubíquelo en un ángulo aproximadamente 45° hacia donde va a quedar la cajilla del medidor.
4. Ajuste el buje del collar, acomodándolo con las guías que este trae; enrosque la tuerca para ajustar el buje. Hágalo con la mano hasta que esté bien apretado, luego con una llave de cinta termine de apretar.
5. Instale el registro de incorporación con cinta de teflón en el collar de derivación, no sin antes aflojar la tuerca y suavizarlo para abrir y cerrar fácilmente. Con la llave No. 12, ajuste suavemente el registro.
6. En el registro de incorporación, enrosque la máquina para perforar el tubo; esta máquina debe tener broca para metal. Una vez perforado el tubo devuelva la broca, cierre el registro, retire la máquina, y verifique que esté bien perforado. De no ser así, repita el proceso.
7. Una vez perforado correctamente, instale sobre el registro un adaptador macho PF + UAD con cinta de teflón, ajustándolo suavemente con la llave de tubo No. 12.
8. Luego afloje el mecanismo o la tuerca del adaptador para permitir que el tubo PF + UAD entre. Antes de la instalación, inspeccione el tubo buscando cortaduras, picaduras o excesiva abrasión, que puede haber ocurrido durante el manejo y transporte. Corte el tubo a escuadra usando una cuchilla bien afilada. Con esta misma hágale al tubo un bisel para evitar que se lleve el empaque o lo muerda.
9. Introduzca hasta el fondo del adaptador el tubo PF + UAD. Ajuste la tuerca con la mano fuertemente (no use llaves).



# INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS EN REDES NUEVAS

Para instalación de tubos de red domiciliaria PF + UAD al collar de derivación no se requiere de registro de incorporación, si la red a instalar es nueva o no está presurizada. Adaptador macho PF+UAD y collar de derivación con rosca hembra.



## ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

Las ventajas del tubo flexible al servicio de acometidas domiciliarias han sido comprobadas a lo largo de muchos años de éxito en instalaciones bajo todo tipo de subsuelo.

Estas incluyen reducción de costos con relación a las metálicas, facilidad de manejo e instalación, dureza excepcional, resistencia a la corrosión, mayor flujo y ahorros sustanciales tanto en la instalación inicial como en el mantenimiento a largo plazo.

Las principales ventajas que se obtienen al utilizar accesorios para acometidas domiciliarias PF + UAD son:

1. Mayor rapidez y seguridad en la instalación por su dispositivo de mordaza que evita el desacomplamiento del tubo.
2. Total hermeticidad lograda por el anillo interior de caucho, aun cuando el tubo sea flectado.
3. No se requiere el uso de herramientas para lograr el acople entre tubo y accesorio.



### ACCESORIOS PARA EL ACOPLE

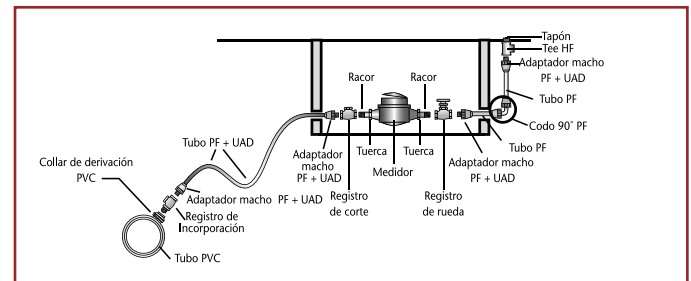
Bronce PF + AUD



Este accesorio lo suministran los fabricantes de accesorios y racores de bronce.

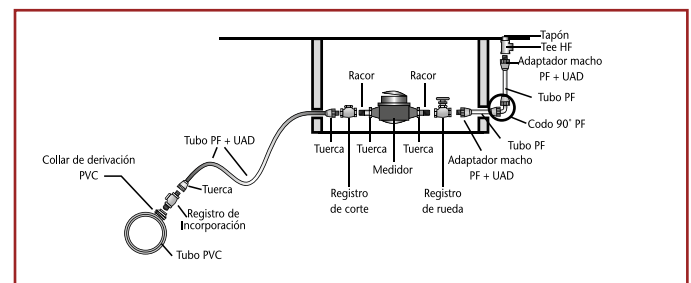


### INSTALACIÓN CON ADAPTADORES MACHOS PF+UAD



**NOTA:** Esta técnica nos permite hacer reparaciones en a acometida, sin hacer cierre del servicio en el área.

### INSTALACIÓN CON ACCESORIOS DE BRONCE



**NOTA:** Esta técnica nos permite hacer reparaciones en a acometida, sin hacer cierre del servicio en el área.

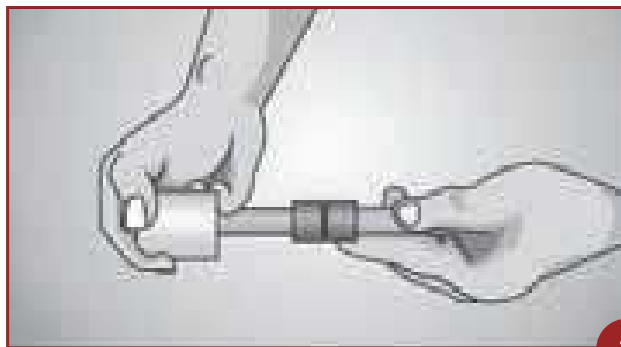
## ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

Si la acometida domiciliar se hace con registros de incorporación y de corte tipo c.u., siga las siguientes recomendaciones:

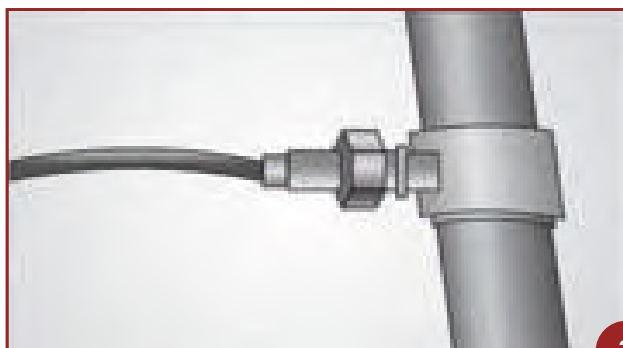
1. Inserte la Tubería en la unión de bronce. Caliente aproximadamente una zona de 3 cms. del extremo con un soplete o quemador; gire el tubo constantemente para que el calentamiento sea uniforme; no caliente excesivamente y evite quemar el tubo.
2. A continuación acampane el extremo del tubo con el expander, girándolo hasta que la campana quede perfectamente conformada. Manténgalo en su sitio hasta que el tubo se haya enfriado y la campana endurecido (60 segundos); si se retira el expander demasiado pronto, la campana no quedará bien formada.
3. Quite el expander e inmediatamente cubra la campana con la tuerca y enrosque sobre el accesorio, permitiendo que el tubo selle directamente; apriete cuanto sea posible a mano y luego únicamente de una vuelta con una llave.



1

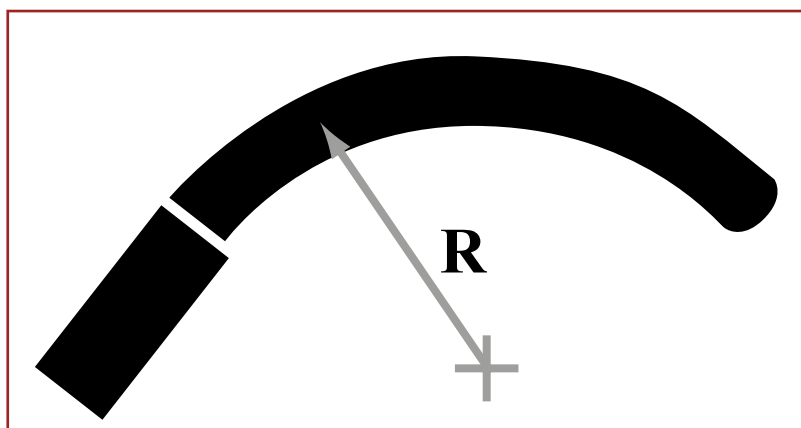


2



3

### RADIO DE CURVATURA EN FRÍO DE TUBERÍAS PF+UAD MÍNIMO RECOMENDADO



Diámetro nominal de 1/2" R= 190,56 mm

Diámetro nominal de 3/4" R= 266,76 mm





## EXCAVACIÓN Y RELLENO

1. La zanja debe ser lo más angosta posible dentro de los límites practicables: un ancho de 30 cm adicional al diámetro exterior del tubo es satisfactorio. La altura mínima del relleno por encima del tubo debe ser de 60 cm. (en áreas donde no exista tráfico pesado).

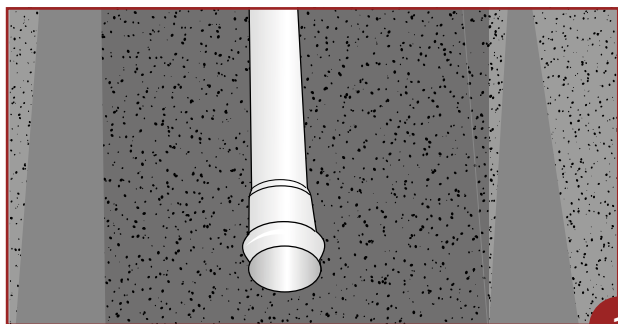
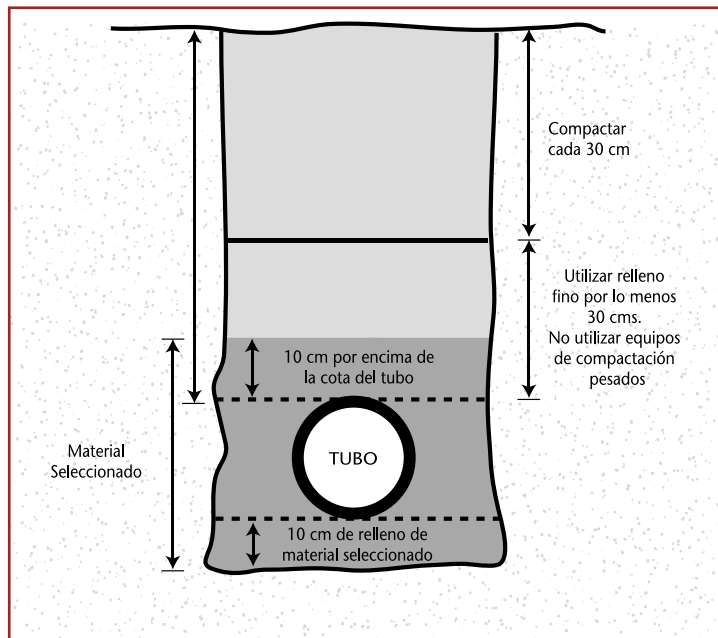
Las tuberías de acueducto se instalan a una profundidad mínima de 1 m a la cota del tubo, pero este debe definirse a criterio del consultor.

2. Debe examinarse el fondo de la zanja para evitar objetos duros como rocas, troncos, etc. No es necesario usar una capa de relleno especial, cuando el fondo de la zanja es de un material suave y fino, libre de piedras y que se puedan nivelar fácilmente. Cuando en la excavación hay rocas, debe dejarse un espacio para aplicar una capa de material fino.

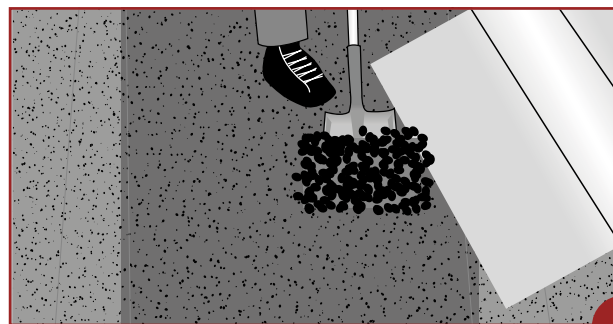
3. El relleno debe comenzarse inmediatamente, después de la colocación de los tubos con el fin de protegerlos.

El relleno inicial debe ser material fino de la misma zanja o similar. Debe llenarse con cuidado y compactarse perfectamente alrededor del tubo.

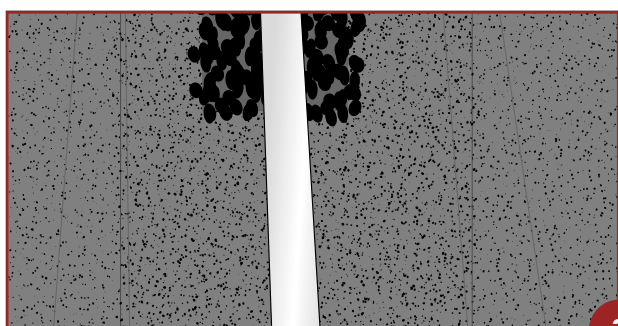
4. Cuando el material excavado tiene piedras, el material fino compactado del relleno inicial debe hacerse hasta 15 cm por encima del tubo. Esto debe reducirse a 10 cm cuando existe material de relleno libre de piedras en cantidad suficiente para otros 30 cm de altura. En ningún momento pueden incluirse en el relleno piedras o rocas que pueden asomar en el relleno inicial o llegar a hacer contacto con los tubos.



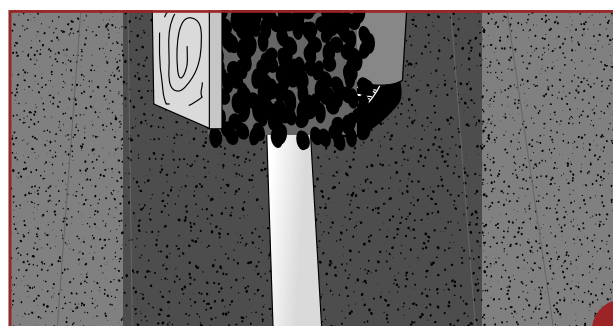
1



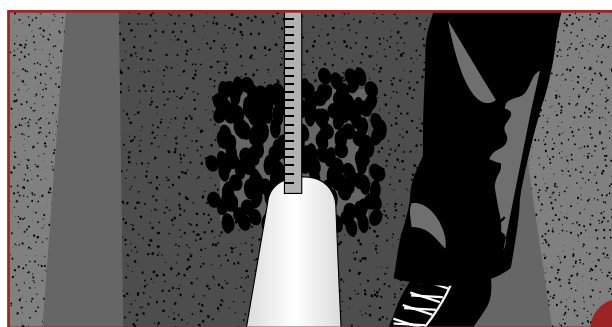
2



3



3



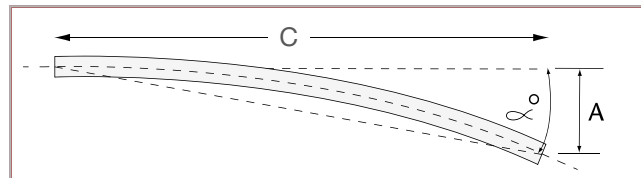
4



## DEFLEXIONES

Los tubos serie RDE permiten las siguientes deflexiones, aislando la campana para no generar tensiones.

Si el valor del ángulo alfa es mayor al valor permitido para 5,40 m de longitud de tubería, la curvatura para obtenerlo debe ser alcanzada distribuyéndola en varias longitudes de tubos.



Diámetro nominal (Pulg)	Diámetro exterior promedio (mm)	Longitud C (m)	α (grados)	A (m)	Fuerza requerida para la deflexión - (lbs)			
					RDE 21-26-32,5 y 41	RDE 21-26-32,5 y 41	RDE 21	RDE 26
2	60,32		25,65	1,19	3,01	2,49	-	-
2-1/2	73,02		21,19	0,99	5,37	4,43	-	-
3	88,90		17,40	0,81	9,74	8,10	6,62	-
4	114,30		13,54	0,63	20,73	17,20	14,08	11,40
6	168,28		9,19	0,43	66,46	55,15	45,13	36,59
8	219,08	5,40	7,06	0,33	146,24	121,72	99,48	80,33
10	273,05		5,67	0,27	283,35	235,43	193,15	155,95
12	323,85		4,78	0,23	472,73	393,11	321,91	260,29
14	355,60		4,35	0,20	626,58	520,47	425,63	344,09
16	406,40		3,81	0,18	935,94	776,88	636,34	514,31
18	457,20		3,38	0,16	1.332,39	1.106,64	906,54	732,42
20	508,00		3,05	0,14	1.827,77	1.517,89	1.242,65	1.005,58

Las tuberías DURAXIAL CELTA, permiten las siguientes deflexiones.

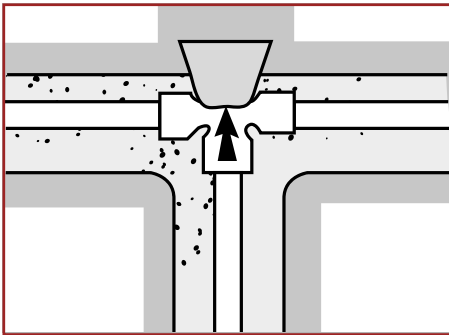
Si el valor del ángulo alfa es mayor al valor permitido para 5,40 m de longitud de tubería, la curvatura para obtenerlo debe ser alcanzada distribuyéndola en varias longitudes de tubos.

Diámetro nominal (Pulg)	Diámetro exterior promedio (mm)	Longitud C (m)	α (grados)	A (m)	Fuerza requerida para la deflexión - (lbs)	
					PR 200 psi y PR 160 psi	PR 200 psi y PR 160 psi
3	88,90	5,40	19,58	0,91	9,07	7,49
4	114,30		15,23	0,71	14,20	11,66
6	168,28		10,34	0,49	45,71	37,31
8	219,08		7,94	0,37	100,60	82,43
10	273,05		6,37	0,30	195,47	159,68
12	323,85		5,37	0,25	325,43	268,50

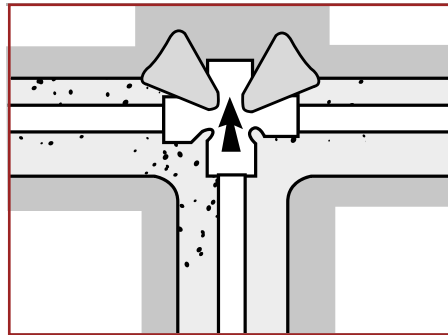


# EMPOTRAMIENTOS Y ANCLAJES

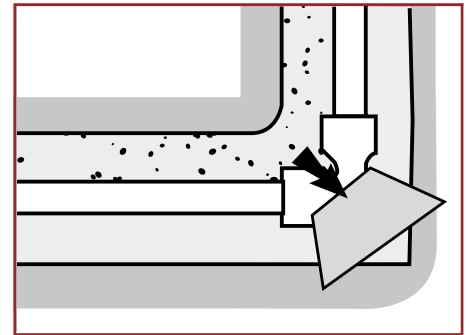
- A.** Cuando un tubo está sujeto a la presión hidrostática interna, esta presión actúa igualmente en todas las paredes del tubo, produciendo "fuerza de empuje". Es esencial eliminar estos movimientos debido a los empujes cuando el tubo no está unido por soldadura o flanges. Debe proveerse empotramiento externo en todas las tees, curvas, tapones, válvulas, etc., para resistir las fuerzas de empuje. Debido a la flexibilidad intrínseca del PVC, es además importante diseñar los empotramientos en las curvas para contrarrestar la tendencia al desacople.
- B.** Los empotramientos consisten en bloques de concreto colocados entre el tubo o los accesorios y la pared de la zanja (sin causar tensiones) para transmitir al terreno las fuerzas de empuje. Las dimensiones de los bloques dependen de la resistencia del suelo natural. (Un análisis del suelo determina esta capacidad de carga).
- C.** Todos los cambios de dirección, reducciones, válvulas, tapones, etc., deben empotrarse. Se puede usar bloque de concreto, pero debe interponerse una membrana flexible entre el concreto y el tubo para protegerlo contra la abrasión.
- D.** Al calcular las fuerzas de empuje debe incluirse el golpe de Ariete y tomarse un factor de seguridad 2:1.
- E.** Es conveniente que los accesorios tengan la mayor parte de su pared externa en contacto con el concreto, para que el bloque no solo transmita el empuje, sino que sirva de restricción del movimiento al accesorio mismo.
- El concreto no debe envolver totalmente el tubo o accesorio. Con los cambios de presión interna ocurren variaciones en el diámetro externo que no se pueden impedir, pues causarían esfuerzos cortantes innecesarios en la pared del tubo.
- F.** Es buena práctica colocar un fieltro asfáltico o un polietileno grueso entre el tubo o accesorio y el concreto para impedir la abrasión.



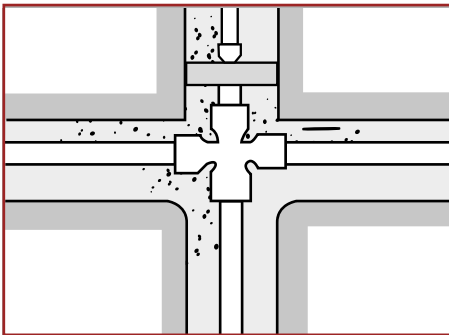
Tee en línea de conducción



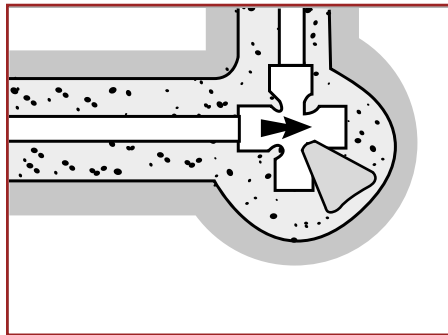
Cruz usada como Tee en la línea de conducción



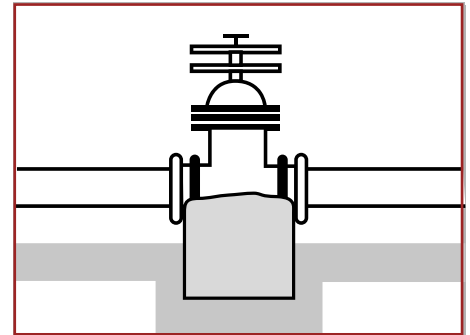
Codo en cambio de dirección



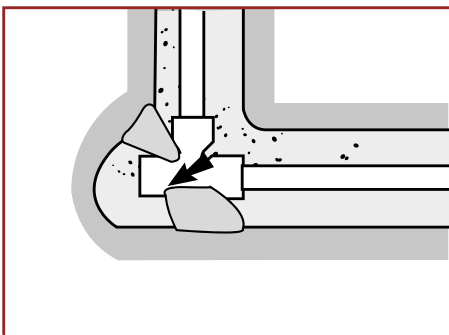
Reducción para cambio del diámetro



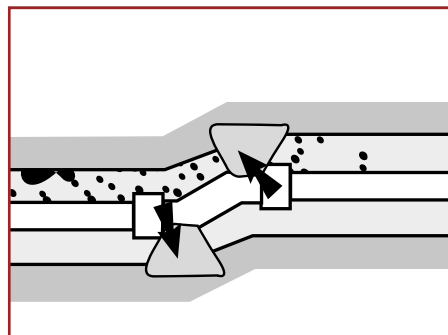
Cruz usada como codo para prolongaciones futuras



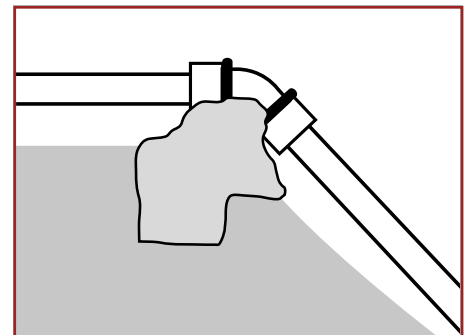
Anclaje de válvula



Tee usada como codo para prolongaciones futuras



Cambio de dirección horizontal



Cambio de dirección vertical (bajando)



## ANCLAJE EN PENDIENTES FUERTES

En las pendientes fuertes hay tendencia del relleno al deslizamiento, y puede arrastrar consigo los tubos, en la mayoría de los casos, basta apisonar muy bien en capas de 10 cm hasta llegar al nivel natural del terreno. Si por alguna razón se teme un deslizamiento, deben construirse bloques de anclaje, de manera que queden apoyados en el terreno firme que no ha sido excavado. Estos bloques de anclaje pueden hacerse cada 2 tubos (12 m).

## CONSTRUCCIÓN DE LOS ANCLAJES

Los bloques de anclaje se construyen generalmente de concreto, localizados entre el accesorio y la parte firme de la pared de la zanja. En cuanto a proporciones de la mezcla que debe utilizarse, deberá ser consultada con el ingeniero: normalmente la relación es (1:2:4), debiendo usar arena y diámetros hasta de 8" no es necesario usar formaleta especial, basta elaborar la mezcla y colocarla lo más seca posible, de tal manera que sea fácil darle la forma adecuada, con la base más ancha contra la pared de la zanja. Es conveniente y necesario que el bloque no cubra las campanas o las uniones de los accesorios.

Para diámetros mayores de 8" y presiones altas, consultar con nuestra división técnica, la cual gustosamente le indicará la forma económica y fácil de elaborar el anclaje.

## ANCLAJE DE LOS ACCESORIOS

Cuando una línea de tubos está sometida a presión interna, tiene un extremo cerrado, se presentará allí un empuje igual al producto de la presión del agua por área de la sección transversal del tubo.

Los fluidos a presión ejercen fuerzas de empuje en los sistemas de tubos; por lo cual el sistema debe empotrarse o bloquearse con el fin de contrarrestar las fuerzas de empuje ejercidas por el fluido e impedir movimientos de los tubos que producirán una rotura o debilitamiento de los tubos y/o accesorios.

El tamaño y tipo de empotramiento (bloque) depende de:

- Presión del sistema.
- Diámetro del tubo.
- Tipo de accesorio.
- Resistencia del terreno o medio circundante del sistema.
- Dirección del tubo (horizontal o vertical).

## CÁLCULO DE EMPUJE

En la mayoría de los casos, dada la importancia del empuje debido a la presión del agua, puede despreciarse la fuerza centrífuga, con base en esto, la ecuación que permite el cálculo del empuje es:

$$E = 2SP \text{ Sen } \frac{\emptyset}{2}$$

Donde:

S = Área de la sección transversal del tubo.

P = Presión unitaria interna (estático).

$\emptyset$  = Angulo de deflexión.

E = Empuje.

FUERZA DE EMPUJE EN lb. POR CADA 100 psi. EN EL SISTEMA (ACCESORIOS)

Diámetro nominal pulg.	Codo 90°	Codo 45°	Tees, Tapones y Válvulas
4"	1.800	1.100	1.300
6"	4.000	2.300	2.900
8"	7.200	4.100	5.100
10"	11.200	6.300	7.900
12"	16.000	9.100	11.300

### Ejemplo:

Calcular la fuerza de empuje ejercida sobre un codo de 90° de 8", si la presión en el sistema es 150 psi.

$$FE = \frac{150 \text{ Lbf/in}^2 \times 7200 \text{ Lb}}{100 \text{ Lbf/in}^2} = 10.800 \text{ lb. (5 toneladas)}$$

Por lo tanto, el bloque o empotramiento para contrarrestar el empuje debe calcularse para un mínimo de 5 toneladas. Ahora bien, el terreno donde están instalados los tubos influye en el tamaño en área del bloque o empotramiento.



## CÁLCULO DEL BLOQUE DE ANCLAJE

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 tal, que distribuya las cargas adecuadamente.

La ecuación sería:  $A = FE \times FD$

A = Área

FE = Fuerza de empuje.

FD = Factor de deslizamiento

En el caso de anclaje horizontal, es conveniente que el bloque esté mínimo 60 cm bajo la superficie del terreno.

**La tabla No. 1 nos da los valores de FD del terreno, con las que puede calcularse.**

TERRENO	FACTOR DESLIZAMIENTO (lb/ft <sup>2</sup> )
Pantanosos	0
Blando (barro)	500 aprox.
Arena	1000 aprox.
Arena y piedra	1500 aprox.
Arena, piedra y barro	2000 aprox.
Arena y piedra cimentadas con barro	4000 aprox.
Medio compacto y fuerte (concreto)	5000 aprox.

**Nota: El esfuerzo horizontal admisible (factor de deslizamiento) FD es aproximadamente la mitad del vertical admisible.**

## CÁLCULO DEL ÁREA DE ANCLAJE

$$\text{Área de anclaje (ft}^2\text{)} = \frac{\text{Presión sistema (psi)}}{(100 \text{ psi})} \times \frac{\text{Fuerza por cada 100 psi.}}{\text{fuerza de desplazamiento (Lb/ft}^2\text{)}}$$

### Ejemplo:

Un codo 90° de 4" trabajando a 60 psi. Máx. en arena.

$$\text{Área} = \frac{60}{100} \times \frac{1800}{1000} \text{ ft}^2 = 1.08 \text{ ft}^2$$

## INSTALACIONES ESPECIALES

Cuando la Tubería va a estar expuesta a la radiación solar, debe cubrirse con un techo opaco o protegerse con una pintura que cumpla con las siguientes características:

No debe necesitar solvente o tener base en thinner. Esta sustancia no se comporta bien con el PVC.

Debe tener un componente reflectivo, como el aluminio o similar.

Debe asegurarse la adherencia al PVC con la aplicación directa o a través de la aplicación de un "primer".

Antes de pintar la tubería debe prepararse la superficie para asegurar la adherencia; lijar suavemente en seco, limpiar con acondicionador para PVC CELTA y aplicar la pintura.



## LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Inyectar agua al tramo de la Tubería a desinfectar, manteniendo destapada la salida. Dejar drenar para lavar la tubería.

Calcular el volumen de agua necesaria para llenar el tramo de Tubería a desinfectar y determinar la cantidad de desinfectante a inyectar de tal forma que se garantice una concentración de 50mg/l de Cloro.

Inyectar agua potable al tramo a desinfectar, permitiendo que salga por el extremo de salida por unos minutos. Inyectar el desinfectante, bien sea con Cloro líquido o Hipoclorito de Sodio que garantice una concentración de 50mg/l. Este puede diluirse previamente en el agua de llenado o inyectarse separadamente. Dejar salir unos minutos más y taponar la salida y entrada, cuando se garantice la concentración de 50mg/l.

Dejar en reposo 24 horas, tiempo en el cual la concentración de Cloro debe estar mínimo en 25mg/l. Si está por debajo de este valor, debe agregarse más desinfectante.

Tomar una muestra de agua de la Tubería en proceso de desinfección. Al analizarla en un laboratorio calificado para este fin, debe estar libre de microorganismos coliformes.

Dejar pasar otras 24 horas y tomar otra muestra haciendo el mismo ensayo.

Si los resultados son satisfactorios, debe evacuarse el agua de la desinfección y proceder a hacer la conexión definitiva.

## MANTENIMIENTO

El mantenimiento preventivo debe ser el estipulado por la Empresa de Servicios Públicos que opera el acueducto. Pueden usarse los equipos de inspección y limpieza usualmente dedicados a estas actividades.

Para mantenimiento correctivo, según sea el caso del daño específico, puede consultarse con CELTA en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

## CARACTERÍSTICAS TUBERÍA ALCANTARILLADO DURAFORT

Para garantizar la estabilidad de un sistema de alcantarillado durante la vida útil para la que ha sido diseñado, los elementos que lo componen deben cumplir ciertas características como son:

- Hermeticidad
- Flexibilidad
- Resistencia a la Corrosión y la Abrasión
- Óptimo Comportamiento Hidráulico
- Resistencia al Impacto
- Facilidad de Instalación y Mantenimiento

Todas estas características son altamente superadas por las tuberías para Alcantarillado DURAFORT CELTA.

## HERMETICIDAD

Las Tuberías para Alcantarillado DURAFORT CELTA, impiden la exfiltración de agua de los conductos, protegiendo el medio ambiente al garantizar que las aguas transportadas no se exfiltren al medio y eventualmente puedan contaminar el agua sub-superficial. Además, impiden la infiltración, garantizando la estabilidad del relleno de la zanja, así como las estructuras en la superficie. Esta característica, igualmente, impide la penetración de raíces que pueden causar obstrucciones en los conductos.

En laboratorio se efectúan pruebas de acuerdo con las normas NTC 3722-1 y NTC 5055 que soportan esta afirmación, pues simulan su comportamiento asociado al uso en condiciones extremas.

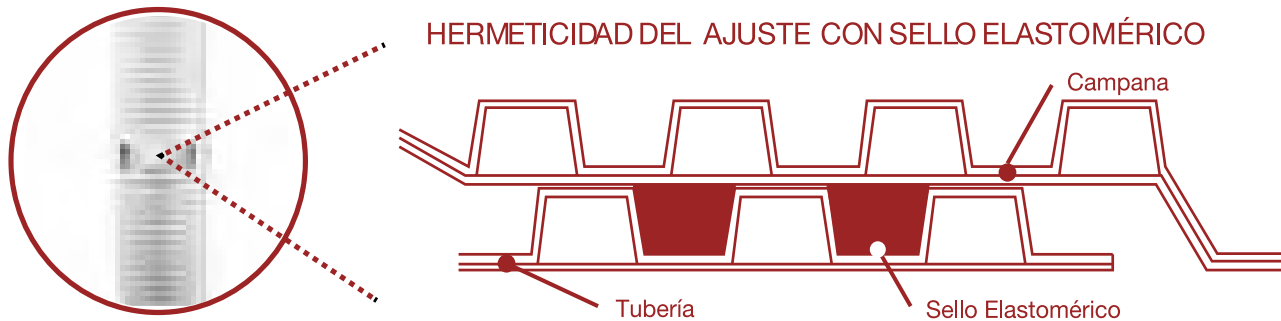
## FLEXIBILIDAD

Las Tuberías para Alcantarillado DURAFORT por ser flexibles, aseguran excelente comportamiento a los movimientos del suelo, sismos y asentamientos diferenciales, brindando estabilidad al sistema.

La rigidez de las Tuberías se determina en laboratorio, de acuerdo a la Norma NTC 3722-3 y NTC 5055 al 5% de la deflexión. La rigidez de la Tubería, más la rigidez del suelo que la rodea, aportan la resistencia estructural necesaria para soportar las cargas de diseño, conservando las ventajas de su flexibilidad.



## HERMETICIDAD DEL SELLO ELASTOMÉRICO



El aplastamiento se mide al someter muestras de tubería de 12" de largo en platos paralelos, bajo una rata de carga uniforme. Bajo estas condiciones se lleva la Tubería DURAFORT hasta una deflexión del 30% de su diámetro, comprobando que cumpla con la resistencia mínima establecida, y adicionalmente se comprueba que no se presenten grietas en el tubo.

## RESISTENCIA A LA CORROSIÓN Y A LA ABRASIÓN

Las Tuberías para Alcantarillado DURAFORT, están fabricadas en un material inerte, que garantiza excelente resistencia a la acción de las sustancias químicas y al ataque corrosivo de los materiales presentes en las aguas que transportan (ácido sulfhídrico), así como de los suelos en que están instalados (ácidos y alcalinos).

La pared interna lisa y la dureza del material, presentan un excelente comportamiento a la abrasión de los materiales presentes en el agua que transportan, con mínimo desgaste de sus paredes.

Pruebas sobre tuberías fabricadas de PVC indican una vida útil superior a 50 años.

## RESISTENCIA QUÍMICA

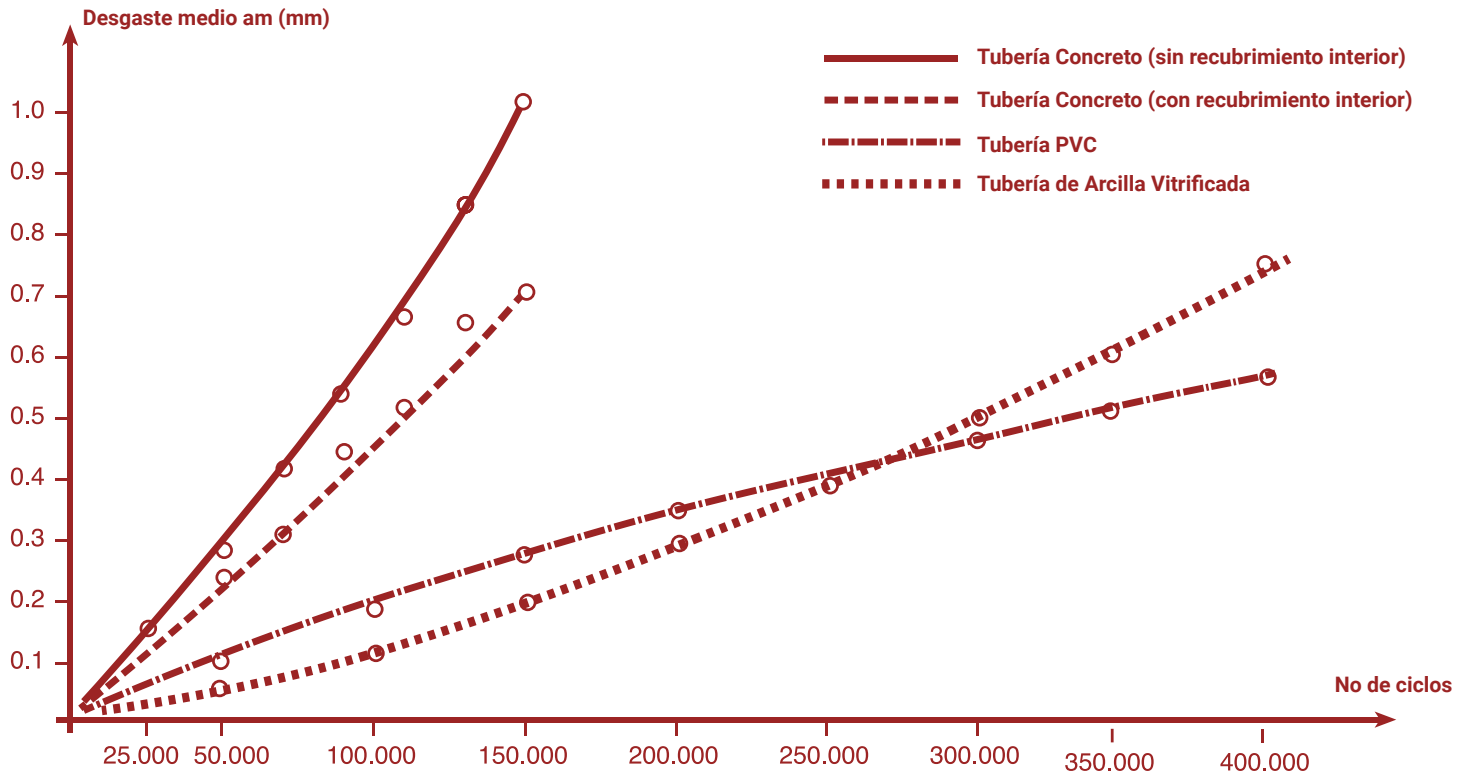
Las tuberías de alcantarillado DURAFORT presentan alta resistencia química (ver tablas páginas 5,6 y 7).

## RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

Debido a la naturaleza de las tuberías de PVC el proceso de abrasión se presenta gradualmente sobre una gran área en lugar de desarrollar puntos localizados, como en la mayoría de otros materiales, que causan falla rápida. Pruebas de abrasión realizadas por el Instituto Darmstadt (Alemania), usando grava y arena de río sobre diferentes Tuberías, produjo los siguientes resultados:

Tipo de tubería	Resultado	Adelgazamiento de pared
Concreto sin recubrimiento interno	Desgaste medible a los 150.000 ciclos.	1 mm, 150.000 ciclos
Concreto con recubrimiento interno	Desgaste medible a los 150.000 ciclos, pero menos desgaste que sin recubrimiento.	0.7 mm, 150.000 ciclos
Arcilla vitrificada	Mínimo desgaste a 260.000 ciclos. Se acelera el desgaste cuando se pierde el vitrificado.	0.75 mm, 400.000 ciclos
PVC (Ver figura)	Mínimo desgaste a 260.000 ciclos. Similar que con Arcilla Vitrificada pero menos acelerado.	0.5 mm, 400.000 ciclos

## PRUEBA DE DESGASTE EN TUBERÍAS DE DIFERENTES MATERIALES



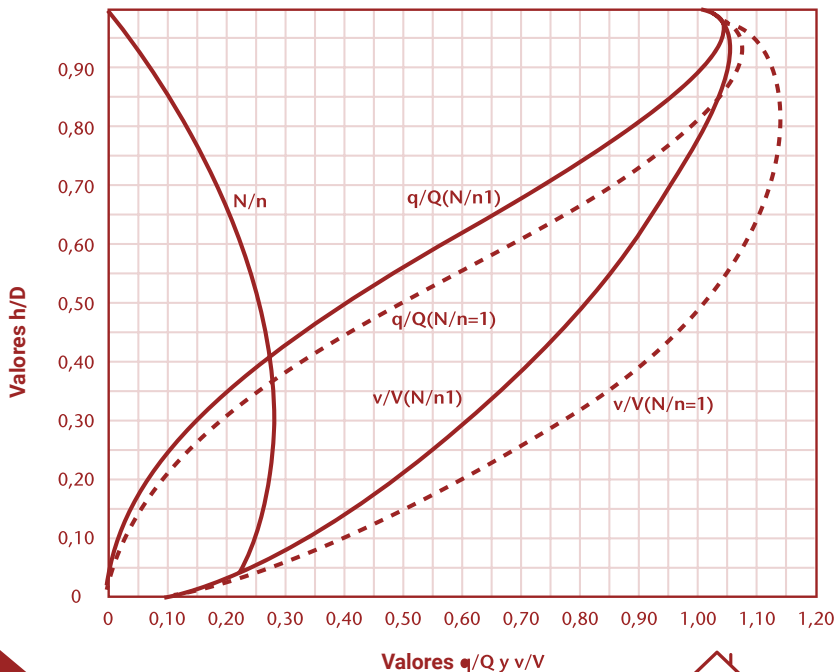
EVALUACIÓN DE ABRASIÓN USANDO ARENA Y GRAVA  
Tomado de Hand Book of PVC Pipe. Uni-Bell PVC Pipe Association

## COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO

La pared interior lisa de las Tuberías Alcantarillado DURAFORT asegura baja resistencia al flujo, dando como resultado mayor capacidad hidráulica, permitiendo menores pendientes y diámetros de diseño, (menor movimiento de tierra, transporte).

El coeficiente n de Manning recomendado para DURAFORT es 0,009.

### CUADRO GRÁFICO DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS EN CONJUNTO CIRCULAR



### RESISTENCIA AL IMPACTO

De acuerdo con las normas NTC 3722-1 se hacen ensayos que dan como resultado una resistencia al impacto de 220 lb. pie sin presentar fractura. Esta característica permite la manipulación durante el transporte e instalación sin presentar roturas ni daños, disminuyendo el desperdicio en obra.

### FACILIDAD DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

Tubos más largos y livianos permiten un manejo fácil y rápido en la etapa de transporte, almacenamiento e instalación.

- Reducción de costos en transporte y equipos.
- Facilidad y rapidez de manipulación e instalación generando mayor rendimiento.
- Reducción del personal necesario y de equipos pesados en obra.
- Reducción del riesgo de accidentes de trabajo.





## ENSAMBLE

Limpie muy bien los espigos y las campanas a unir.

Coloque el caucho en la segunda ranura del espigo del tubo.

Aplique lubricante generosamente en la campana y sobre el caucho, untándolo con una brocha, esponja o trapo.

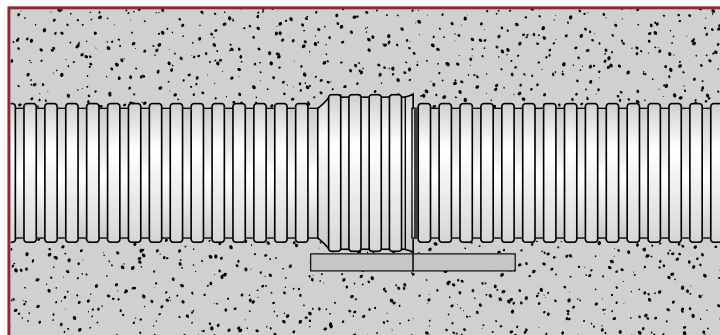
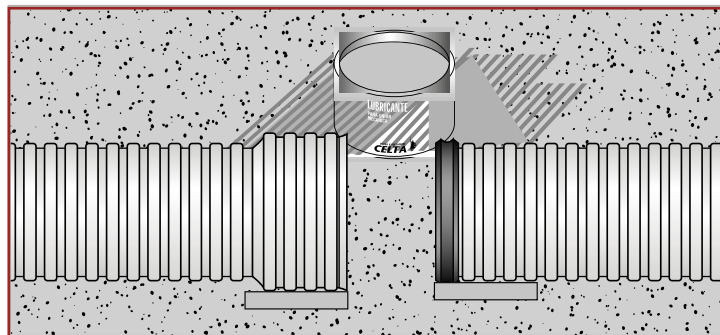
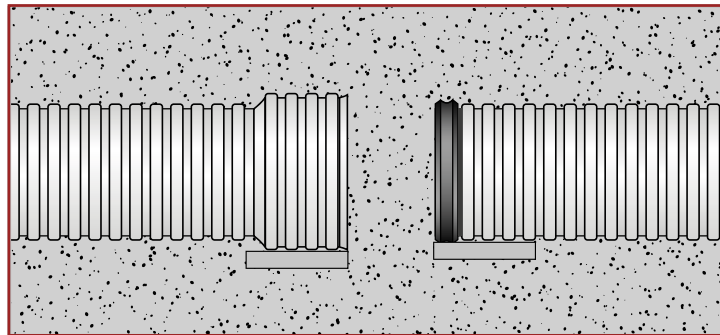
Alineé muy bien el espigo con respecto a la campana y empuje hasta verificar que la campana toque la marca de inserción.

Para la instalación de diámetros grandes se recomienda usar un bloque de madera y una barra, asegurándose que el bloque proteja al tubo de la barra.

Es importante verificar la limpieza de la campana, para evitar fugas por la presencia de partículas extrañas en la unión del espigo y la campana.



**(Asegúrese de utilizar el lubricante recomendado por el fabricante, no utilicé productos como: grasas, aceites, jabón común, ya que estos podrían afectar la hermeticidad y desempeño del sistema).**



## TUBOS ALCANTARILLADO DURAFORT

### INSTALACIÓN

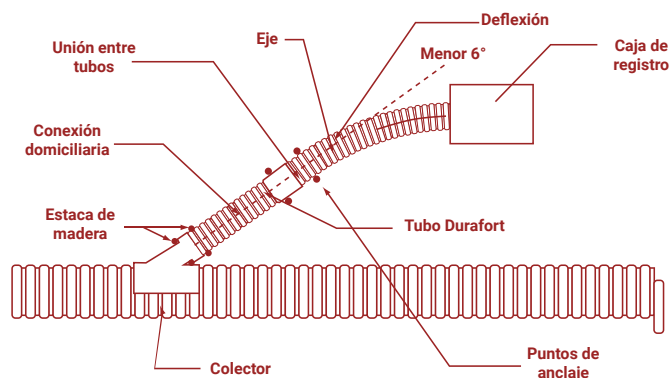
#### DIRECCIÓN Y PENDIENTE

Es importante que la dirección de instalación de un alcantarillado sea precisa y de acuerdo con los planos. Comúnmente, la dirección del alcantarillado es una línea entre cámara y cámara de inspección, las cámaras de inspección actúan o se utilizan muchas veces para cambiar la dirección. Cuando se requiere hacer curvatura sobre la línea de alcantarillado Durafort el tubo puede flectarse.

#### Nota importante tubos Durafort

- En cualquier sistema de alcantarillado, los cambios de dirección se realizan mediante cajas o pozos de inspección.
- No se deben producir tensiones en el momento de instalar el espigo dentro de la campana, por lo tanto, la deflexión debe ser de 0 grados sobre la campana. Lo anterior permite que la campana pueda absorber las deflexiones provocadas por los asentamientos del terreno y movimientos sísmicos.
- La deflexión en la campana debe ser de 0 grados en colectores y conexiones domiciliarias. Cuando se requieran cambios de dirección menores de 6 grados en las conexiones domiciliarias, estas se pueden lograr aplicando flexión sobre el tubo y aislando la campana.

La deflexión considerada será tomada respecto al eje del tubo según se aplica en el siguiente gráfico.

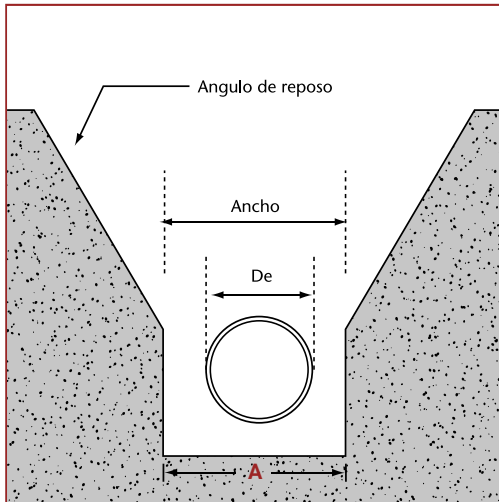


## EXCAVACIÓN

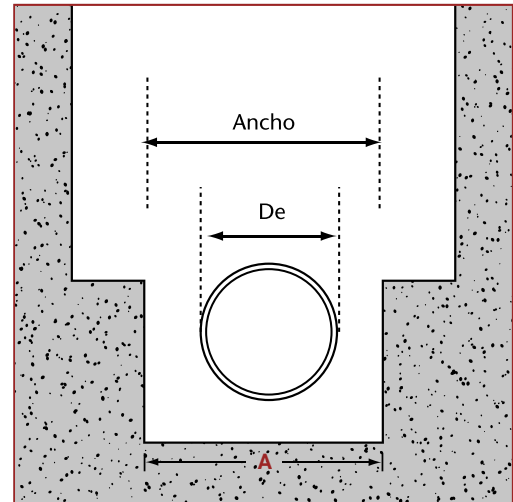
### ANCHO DE ZANJA

El ancho de la zanja debe hacerse al mínimo posible de tal forma que permita una instalación correcta y eficiente. Lo que se desea es minimizar la carga de tierra sobre los tubos. El ancho mínimo de zanja debe ser el diámetro exterior del tubo más 0,30 m, y el ancho medio de zanja será el diámetro exterior del tubo más 0,40 m. A mayor ancho de la zanja con respecto al nivel superior de los tubos, mayor será la carga de tierra. En el esquema se observa que un aumento en el ancho de la zanja, pero por encima de los tubos, no afecta la carga de tierra; esto se logra de dos formas:

#### A. EFECTUANDO UNA PENDIENTE A LOS COSTADOS DE LA ZANJA.



#### B. EXCAVANDO UNA ZANJA SECUNDARIA DE MAYOR ANCHO.



Cuando la zanja es muy angosta, se hace difícil el ensamble y la correcta instalación del tubo, como también la perfecta compactación del terreno alrededor del tubo.

En la siguiente tabla se dan recomendaciones para el ancho de la zanja acorde al diámetro nominal del tubo.

La excavación de la zanja y el relleno deben efectuarse acorde a la norma ASTM D2321.

De requerirse entibado para protección de las paredes de la zanja y estabilización del fondo durante la instalación de las tuberías, este deberá efectuarse a criterio de Ingeniero Diseñador, teniendo en cuenta que permita efectuar el encamado y relleno adecuado en la zona de la Tubería.

ANCHOS DE LA ZANJA ALCANTARILLADO DURAFORT

Diámetro nominal mm-pulg.	Diámetro exterior mm.	Anchos de zanja A	
		Mínimo en m	Medio en m
110 mm	110	0,45	0,50
160 mm	160	0,45	0,60
200 mm	200	0,50	0,60
250 mm	250	0,55	0,65
315 mm	315	0,60	0,70
355 mm	355	0,65	0,75
400 mm	400	0,70	0,80
450 mm	450	0,75	0,85
500 mm	500	0,80	0,90
24"	660	1,00	1,10
27"	730	1,10	1,20
30"	813	1,15	1,25
33"	898	1,20	1,30
36"	980	1,30	1,40



## ENCAMADO-CIMENTACIÓN

Se debe nivelar el fondeo de la zanja garantizando la pendiente de diseño, asegurando el total apoyo de la tubería en toda su longitud y debidamente soportada. No deben quedar piedras en puntas en contacto con las tuberías que ocasionen rupturas o perforaciones.

### Nota importante

Se debe excavar un poco en el sitio donde descansará la campana del tubo, de tal forma que las secciones de los tubos queden uniformemente apoyadas en toda su longitud.

El fondo de la zanja se debe acondicionar con un material granular en lo posible o utilizar materiales más económicos como arena gruesa, gravilla o triturado pequeño, obteniendo la compactación necesaria con un mínimo de apisonamiento, evitando de esta manera vacíos debajo y alrededor del cuadrante del tubo.

En reemplazo del material granular, se puede rellenar y nivelar con el material seleccionado de la excavación, teniendo el cuidado de no tener piedras grandes, terrones duros y basuras. Aquel material que tenga piedra, arcilla en pedazos, barro o materia orgánica no debe usarse.

- Si el fondo de la zanja está conformado por suelo inestable, debe estabilizarse a criterio del personal de ingenieros.
- Es recomendable colocar material de fundición y encamado en capas de 15 cm y compactar.

## RELLENO INICIAL Y COMPACTACIÓN

Una vez se realiza la instalación, se debe efectuar el relleno protegiendo el tubo contra rocas que puedan caer en la zanja; de igual forma protege el tendido de los tubos de la posibilidad de desplazamiento o de flote en caso de inundación.

Consideraciones para obtener un óptimo relleno:

- Proporcionar al suelo el soporte firme y continuo a los tubos para mantener la pendiente del alcantarillado.
- Proporcionar al suelo el soporte lateral que es necesario para permitir que los tubos y el suelo trabajen en conjunto para soportar las cargas diseñadas.
- Colocar un recubrimiento de por lo menos 15 cm y preferiblemente 30 cm por encima de los tubos y entre esta y las paredes de la zanja, de acuerdo con las especificaciones de la obra.
- Después del relleno inicial, el resto del relleno y apisonamiento pueden hacerse a máquina.

Inicialmente, se debe compactar el relleno por debajo y alrededor del tubo. Este se realiza con un pisón de mano con un pisón de vibrador. El pisón de mano es recomendable en suelos húmedos, gredosos y arenas.

En suelos arcillosos o más cohesivos es necesario usar pisón mecánico.

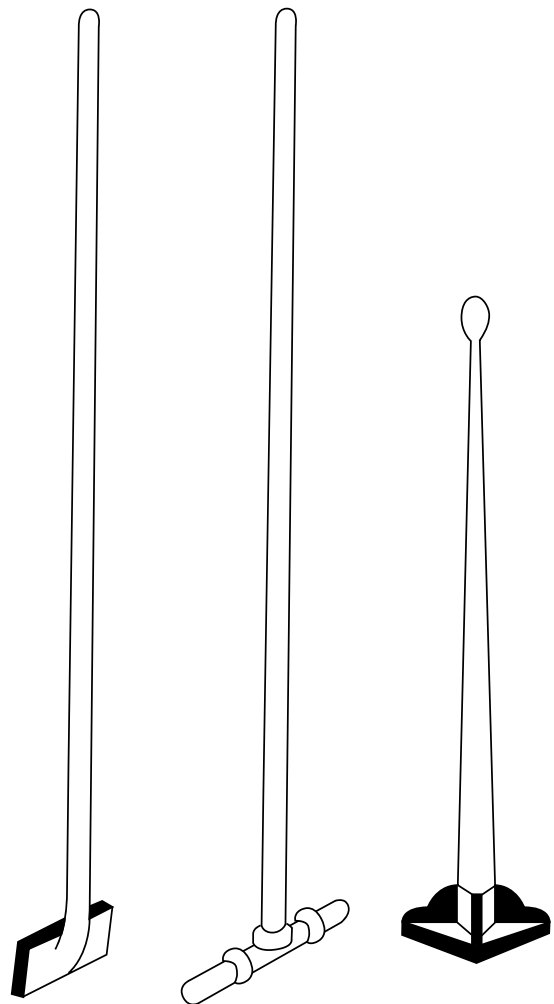
### Pisones de Mano

Se debe utilizar dos tipos de pisones. De paleta delgada para compactar en la parte inferior. El otro tipo de pisón es el de cabeza plana y se usa para los costados de los tubos.

Finalmente, se completa la operación de relleno con material no tan seleccionado como el del relleno inicial. La zanja deberá inspeccionarse antes de echar el relleno final para asegurarse de no tener piedras o elementos extraños dentro de la excavación.

### Cubierta mínima

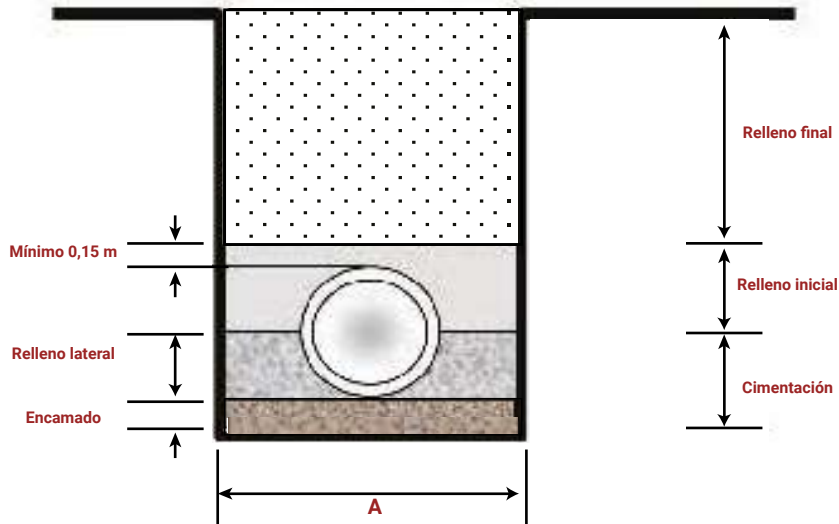
La profundidad mínima para instalar los tubos DURAFORT, debe ser de 90 cm. Para profundidades menores se deben tener precauciones, ya que los tubos pueden flectarse y rebotar bajo cargas dinámicas cuando están colocadas superficialmente y no se han colocado puentes, lo que puede resultar en roturas del pavimento.



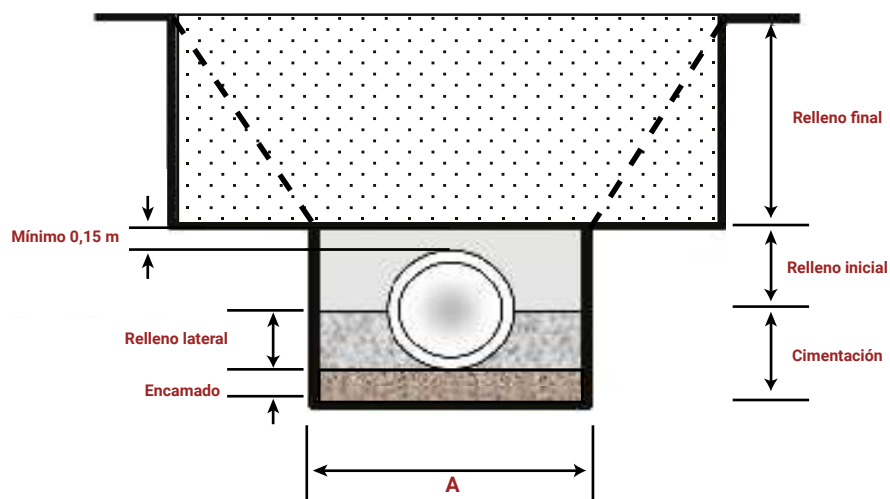
PISONES DE MANO

# TUBOS ALCANTARILLADO DURAFORT

ZANJA



ZANJA ANCHA



## CALIFICACIÓN DE LOS SUELOS

TIPO DE SUELO (SÍMBOLO)	NOMBRES TÍPICOS
GW	Gravas bien gradadas y mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.
GP	Grava mal gradadas y mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.
GM	Grava limosa, mezcla de gravas, arena y limo.
GC	Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla.
SW	Arenas bien gradadas, y arena con gravas con poco o nada finos.
SP	Arenas mal gradadas, y arena con gravas con poco o nada finos.
SM	Arena limosa, mezcla de arena y limo.
SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla.
ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arcillosos o arenas ligeramente plásticos.
CL	Arcillas inorgánicas de bajo o media plasticidad, arcilla con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
MH	Limos inorgánicos, limos micáceos y diatomáceos, limos elásticos.
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.
OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos.
PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos.



## GRADO DE COMPACTACIÓN

### Material clase I

Este tipo de material permite un grado de compactación mínimo.

Este tipo de material se debe colocar hasta la mitad el tubo.

El material restante puede ser clase II o clase III.

En caso de que el tubo esté por debajo del nivel freático o expuesto a inundación, se deberá colocar material clase I hasta la clave del tubo pero con muy poca compactación.

El tamaño recomendado es máximo 3/4" para material Clase I si es triturado de roca angular y si es de canto rodado 1-1/2".

### Material clase II

Puede ser utilizado como soporte compactándolo al 85% de máxima densidad. Se puede utilizar hasta la mitad del tubo, hasta la clave o hasta los 15 cm por encima del tubo, compactándolo en capas de 10 cm al 85% de máxima densidad.

### Material clase III

Se puede utilizar de la misma manera que el material clase II, pero la compactación deberá ser del 90% de máxima densidad.

### Material clase IV

Algunos suelos de esta clase que poseen media o alta plasticidad con límite líquido mayor al 50% (CH, MH, CH-MH), presentan reducción en su resistencia cuando se humedecen y, por lo tanto, solo se puede usar para encamado, soporte lateral y relleno inicial de los tubos en zonas áridas donde el material de relleno no se saturará cuando hay precipitación pluvial o exfiltración del tubo. Los suelos clase IV que poseen baja o media plasticidad con límite líquido menor a 50% (CL, ML, CL-ML) también requieren de una cuidadosa consideración en el diseño e instalación para controlar su contenido de humedad, pero su uso no está restringido en zonas áridas.

El uso de este suelo para cimentación debe ser evaluado y aprobado por el ingeniero de suelos del proyecto.

### Especificaciones de suelo

#### TABLAS DE CLASIFICACIÓN

Clase I Material Granular de 1/4" a 1 1/2" de diámetro (Triturado).

Clase II Suelos tipo GW, GP, SW y SP.

Clase III Suelos tipo GM, GC, SM y SC.

Clase IV Suelos tipo ML, CL, MH Y CH.

Clase V Suelo tipo OL, OH y PT.

Los materiales clase IV (MH y CH) y clase V (OL, OH y PT) no se deben utilizar para el encamado, soporte lateral y relleno inicial de la zanja.

#### GRADO DE COMPACTACIÓN DE ACUERDO CON EL TIPO DE MATERIAL Y AL MÉTODO DE COMPACTACIÓN

Tipo de material	I	II	III	IV
% Peso seco		9 - 12	9 - 18	6 - 30
Método	% de densidad máxima (Protector Standard)			
Equipo mecánico	95 - 100	95 - 100	95 - 100	95 - 100
Utilizando vibrador	80 - 95	80 - 95	80 - 95	75 - 95
Saturación	80 - 95	80 - 95		
Colocación a mano	60 - 80			
Compactación a mano		60 - 80	60 - 80	60 - 80
Volteo	60 - 80	60 - 80	60 - 80	60 - 75



## PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO

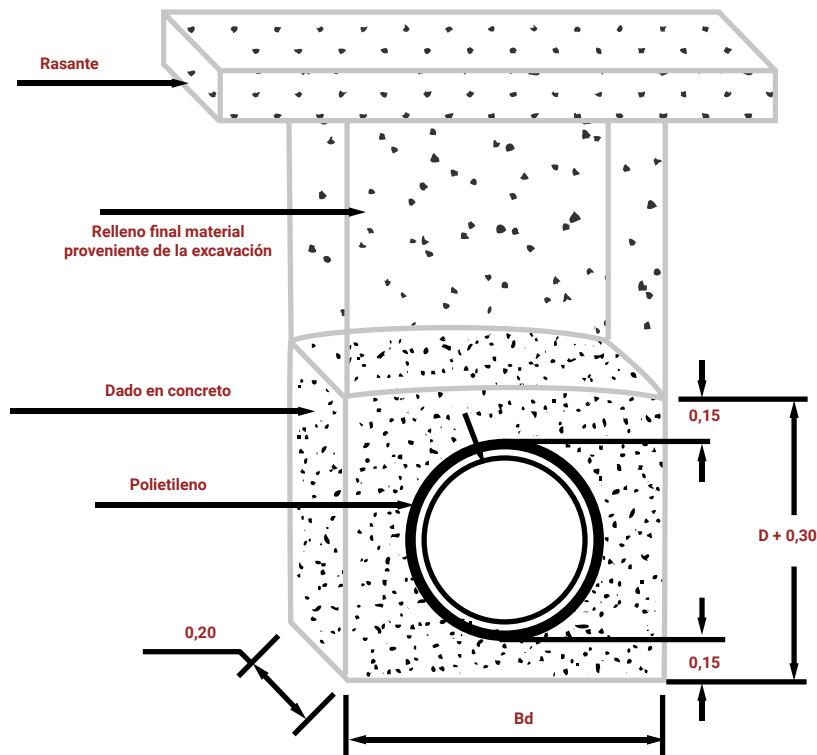
Cuando hay nivel freático presente, el encamado y al menos hasta  $1/2 D$  Ext (o hasta la altura del nivel freático), debe usarse material granular, Clase I o II, con el grado de densidad relativa que exija el diseño y envuelto en geotextil no tejido.

## INSTALACIÓN SUPERFICIAL CON CARGA VIVA PRESENTE

Cuando la profundidad de instalación es menor a 0,9 m a la clave, debe usarse para el encamado, alrededor de la tubería y hasta la rasante de la carpeta de la vía, material granular, clase I o II, con densidad relativa mayor al 70%. La profundidad mínima de instalación es de 0,40m de la columna de la tubería a la rasante.

## INSTALACIÓN EN PENDIENTES ALTAS

Debe instalarse cimentación con material granular e instalar un dado de contención en cada unión como se indica a continuación.



Se habla de pendientes altas para pendientes mayores al 15%, pero debe ser definida por el consultor de acuerdo con las condiciones específicas de cada proyecto.

## INSTALACIÓN A LA INTEMPERIE

Cuando la tubería instalada va a quedar expuesta a la radiación solar, debe cubrirse con un techo opaco o protegerse con una pintura que cumpla con las siguientes características:

- No debe necesitar solvente ni tener base thinner. Esta sustancia no se comporta bien con el PVC.
- Debe tener un componente reflectivo, como aluminio o similar.
- Debe asegurarse la adherencia al PVC con la aplicación directa o a través de la aplicación de un "primer". Una de las formas de preparar la superficie es lijando suavemente en seco, limpiando con acondicionador CELTA PVC.

## CONDICIONES DE SUELO INESTABLE

Si el suelo es de muy mala calidad y el fondo de la zanja no es estable y no permite garantizar la estabilidad de la tubería, deben diseñarse sistemas de estabilización que garanticen la sostenibilidad del sistema. Debe consultarse la opinión de un especialista en suelos y diseñar las estructuras adecuadas para la estabilización del fondo de apoyo de la tubería.

## CON ADHESIVO EPÓXICO DURAFORT

1. Use guantes como elemento de protección personal.
2. Humedézcalos con abundante agua.
3. Tome partes iguales de cada componente sin contaminar el producto en los envases.
4. Mezcle los dos componentes hasta lograr un color homogéneo. Si es necesario, humedezca nuevamente los guantes para mejorar la plasticidad de la mezcla.
5. Impregne con la mezcla las dos superficies a adherir.
6. Con la mezcla, elabore un cordón de aprox. 1,5 cm de diámetro y colóquelo en el perímetro de la perforación hecha para la conexión domiciliaria. Asegúrese de llenar completamente los valles de la tubería en el perímetro de la perforación.
7. Coloque debidamente la silla en la perforación, con la presión suficiente para expandir el cordón del producto.
8. Amarre la silla al tubo en al menos dos puntos, para asegurar la unión mientras el producto se adhiere totalmente.



1

2



6



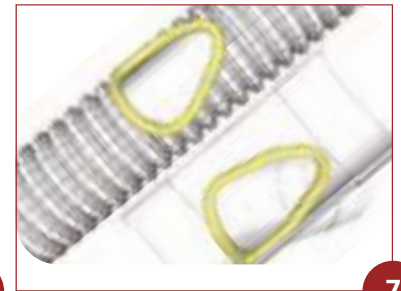
3



6



4



7



5



8

## IMPORTANTE

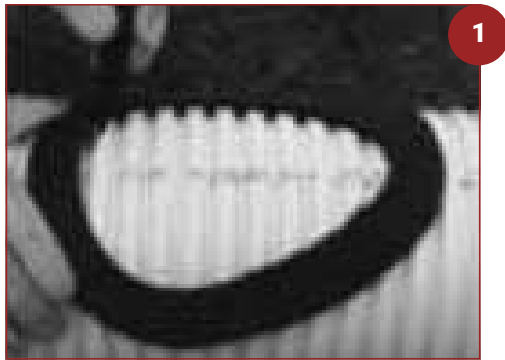
- Mantenga siempre agua cerca para humedecer los guantes y herramientas.
- No disolver. El agua se utiliza solo para la manipulación del producto.
- Realice la operación en máximo 45 minutos. Si el producto pierde plasticidad, humedezca para aumentarla.
- Lave las herramientas con agua antes de 45 minutos.
- Endurecimiento parcial: 2 horas clima cálido y 4 horas clima frío.
- Puesta en uso de las tuberías, 4 horas.
- Actúa en húmedo, seco o inmersión.



# INSTALACIÓN DE SILLAS KIT

1. Coloque el caucho de la silla sobre la tubería, haciendo coincidir las crestas del caucho con los valles de la tubería.

Trace el contorno del agujero. Utilice preferiblemente un marcador.



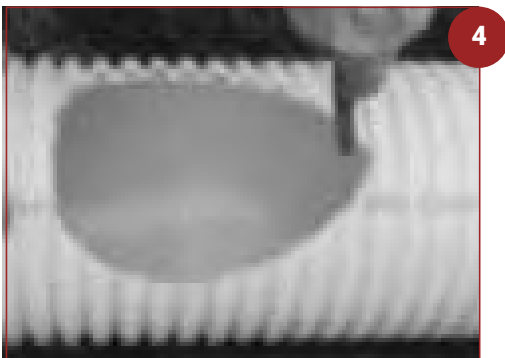
2. Perfore la tubería utilizando un villamarquín.



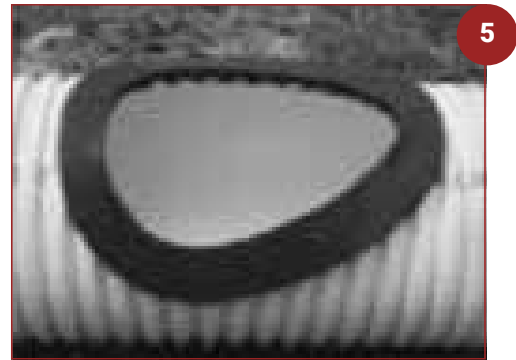
3. Con un serrucho de punta abra el hueco siguiendo el borde exterior de la marca.



4. Remueva la rebaba de la tubería hasta que la superficie quede lisa.



5. Coloque el caucho en la posición marcada teniendo la precaución de verificar que quede al borde del hueco y coincidiendo cresta y valle.



6. Instale la silla sobre el caucho y la tubería controlando que las aberturas en la tubería, caucho y salida de la silla coincidan.

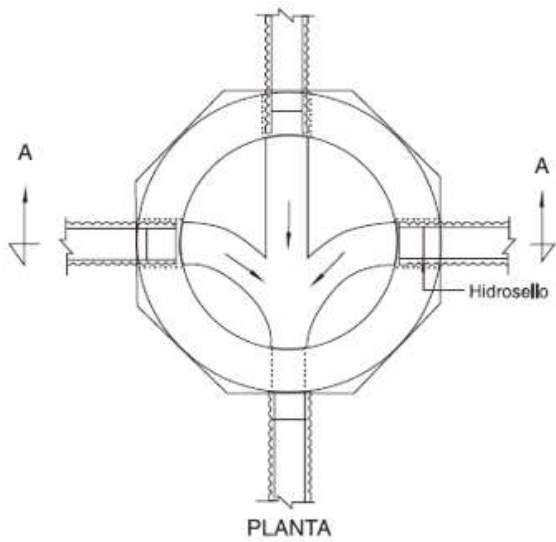
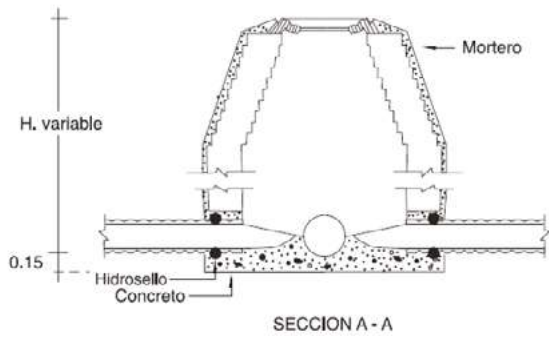


7. Coloque la abrazadera sobre la silla en la posición marcada y ajuste alternamente hasta la línea de apriete.



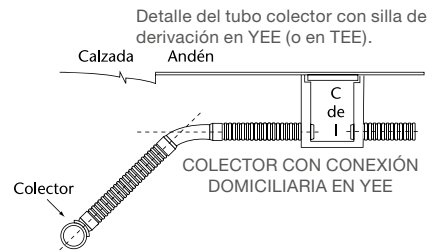
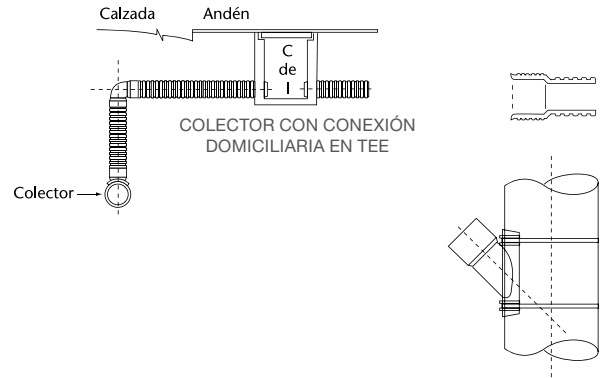


## DURAFORT

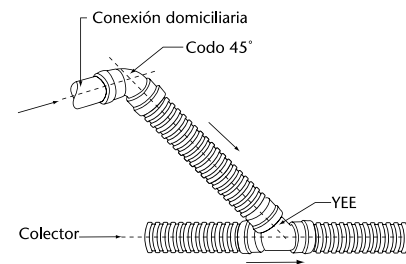


**Nota:** Colocar el hidrosello en el primer valle del tubo. El hidrosello debe quedar dentro del muro. Aplicar mortero y emboquillar.

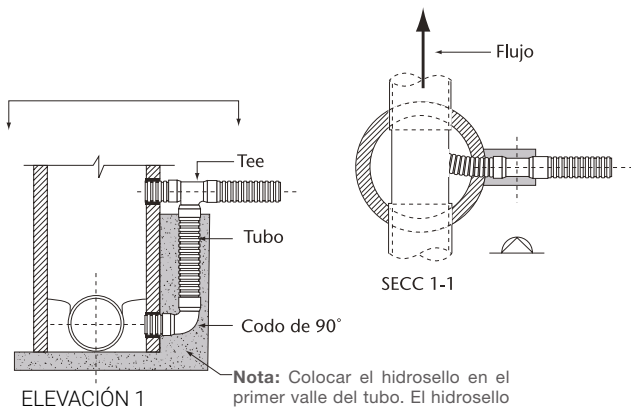
## CONEXIONES DOMICILIARIAS



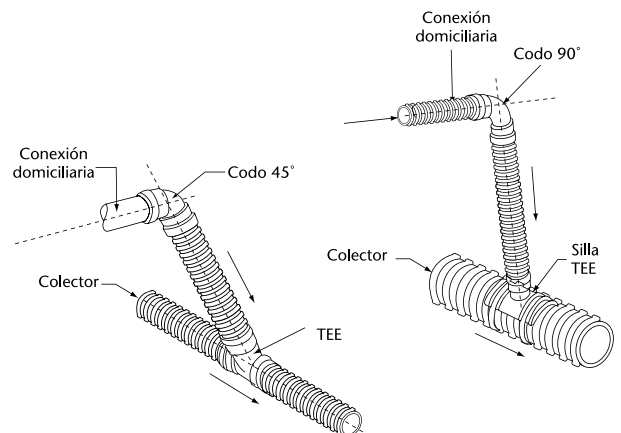
Detalle del tubo colector con silla de derivación en YEE (o en TEE).



## CAÍDA FUERA DEL POZO



**Nota:** Colocar el hidrosello en el primer valle del tubo. El hidrosello debe quedar dentro del muro. Aplicar mortero y emboquillar.



# VELOCIDAD Y FLUJOS ALCANTARILLADO DURAFORT

## FÓRMULA DE MANNING

$$Q = \frac{AR^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Q = Flujo (m<sup>3</sup>/seg)  
V = Velocidad (m/seg)  
A = Área de trabajo (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico (m)  
S = Pendiente (m/m)  
n = 0,009

% PENDIENTE	Ø NOMINAL 110 mm Ø INTERNO 99 mm		Ø NOMINAL 160 mm Ø INTERNO 145 mm		Ø NOMINAL 200 mm Ø INTERNO 182 mm		Ø NOMINAL 250 mm Ø INTERNO 227 mm		Ø NOMINAL 315 mm Ø INTERNO 284 mm		Ø NOMINAL 355 mm Ø INTERNO 327 mm		Ø NOMINAL 400 mm Ø INTERNO 362 mm		Ø NOMINAL 450 mm Ø INTERNO 407 mm		Ø NOMINAL 500 mm Ø INTERNO 452 mm	
	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s
32,5	5,38	41,41	6,94	114,57	8,07	210,03	9,35	378,57	10,86	688,02	11,93	1002,02	12,77	1314,13	13,81	1796,12	14,81	2375,66
32,0	5,34	41,09	6,88	113,68	8,01	208,40	9,28	375,65	10,78	682,70	11,84	994,28	12,67	1303,98	13,70	1782,25	14,69	2357,32
31,5	5,30	40,77	6,83	112,79	7,95	206,77	9,21	372,70	10,69	677,35	11,75	986,49	12,57	1293,76	13,59	1768,27	14,58	2338,83
31,0	5,25	40,44	6,78	111,89	7,88	205,12	9,14	369,73	10,61	671,96	11,65	978,63	12,47	1283,45	13,48	1754,18	14,46	2320,19
30,5	5,21	40,12	6,72	110,99	7,82	203,46	9,06	366,74	10,52	666,51	11,56	970,70	12,37	1273,05	13,37	1739,97	14,34	2301,41
30,0	5,17	39,79	6,67	110,07	7,76	201,79	8,99	363,72	10,43	661,02	11,46	962,71	12,27	1262,58	13,26	1725,65	14,22	2282,46
29,5	5,13	39,45	6,61	109,15	7,69	200,10	8,91	360,68	10,35	655,49	11,37	954,66	12,16	1262,01	13,15	1711,21	14,11	2263,36
29,0	5,08	39,12	6,55	108,22	7,63	198,39	8,84	357,61	10,26	649,91	11,27	946,53	12,06	1241,35	13,04	1696,65	13,99	2244,10
28,5	5,04	38,78	6,50	107,29	7,56	196,68	8,76	354,51	10,17	644,29	11,17	938,34	11,96	1230,61	12,93	1681,96	13,86	2224,67
28,0	4,99	38,44	6,44	106,34	7,49	194,94	8,68	351,39	10,08	638,61	11,07	930,07	11,85	1219,76	12,81	1667,14	13,74	2205,07
27,5	4,95	38,09	6,38	105,39	7,43	193,20	8,60	348,24	9,99	632,88	10,98	921,73	11,75	1208,82	12,70	1652,19	13,62	2185,29
27,0	4,90	37,74	6,32	104,42	7,36	191,43	8,53	345,06	9,90	627,10	10,88	913,31	11,64	1197,78	12,58	1637,10	13,49	2465,33
26,5	4,86	37,39	6,26	103,45	7,29	189,65	8,45	341,85	9,81	621,27	10,77	904,81	11,53	1186,64	12,47	1621,87	13,37	2145,19
26,0	4,81	37,04	6,21	102,47	7,22	187,85	8,37	338,61	9,71	615,38	10,67	896,24	11,42	1175,39	12,35	1606,49	13,24	2124,86
25,5	4,77	36,68	6,15	101,48	7,15	186,04	8,29	335,34	9,62	609,43	10,57	887,58	11,31	1164,04	12,23	1590,97	13,11	2104,33
25,0	4,72	36,32	6,09	100,48	7,08	184,20	8,20	332,03	9,53	603,43	10,46	878,83	11,20	1152,57	12,11	1575,30	12,99	2083,59
24,5	4,67	35,95	6,02	99,47	7,01	182,35	8,12	328,69	9,43	597,36	10,36	870,00	11,09	1140,99	11,99	1559,46	12,85	2062,65
24,0	4,62	35,59	5,96	98,45	6,94	180,48	8,04	325,32	9,33	591,24	10,25	861,08	10,97	1129,28	11,86	1543,47	12,72	2041,50
23,5	4,57	35,21	5,90	97,42	6,86	178,59	7,95	321,92	9,24	585,05	10,15	852,06	10,86	1117,46	11,74	1527,31	12,59	2020,12
23,0	4,53	34,84	5,84	96,38	6,79	176,68	7,87	318,47	9,14	578,79	10,04	842,95	10,74	1105,51	11,61	1510,97	12,45	1998,51
22,5	4,48	34,46	5,77	95,33	6,72	174,75	7,78	314,99	9,04	572,46	9,93	833,73	10,62	1093,42	11,49	1494,46	12,32	1976,67
22,0	4,43	34,07	5,71	94,26	6,64	172,80	7,70	311,47	8,94	566,07	9,82	824,42	10,51	1081,21	11,36	1477,76	12,18	1954,58
21,5	4,38	33,68	5,64	93,18	6,57	170,82	7,61	307,91	8,83	559,60	9,70	815,00	10,39	1068,85	11,23	1460,87	12,04	1932,25
21,0	4,32	33,29	5,58	92,09	6,49	168,83	7,52	304,31	8,73	553,05	9,59	805,46	10,26	1056,35	11,10	1443,78	11,9	1909,65
20,5	4,27	32,89	5,51	90,99	6,41	166,80	7,43	300,67	8,63	546,43	9,48	795,82	10,14	1043,70	10,96	1426,49	11,76	1886,78
20,0	4,22	32,49	5,44	89,97	6,33	164,76	7,34	296,98	8,52	539,72	9,36	786,05	10,02	1030,89	10,83	1408,99	11,61	1863,62
19,5	4,17	32,08	5,37	88,74	6,25	162,69	7,25	293,24	8,41	532,93	9,24	776,16	9,89	1017,92	10,69	1391,26	11,47	1840,18
19,0	4,11	31,66	5,30	87,60	6,17	160,59	7,15	289,46	8,30	526,06	9,12	766,15	9,76	1004,79	10,56	1373,31	11,32	1816,44
18,5	4,06	31,24	5,23	86,44	6,09	158,46	7,06	285,62	8,19	519,09	9,00	756,00	9,63	991,48	10,42	1355,12	11,17	1792,38
18,0	4,00	30,82	5,16	85,26	6,01	156,30	6,96	281,74	8,08	512,03	8,88	745,71	9,50	977,99	10,27	1336,68	11,02	1767,99
17,5	3,95	30,39	5,09	84,07	5,92	154,12	6,86	277,80	7,97	504,87	8,76	735,28	9,37	964,31	10,13	1317,99	10,86	1743,26
17,0	3,89	29,95	5,02	82,86	5,84	151,90	6,77	273,80	7,86	497,60	8,63	724,70	9,23	950,43	9,98	1299,02	10,71	1718,18
16,5	3,83	29,51	4,94	81,63	5,75	149,65	6,67	269,74	7,74	490,23	8,50	713,97	9,10	936,35	9,84	1279,78	10,55	1692,72
16,0	3,77	29,06	4,87	80,39	5,66	147,36	6,56	265,63	7,62	482,74	8,37	703,07	8,96	922,06	9,69	1260,24	10,39	1666,88
15,5	3,72	28,60	4,79	79,12	5,58	145,04	6,46	261,44	7,50	475,14	8,24	691,99	8,82	907,53	9,53	1240,39	10,22	1640,62
15,0	3,65	28,13	4,71	77,83	5,48	142,68	6,35	257,19	7,38	467,41	8,11	680,74	8,67	892,78	9,38	1220,22	10,06	1613,95
14,5	3,59	27,66	4,63	76,53	5,39	140,29	6,25	252,87	7,25	459,56	7,97	669,30	8,53	877,77	9,22	1199,71	9,89	1586,82
14,0	3,53	27,18	4,55	75,19	5,30	137,85	6,14	248,47	7,13	451,57	7,83	657,66	8,38	862,50	9,06	1178,84	9,72	1559,22
13,5	3,47	26,69	4,47	73,84	5,20	135,36	6,03	243,99	7,00	443,43	7,69	645,81	8,23	846,96	8,90	1157,60	9,54	1531,12
13,0	3,40	26,19	4,39	72,46	5,11	132,83	5,92	239,43	6,87	435,14	7,55	633,73	8,08	831,13	8,73	1135,96	9,36	1502,50



# VELOCIDAD Y FLUJOS ALCANTARILLADO DURAFORT

% PENDIENTE	Ø NOMINAL 110 mm Ø INTERNO 99 mm		Ø NOMINAL 160 mm Ø INTERNO 145 mm		Ø NOMINAL 200 mm Ø INTERNO 182 mm		Ø NOMINAL 250 mm Ø INTERNO 227 mm		Ø NOMINAL 315 mm Ø INTERNO 284 mm		Ø NOMINAL 355 mm Ø INTERNO 327 mm		Ø NOMINAL 400 mm Ø INTERNO 362 mm		Ø NOMINAL 450 mm Ø INTERNO 407 mm		Ø NOMINAL 500 mm Ø INTERNO 452 mm	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s
12,5	3,34	25,68	4,30	71,05	5,01	130,25	5,80	234,78	6,74	426,69	7,40	621,43	7,92	814,99	8,56	1113,90	9,18	1473,32
12,0	3,27	25,16	4,22	69,62	4,91	127,62	5,68	230,04	6,60	418,07	7,25	608,87	7,76	798,52	8,39	1091,40	9,00	1443,56
11,5	3,20	24,63	4,13	68,15	4,80	124,93	5,56	225,19	6,46	409,27	7,10	596,05	7,60	781,71	8,21	1068,42	8,81	1413,16
11,0	3,13	24,09	4,04	66,65	4,70	122,19	5,44	220,24	6,32	400,27	6,94	582,95	7,43	764,53	8,03	1044,93	8,61	1382,10
10,5	3,06	23,54	3,94	65,12	4,59	119,38	5,32	215,18	6,17	391,07	6,78	569,55	7,26	746,95	7,85	1020,91	8,42	1350,32
10,0	2,98	22,97	3,85	63,55	4,48	116,50	5,19	210,00	6,02	381,64	6,62	555,82	7,08	728,95	7,66	996,31	8,21	1317,78
9,5	2,91	22,39	3,75	61,94	4,36	113,55	5,06	204,68	5,87	371,98	6,45	541,75	6,90	710,49	7,46	971,08	8,00	1284,41
9,0	2,83	21,79	3,65	60,29	4,25	110,52	4,92	199,22	5,72	362,06	6,28	527,30	6,72	691,54	7,26	945,18	7,79	1250,16
8,5	2,75	21,18	3,55	58,59	4,13	107,41	4,78	193,61	5,55	351,86	6,10	512,44	6,53	672,06	7,06	918,55	7,57	1214,93
8,0	2,67	20,55	3,44	56,84	4,01	104,20	4,64	187,83	5,39	341,35	5,92	497,14	6,33	651,99	6,85	891,12	7,35	1178,66
7,5	2,58	19,89	3,33	55,04	3,88	100,89	4,49	181,86	5,22	330,51	5,73	481,36	6,13	631,29	6,63	862,83	7,11	1141,23
7,0	2,50	19,22	3,22	53,17	3,75	97,47	4,34	175,69	5,04	319,30	5,54	465,03	5,93	609,88	6,41	833,57	6,87	1102,53
6,5	2,41	18,52	3,10	51,24	3,61	93,93	4,18	169,30	4,86	307,69	5,34	448,12	5,71	587,70	6,17	803,25	6,62	1062,43
6,0	2,31	17,79	2,98	49,23	3,47	90,24	4,02	162,66	4,67	295,62	5,13	430,54	5,49	564,64	5,93	771,73	6,36	1020,75
5,5	2,21	17,04	2,85	47,13	3,32	86,40	3,85	155,74	4,47	283,03	4,91	412,21	5,25	540,60	5,68	738,88	6,09	977,29
5,0	2,11	16,24	2,72	44,94	3,17	82,38	3,67	148,49	4,26	269,86	4,68	393,03	5,01	515,44	5,42	704,49	5,81	931,81
4,5	2,00	15,41	2,58	42,63	3,00	78,15	3,48	140,87	4,04	256,01	4,44	372,86	4,75	488,99	5,14	668,34	5,51	883,99
4,0	1,89	14,53	2,43	40,19	2,83	73,68	3,28	132,81	3,81	241,37	4,19	351,53	4,48	461,03	4,84	630,12	5,19	833,44
3,5	1,77	13,59	2,28	37,60	2,65	68,92	3,07	124,23	3,56	225,78	3,92	328,83	4,19	431,25	4,53	589,42	4,86	779,61
3,0	1,63	12,58	2,11	34,81	2,45	63,81	2,84	115,02	3,30	209,03	3,63	304,44	3,88	399,26	4,19	545,70	4,50	721,68
2,9	1,61	12,37	2,07	34,22	2,41	62,74	2,79	113,09	3,24	205,52			3,81	392,55	4,12	536,53	4,42	709,65
2,8	1,58	12,15	2,04	33,63	2,37	61,65	2,75	111,12	3,19	201,95			3,75	385,72	4,05	527,20	4,35	697,3
2,7	1,55	11,94	2,00	33,02	2,33	60,54	2,70	109,12	3,13	198,31			3,68	378,77	3,98	517,70	4,27	684,74
2,6	1,52	11,71	1,96	32,40	2,28	59,40	2,65	107,08	3,07	194,60			3,61	371,69	3,90	508,02	4,19	671,94
2,5	1,49	11,49	1,92	31,78	2,24	58,25	2,59	105,00	3,01	190,82	3,31	277,91	3,54	364,47	3,83	498,15	4,11	658,89
2,4	1,46	11,25	1,89	31,13	2,19	57,07	2,54	102,88	2,95	186,97			3,47	357,11	3,75	488,09	4,02	645,58
2,3	1,43	11,02	1,85	30,48	2,15	55,87	2,49	100,71	2,89	183,03			3,40	349,59	3,67	477,81	3,94	631,99
2,2	1,40	10,77	1,81	29,81	2,10	54,64	2,43	98,50	2,83	179,01			3,32	341,91	3,59	467,31	3,85	618,09
2,1	1,37	10,53	1,76	29,12	2,05	53,39	2,38	96,23	2,76	174,89			3,25	334,05	3,51	456,56	3,76	603,88
2,0	1,33	10,27	1,72	28,42	2,00	52,10	2,32	93,91	2,69	170,68	2,96	248,57	3,17	326,00	3,42	445,56	3,67	589,33
1,9	1,30	10,01	1,68	27,70	1,95	50,78	2,26	91,53	2,63	166,35			3,09	317,74	3,34	434,28	3,58	574,41
1,8	1,27	9,75	1,63	26,96	1,90	49,43	2,20	89,09	2,56	161,92			3,00	309,27	3,25	422,70	3,48	559,09
1,7	1,23	9,47	1,59	26,20	1,85	48,03	2,14	86,58	2,48	157,36			2,92	300,55	3,16	410,79	3,39	543,33
1,6	1,19	9,19	1,54	25,42	1,79	46,60	2,08	84,00	2,41	152,66			2,83	291,58	3,06	398,52	3,29	527,11
1,5	1,16	8,90	1,49	24,61	1,73	45,12	2,01	81,33	2,33	147,81	2,56	215,27	2,74	282,32	2,97	385,87	3,18	610,37
1,4	1,12	8,59	1,44	23,78	1,68	43,59	1,94	78,57	2,25	142,80			2,65	272,75	2,87	372,78	3,07	493,07
1,3	1,08	8,28	1,39	22,91	1,61	42,01	1,87	75,71	2,17	137,60			2,55	262,83	2,76	359,22	2,96	475,13
1,2	1,03	7,96	1,33	22,01	1,55	40,36	1,80	72,74	2,09	132,20			2,45	252,52	2,65	345,13	2,84	456,49
1,1	0,99	7,62	1,28	21,08	1,49	38,64	1,72	69,65	2,00	126,58			2,35	241,76	2,54	330,44	2,72	437,06
1,0	0,94	7,26	1,22	20,10	1,42	36,84	1,64	66,41	1,91	120,69	2,09	175,77	2,24	230,51	2,42	315,06	2,60	416,72
0,9	0,90	6,89	1,15	19,07	1,34	34,95	1,56	63,00	1,81	114,49	1,99	166,75	2,12	218,68	2,30	298,89	2,46	395,33
0,8	0,84	6,50	1,09	17,97	1,27	32,95	1,47	59,40	1,70	107,94	1,87	157,21	2,00	206,18	2,17	281,80	2,32	372,72
0,7	0,79	6,08	1,02	16,81	1,18	30,82	1,37	55,56	1,59	100,97	1,75	147,06	1,87	192,86	2,03	263,60	2,17	348,65
0,6	0,73	5,63	0,94	15,57	1,10	28,54	1,27	51,44	1,48	93,48	1,62	136,15	1,73	178,56	1,88	244,04	2,01	322,79
0,5	0,67	5,14	0,86	14,21	1,00	26,05	1,16	46,96	1,35	85,34	1,48	124,29	1,58	163,00	1,71	222,78	1,84	294,66



# VELOCIDAD Y FLUJOS ALCANTARILLADO DURAFORT

% PENDIENTE	Ø NOMINAL 110 mm Ø INTERNO 99 mm		Ø NOMINAL 160 mm Ø INTERNO 145 mm		Ø NOMINAL 200 mm Ø INTERNO 182 mm		Ø NOMINAL 250 mm Ø INTERNO 227 mm		Ø NOMINAL 315 mm Ø INTERNO 284 mm		Ø NOMINAL 355 mm Ø INTERNO 327 mm		Ø NOMINAL 400 mm Ø INTERNO 362 mm		Ø NOMINAL 450 mm Ø INTERNO 407 mm		Ø NOMINAL 500 mm Ø INTERNO 452 mm	
	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s
0,4	0,60	4,59	0,77	12,71	0,90	23,30	1,04	42,00	1,20	76,33	1,32	111,16	1,42	145,79	1,53	199,26	1,64	263,56
0,3	0,52	3,98	0,67	11,01	0,78	20,18	0,90	36,37	1,04	66,10	1,15	96,27	1,23	126,26	1,33	172,57	1,42	228,25
0,2	0,42	3,25	0,54	8,99	0,63	16,48	0,73	29,70	0,85	53,97	0,94	78,61	1,00	103,09	1,08	140,90	1,16	186,33
0,1	0,30	2,30	0,38	6,36	0,45	11,65	0,52	21,00	0,60	38,16	0,66	55,58	0,71	72,89	0,77	99,63	0,82	131,78
0,09	0,28	2,18	0,37	6,03	0,42	11,05	0,49	19,92	0,57	36,21			0,67	69,15	0,73	94,52	0,78	125,02
0,08	0,27	2,05	0,34	5,68	0,40	10,42	0,46	18,78	0,54	34,14			0,63	65,20	0,68	89,11	0,73	117,87
0,07	0,25	1,92	0,32	5,32	0,37	9,75	0,43	17,57	0,50	31,93			0,59	60,99	0,64	83,36	0,69	110,25
0,06	0,23	1,78	0,30	4,92	0,35	9,02	0,40	16,27	0,47	29,56			0,55	56,46	0,59	77,17	0,64	102,07
0,05	0,21	1,62	0,27	4,49	0,32	8,24	0,37	14,85	0,43	26,99			0,50	51,54	0,54	70,45	0,58	93,18
0,04	0,19	1,45	0,24	4,02	0,28	7,37	0,33	13,28	0,38	24,14			0,45	46,10	0,48	63,01	0,52	83,34
0,03	0,16	1,26	0,21	3,48	0,25	6,38	0,28	11,50	0,33	20,90			0,39	39,93	0,42	54,57	0,45	72,18
0,02	0,13	1,03	0,17	2,84	0,20	5,21	0,23	9,39	0,27	17,07			0,32	32,60	0,34	44,56	0,37	58,93
0,01	0,09	0,73	0,12	2,01	0,14	3,68	0,16	6,64	0,19	12,07			0,22	23,05	0,24	31,51	0,26	41,67

% PENDIENTE	Ø NOMINAL 24" Ø INTERNO 595 mm		Ø NOMINAL 27" Ø INTERNO 670 mm		Ø NOMINAL 30" Ø INTERNO 747 mm		Ø NOMINAL 33" Ø INTERNO 824 mm		Ø NOMINAL 36" Ø INTERNO 900 mm	
	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s
32,5	17,78	4944,57	19,25	6786,04	20,70	9069,95	22,09	11782,10	23,43	14907,20
32,0	17,65	4906,39	19,10	6733,63	20,54	8999,91	21,92	11691,10	23,25	14792,10
31,5	17,51	4867,91	18,95	6680,82	20,37	8929,32	21,75	11599,40	23,07	14676,10
31,0	17,37	4829,12	18,80	6627,59	20,21	8858,17	21,58	11507,00	22,89	14559,10
30,5	17,23	4790,02	18,65	6573,92	20,05	8786,45	21,40	11413,80	22,70	14441,20
30,0	17,09	4750,59	18,49	6519,81	19,88	8714,13	21,23	11319,80	22,51	14322,40
29,5	16,94	4710,84	18,34	6465,25	19,72	8641,21	21,05	11225,10	22,32	14202,50
29,0	16,80	4670,74	18,18	6410,23	19,55	8567,66	20,87	11129,60	22,13	14081,60
28,5	16,65	4630,30	18,02	6354,73	19,38	8493,48	20,69	11033,20	21,94	13959,70
28,0	16,51	4589,51	17,87	6298,74	19,21	8418,65	20,51	10936,00	21,75	13836,70
27,5	16,36	4548,34	17,71	6242,25	19,04	8343,14	20,32	10837,90	21,55	13712,60
27,0	16,21	4506,81	17,54	6185,24	18,86	8266,95	20,14	10739,00	21,36	13587,40
26,5	16,06	4464,88	17,38	6127,70	18,69	8190,04	19,95	10639,10	21,16	13461,00
26,0	15,91	4422,56	17,22	6069,62	18,51	8112,41	19,76	10538,20	20,96	13333,40
25,5	15,75	4379,83	17,05	6010,97	18,33	8034,03	19,57	10436,40	20,76	13204,60
25,0	15,60	4336,68	16,88	5951,75	18,15	7954,87	19,38	10333,60	20,55	13074,50
24,5	15,44	4293,09	16,71	5891,93	17,97	7874,92	19,18	10229,70	20,35	12943,10
24,0	15,28	4249,06	16,54	5831,50	17,78	7794,15	18,99	10124,80	20,14	12810,30
23,5	15,12	4204,56	16,37	5770,43	17,60	7712,54	18,79	10018,80	19,93	12676,20
23,0	14,96	4159,59	16,19	5708,72	17,41	7630,05	18,59	9911,60	19,71	12540,60
22,5	14,80	4114,13	16,01	5646,32	17,22	7546,66	18,38	9803,30	19,50	12403,50
22,0	14,63	4068,16	15,84	5583,23	17,03	7462,33	18,18	9693,70	19,28	12264,90
21,5	14,46	4021,67	15,66	5519,42	16,83	7377,05	17,97	9582,90	19,06	12124,80
21,0	14,29	3974,63	15,47	5454,87	16,64	7290,76	17,76	9470,90	18,84	11982,90
20,5	14,12	3927,03	15,29	5389,54	16,44	7203,45	17,55	9357,40	18,61	11839,40
20,0	13,95	3878,84	15,10	5323,41	16,23	7115,06	17,33	9242,60	18,38	11694,20



# VELOCIDAD Y FLUJOS ALCANTARILLADO DURAFORT

% PENDIENTE	Ø NOMINAL 24" Ø INTERNO 595 mm		Ø NOMINAL 27" Ø INTERNO 670 mm		Ø NOMINAL 30" Ø INTERNO 747 mm		Ø NOMINAL 33" Ø INTERNO 824 mm		Ø NOMINAL 36" Ø INTERNO 900 mm	
	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s	V m/s	Q l/s
19,5	13,77	3830,05	14,91	5256,44	16,03	7025,55	17,11	9126,40	18,15	11547,10
19,0	13,60	3780,63	14,72	5788,61	15,82	6934,90	16,89	9008,60	17,92	11398,10
18,5	13,42	3730,55	14,52	5119,89	15,61	6843,04	16,67	8889,30	17,68	11247,10
18,0	13,23	3679,79	14,32	5050,23	15,40	6749,93	16,44	8768,30	17,44	11094,10
17,5	13,05	3628,32	14,12	4979,59	15,19	6655,53	16,21	8645,70	17,19	10938,90
17,0	12,86	3576,11	13,92	4907,94	14,97	6559,76	15,98	8521,30	16,95	10781,50
16,5	12,67	3523,13	13,71	4835,22	14,75	6462,57	15,74	8395,00	16,70	10621,70
16,0	12,48	3469,34	13,50	4761,40	14,52	6363,90	15,50	8266,80	16,44	10459,60
15,5	12,28	3414,70	13,29	4686,41	14,29	6263,67	15,26	8136,70	16,18	10294,80
15,0	12,08	3359,17	13,08	4610,20	14,06	6161,82	15,01	8004,30	15,92	10127,40
14,5	11,88	3302,71	12,86	4532,72	13,82	6058,25	14,76	7869,80	15,65	9957,20
14,0	11,67	3245,27	12,63	4453,88	13,58	5952,88	14,50	7732,90	15,38	9784,00
13,5	11,46	3186,79	12,41	4373,62	13,34	5845,62	14,24	7593,60	15,10	9607,70
13,0	11,25	3127,22	12,17	4291,87	13,09	5736,34	13,97	7451,60	14,82	9428,10
12,5	11,03	3066,49	11,94	4208,52	12,83	5624,95	13,70	7306,90	14,53	9245,00
12,0	10,81	3004,54	11,70	4123,49	12,58	5511,30	13,43	7159,30	14,24	9058,30
11,5	10,58	2941,28	11,45	4036,67	12,31	5395,26	13,14	7008,60	13,94	8867,50
11,0	10,35	2876,63	11,20	3947,94	12,04	5276,67	12,85	6854,50	13,63	8672,60
10,5	10,11	2810,49	10,94	3857,17	11,76	5155,35	12,56	6696,90	13,32	8473,20
10,0	9,86	2742,75	10,68	3764,22	11,48	5031,10	12,26	6535,50	13,00	8269,00
9,5	9,61	2673,31	10,41	3668,90	11,19	4903,71	11,95	6370,00	12,67	8059,60
9,0	9,36	2602,01	10,13	3571,05	10,89	4772,92	11,63	6200,10	12,33	7844,70
8,5	9,09	2528,69	9,84	3470,44	10,58	4638,45	11,30	6025,40	11,98	7623,70
8,0	8,82	2453,19	9,55	3366,82	10,27	4499,96	10,96	5845,50	11,63	7396,00
7,5	8,54	2375,30	9,25	3259,91	9,94	4357,06	10,61	5659,90	11,26	7161,20
7,0	8,25	2294,75	8,93	3149,37	9,60	4209,32	10,25	5468,00	10,87	6918,40
6,5	7,95	2211,28	8,61	3034,81	9,26	4056,21	9,88	5269,10	10,48	6666,70
6,0	7,64	2124,53	8,27	2915,75	8,89	3897,08	9,49	5062,40	10,07	6405,20
5,5	7,32	2034,08	7,92	2791,62	8,51	3731,17	9,09	4846,90	9,64	6132,50
5,0	6,98	1939,42	7,55	2661,70	8,12	3557,53	8,67	4621,30	9,19	5847,10
4,5	6,62	1839,90	7,16	2525,11	7,70	3374,97	8,22	4384,20	8,72	5547,00
4,0	6,24	1734,67	6,75	2380,70	7,26	3181,95	7,75	4133,40	8,22	5229,80
3,5	5,84	1622,64	6,32	2226,94	6,79	2976,44	7,25	3866,50	7,69	4892,00
3,0	5,40	1502,27	5,85	2061,75	6,29	2755,65	6,71	3579,70	7,12	4529,10
2,5	4,93	1371,38	5,34	1882,11	5,74	2515,55	6,13	3267,80	6,50	4134,50
2,0	4,41	1226,60	4,77	1683,41	5,13	2249,98	5,48	2922,80	5,81	3698,00
1,5	3,82	1062,26	4,14	1457,87	4,45	1948,54	4,75	2531,20	5,03	3202,60
1,0	3,12	867,34	3,38	1190,35	3,63	1590,97	3,88	2066,70	4,11	2614,90
0,9	2,96	822,83	3,20	1129,26	3,44	1509,33	3,68	1960,70	3,90	2480,70
0,8	2,79	775,77	3,02	1064,68	3,25	1423,01	3,47	1848,50	3,68	2338,80
0,7	2,61	725,66	2,82	995,92	3,04	1331,11	3,24	1729,10	3,44	2187,80
0,6	2,42	671,83	2,62	922,04	2,81	1232,36	3,00	1600,90	3,18	2025,50
0,5	2,21	613,30	2,39	841,70	2,57	1124,99	2,74	1461,40	2,91	1849,00
0,4	1,97	548,55	2,14	752,84	2,30	1006,22	2,45	1307,10	2,60	1653,80
0,3	1,71	475,06	1,85	651,98	1,99	871,41	2,12	1132,00	2,25	1432,20
0,2	1,40	387,88	1,51	532,34	1,62	711,51	1,73	924,30	1,84	1169,40
0,1	0,99	274,28	1,07	376,42	1,15	503,11	1,23	653,60	1,30	826,90



## DEFLEXIONES TUBOS ALCANTARILLADO DURAFORT

Las normas técnicas colombianas recomiendan valores de deflexión no mayores del 5,0% del diámetro del tubo con la cual se ha probado que los tubos trabajan en forma adecuada. La experiencia ha demostrado que cuando la instalación se hace acorde a las normas, las deflexiones no pasan los límites establecidos.

Para realizar el cálculo de la deflexión como porcentaje del diámetro, se utiliza la fórmula modificada de IOWA.

$$\% \text{ Deflexión} = \frac{(DLF \times K \times P + K \times W) (100)}{0,149 \times PS + 0,061 \times E'}$$

DLF = Factor de deflexión (1,5)	Para condición de zanja (Marston)
K = Constante de encamado (0,10)	Asumido (Marston)
P = Carga muerta (1,92 T/m³)	Depende del tipo de relleno (suelo SM y SC)
W = Carga viva (7257 kg.)	Teoría de Holl's y Newmark
PS = Rigidez (57 psi)	Rigidez de los tubos Durafort
E = Módulo del suelo (variable)	Capacidad del suelo de resistir deflexión

### E' PARA GRADO DE COMPACTACIÓN DEL RELLENO EN PSI.

Clase de suelo	Saturado	Baja <85% Proctor, <40% Densidad relativa	Moderado, 85%-95% Proctor, 40%-70% Densidad relativa	Alta, >95% Proctor, >70% Densidad relativa
Piedra quebrada clase I	1000	300	3000	3000
GW, GP, SW, SP clase II	200	1000	2000	3000
GM, GC, SM, SCC clase III	100	400	1000	2000
ML, CL, MH, CH clase IV	50	200	400	1000

## DEFLEXIONES A LARGO PLAZO

La considerable profundidad a la cual se entierran los tubos de alcantarillado, constituyen el principal factor que influye en la magnitud de las deflexiones de los tubos y por lo tanto, en las especificaciones de su instalación. El comportamiento del tubo depende del tipo de material de relleno y de su grado de compactación, así como de la rigidez del tubo.

Las deflexiones deben ser controladas y se debe tener un estimativo de su magnitud de acuerdo con las condiciones de zanjas y materiales de rellenos. Las normas ASTM y UNIBELL recomiendan valores de deflexión no mayores de 7,5% del diámetro del tubo con lo cual se ha probado que los tubos trabajan en forma adecuada.

### Nota

Profundidades mayores a 9 m deben tener consideraciones especiales por parte del ingeniero.



# DEFLEXIONES TUBOS ALCANTARILLADO DURAFORT

## DURAFORT

**DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO**  
% del Diámetro del Tubo  
DLF = 1.0 (Condición Prisma) K = 0.10

- Incluyendo una carga de 7257 Kg. De llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0,91 m
- Rigidez del tubo = 57 psi E'400 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m<sup>3</sup> (arena húmeda)  
K<sub>μ</sub> = 0,1650

Diámetro exterior (mm)

Profundidad m	110	160	200	250	315	400	450	500
0,9	2,51%	2,50%	2,50%	2,49%	2,47%	2,45%	2,43%	2,41%
1,5	1,86%	1,86%	1,86%	1,86%	1,85%	1,86%	1,86%	1,86%
2,0	2,02%	2,02%	2,02%	2,02%	2,02%	2,02%	2,02%	2,02%
2,5	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%	2,31%
3,0	2,66%	2,66%	2,66%	2,66%	2,66%	2,66%	2,66%	2,66%
3,5	3,03%	3,03%	3,03%	3,03%	3,03%	3,03%	3,03%	3,03%
4,0	3,42%	3,42%	3,42%	3,42%	3,42%	3,42%	3,42%	3,42%
4,5	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%
5,0	4,21%	4,21%	4,21%	4,21%	4,21%	4,21%	4,21%	4,21%
6,0	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%	5,03%
7,0	5,85%	5,85%	5,85%	5,85%	5,85%	5,85%	5,85%	5,85%
8,0	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%	6,67%

**DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO**  
% del Diámetro del Tubo  
DLF = 1.0 (Condición Prisma) K = 0.10

- Incluyendo una carga de 7257 Kg. De llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0,91 m
- Rigidez del tubo = 28 psi E'400 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m<sup>3</sup> (arena húmeda)  
K<sub>μ</sub> = 0,1650

Diámetro exterior (pulgadas)

Profundidad m	24	27	30	33	36
0,9	3,00%	2,96%	2,91%	2,86%	2,81%
1,5	2,34%	2,34%	2,33%	2,32%	2,31%
2,0	2,56%	2,56%	2,55%	2,55%	2,55%
2,5	2,93%	2,93%	2,93%	2,93%	2,93%
3,0	3,37%	3,37%	3,37%	3,37%	3,37%
3,5	3,85%	3,85%	3,85%	3,85%	3,85%
4,0	4,34%	4,34%	4,34%	4,34%	4,34%
4,5	4,84%	4,84%	4,84%	4,84%	4,84%
5,0	5,35%	5,35%	5,35%	5,35%	5,35%
6,0	6,39%	6,39%	6,39%	6,39%	6,39%
7,0	7,43%	7,43%	7,43%	7,43%	7,43%

## DURAFORT

**DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO**  
% del Diámetro del Tubo  
DLF = 1.0 (Condición Prisma) K = 0.10

- Incluyendo una carga de 7257 Kg. De llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0,91 m
- Rigidez del tubo = 57 psi E'2000 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m<sup>3</sup> (arena húmeda)  
K<sub>μ</sub>=0,1650

Diámetro exterior (mm)

Profundidad m	110	160	200	250	315	400	450	500
0,9	0,63%	0,63%	0,63%	0,63%	0,62%	0,62%	0,61%	0,61%
1,5	0,47%	0,47%	0,47%	0,47%	0,47%	0,47%	0,47%	0,47%
2,0	0,51%	0,51%	0,51%	0,51%	0,51%	0,51%	0,51%	0,51%
2,5	0,58%	0,58%	0,58%	0,58%	0,58%	0,58%	0,58%	0,58%
3,0	0,67%	0,67%	0,67%	0,67%	0,67%	0,67%	0,67%	0,67%
3,5	0,76%	0,76%	0,76%	0,76%	0,76%	0,76%	0,76%	0,76%
4,0	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%	0,86%
4,5	0,96%	0,96%	0,96%	0,96%	0,96%	0,96%	0,96%	0,96%
5,0	1,06%	1,06%	1,06%	1,06%	1,06%	1,06%	1,06%	1,06%
6,0	1,27%	1,27%	1,27%	1,27%	1,27%	1,27%	1,27%	1,27%
7,0	1,47%	1,47%	1,47%	1,47%	1,47%	1,47%	1,47%	1,47%
8,0	1,68%	1,68%	1,68%	1,68%	1,68%	1,68%	1,68%	1,68%

**DEFLEXIÓN A LARGO PLAZO**  
% del Diámetro del Tubo  
DLF = 1.0 (Condición Prisma) K = 0.10

- Incluyendo una carga de 7257 Kg. De llanta en movimiento.
- Longitud efectiva de la carga de llanta = 0,91 m
- Rigidez del tubo = 28 psi E'2000 psi

Densidad del relleno = 1922 kg/m<sup>3</sup> (arena húmeda)  
K<sub>μ</sub> = 0,1650

Diámetro exterior (pulgadas)

Profundidad m	24	27	30	33	36
0,9	0,63%	0,62%	0,61%	0,60%	0,59%
1,5	0,49%	0,49%	0,49%	0,49%	0,48%
2,0	0,54%	0,54%	0,54%	0,53%	0,53%
2,5	0,61%	0,61%	0,61%	0,61%	0,61%
3,0	0,71%	0,71%	0,71%	0,71%	0,71%
3,5	0,81%	0,81%	0,81%	0,81%	0,81%
4,0	0,91%	0,91%	0,91%	0,91%	0,91%
4,5	1,02%	1,02%	1,02%	1,02%	1,02%
5,0	1,12%	1,12%	1,12%	1,12%	1,12%
6,0	1,34%	1,34%	1,34%	1,34%	1,34%
7,0	1,56%	1,56%	1,56%	1,56%	1,56%
8,0	1,78%	1,78%	1,78%	1,78%	1,78%



# INSPECCIONES Y PRUEBAS EN CAMPO

El ingeniero a cargo debe definir las inspecciones y pruebas a realizarse al sistema después de instalado.

En los sistemas de Tuberías Alcantarillado DURAFORT, se pueden usar tanto sistemas convencionales como las modernas tecnologías de limpieza, inspección y mantenimiento, sin perjuicio en la integridad de los mismos. El mantenimiento preventivo debe ser el estipulado por la Empresa de Servicios Públicos que opera el alcantarillado y como indicado antes, pueden usarse los equipos de inspección y limpieza usualmente dedicados a estas actividades. Algunas de las inspecciones recomendables se describen a continuación.

- LIMPIEZA
- INSPECCIÓN VISUAL  
Verificación de alineamientos y ausencia de obstrucciones.
- PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

Puede hacerse prueba con el aire a baja presión, prueba de infiltración o exfiltración. Es recomendable, efectuar la prueba con aire a baja presión de acuerdo con la norma ASTM F 1417 (Tabla No. 3). La prueba de infiltración es aceptable siempre que el nivel freático esté por encima del lomo de la Tubería a probarse. La prueba de exfiltración, siempre que el nivel freático esté por debajo del nivel de instalación de la tubería a ser probada. En las tablas siguientes se indican rangos de infiltración y exfiltración garantizados para sistemas instalados con Tubosistemas para Alcantarillado DURAFORT así como lo estipulado en el RAS 2000 como una guía (Tablas No. 1 y 2).

## PRUEBAS CON AGUA

### PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO CON TUBERÍA PVC 4.6 l/mm/km/día (50gl/pulg/milla/día)

DURAFORT						
Diámetro nominal	Diámetro interior	Longitud tramo	Tiempo de prueba	Volumen permitido	Volumen permitido por diámetro	Total volumen permitido
mm	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	1
110	99	100	4	0.0009	0.019	8
160	145	100	4	0.0009	0.028	11
200	182	100	4	0.0009	0.035	14
250	227	100	4	0.0009	0.044	17
315	284	100	4	0.0009	0.054	22
400	362	100	4	0.0009	0.069	28
450	407	100	4	0.0009	0.078	31
500	452	100	4	0.0009	0.087	35
24 pulg	595,12	100	4	0.00019	0.114	46
27 pulg	671,02	100	4	0.00019	0.129	51
30 pulg	747,01	100	4	0.00019	0.143	57
33 pulg	823,09	100	4	0.00019	0.158	63
36 pulg	899,03	100	4	0.00019	0.172	69

### PRUEBA DE ESTANQUEIDAD ALCANTARILLADO RAS 2000 10-20/mm/km/día

DURAFORT						
Diámetro nominal	Diámetro interior	Longitud tramo	Tiempo de prueba	Volumen permitido	Volumen permitido por diámetro	Total volumen permitido
mm	mm	m	hr	l/mm/m/hr	l/m/hr	1
110	99	100	4	0.00042	0.041	17
160	145	100	4	0.00042	0.060	24
200	182	100	4	0.00042	0.076	30
250	227	100	4	0.00042	0.095	38
315	284	100	4	0.00042	0.118	47
400	362	100	4	0.00042	0.151	60
450	407	100	4	0.00042	0.170	68
500	452	100	4	0.00042	0.188	75
24 pulg	595,12	100	4	0.00019	0.248	99
27 pulg	671,02	100	4	0.00019	0.280	112
30 pulg	747,01	100	4	0.00019	0.311	125
33 pulg	823,09	100	4	0.00019	0.343	137
36 pulg	899,03	100	4	0.00019	0.375	150

TABLA No. 1

TABLA No. 2

## PRUEBAS CON AIRE

Tramo	Diámetro nominal	Diámetro interior promedio		Longitud tramo de prueba		K	Área interna		Escape, Q	Tramo mínimo permitido pérdida 1 psi		Total escape	Total escape máximo	Tiempo mínimo
		de	a	mm	pulg		m	pies		m <sup>2</sup>	pies <sup>2</sup>			
	200	182,52	7,19	100,00	327,87	1,0	57,34	116,40	0,0015	407	6,79	6,27	0,9375	407
	250	227,39	8,95	100,00	327,87	1,2	71,44	142,93	0,0015	624	10,40	11,98	0,9375	507
	315	285,12	11,23	100,00	327,87	1,5	89,57	176,89	0,0015	981	16,35	23,61	0,9375	636
	400	362,12	14,27	100,00	327,87	2,0	113,84	223,74	0,0015	1.584	26,41	48,47	0,9375	808
	450	407,03	16,02	100,00	327,87	2,2	127,87	254,60	0,0015	1.999	33,32	68,70	0,9375	1.213
	500	451,93	17,79	100,00	327,87	2,4	141,98	286,23	0,0015	2.464	41,07	94,03	0,9375	1.008
	24	596,91	23,50	100,00	327,87	3,2	187,52	375,85	0,0015	4.299	71,65	216,67	0,9375	1.332
	27	673,76	26,53	100,00	327,87	3,6	211,67	425,39	0,0015	5.478	91,29	311,59	0,9375	1.503
	30	748,92	29,49	100,00	327,87	4,1	235,28	470,21	0,0015	6.768	112,8	427,93	0,9375	1.671
	33	825,63	32,51	100,00	327,87	4,5	259,38	518,28	0,0015	8.225	137,09	573,35	0,9375	1.842
	36	901,75	35,50	100,00	327,87	4,9	283,29	567,34	0,0015	9.812	163,53	747,00	0,9375	2.012

Nota

TABLA No. 3

En las columnas blancas, coloque los valores del tramo a probar. El tiempo mínimo de duración antes de descargarse 1 psi es lo que debe controlarse.

Para el mantenimiento correctivo, según sea el daño o caso específico, puede consultarnos en la línea aliada: 01 8000 512 812.





## MEDICIÓN DE LA DEFLEXIÓN

La medición de la deflexión en campo debe hacerse tan pronto se haya instalado y tapado el primer tubo, de tal forma que pueda verificarse la efectividad de la cimentación, corregir, si es necesario, y mantener las deflexiones por debajo de los valores máximos permitidos.

La medida debe hacerse, midiendo el diámetro interior en dirección vertical, antes de aplicarle la carga a la tubería instalada, y después de aplicarle la carga a la tubería instalada, relleno final y/o carga viva, se mide de nuevo en la misma dirección vertical. La diferencia entre las medidas inicial y final, corresponde a un porcentaje del diámetro interior inicial y no debe ser mayor al 7.5%.

En la siguiente tabla y como guía, se indican los valores del diámetro interior mínimo después de deflectarse el 7.5% del diámetro interior mínimo, de acuerdo a la norma de fabricación.

Diámetro nominal	Diámetro interior mínimo	Máxima deflexión	Diámetro interior mínimo deflectado
<b>DURAFORT CELTA S8</b>			
<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>%</b>	<b>mm</b>
110	99	7,50	92
160	145		134
200	182		168
250	227		210
315	284		263
355	327		302
400	362		335
450	407		376
500	452		418
<b>DURAFORT CELTA S4</b>			
<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>%</b>	<b>mm</b>
200	185	7,50	171
250	231		214
315	291		269
355	328		303
400	370		342
24"	595		550
27"	670		620
30"	747		691
332	852		788
36"	900		833

## TUBOS DUCTOS ELÉCTRICOS Y TELEFÓNICOS

### INSTALACIÓN

El ducto EB debe usarse únicamente cuando va a estar totalmente revestido en concreto.

Para su instalación, colocar listones de madera en el fondo y posteriormente hincar estacas que permitan mantener la separación de columnas de Ductos; a continuación, se inicia el vaciado de concreto, vibrándolo con varilla, y recubriéndolo 5 cm por encima de la última hilera de Ductos.

El Ducto tipo DB y el Ducto corrugado TDP de doble pared se instalan directamente en el terreno en vías de tráfico pesado, sin recubrimiento en concreto.

Para la instalación del Ducto directamente sobre el terreno, se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. El fondo de la zanja debe estar liso, con la pendiente correcta hacia una de las cámaras y libre de piedras. Es preferible colocar una cama de arena de 5 cm. El relleno debe estar libre de piedras y apisonarse firmemente alrededor del Ducto para así desarrollar el máximo soporte. No es recomendable apisonar directamente sobre el Ducto.
2. El suelo rocoso, cuando es imposible obtener un suelo parejo de la zanja, debe nivelarse con capas de material de relleno, compactándolo en capas sucesivas de 10 cm máximo hasta obtener la altura deseada.



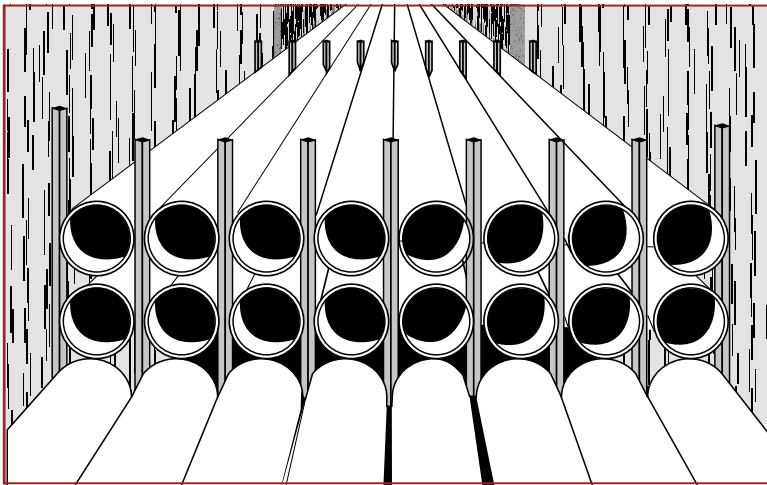
# TUBOS DUCTOS ELÉCTRICOS Y TELEFÓNICOS

Para la colocación de Ductos debe tenderse una hilera a la vez, manteniendo una separación de 2,5 cm entre tubos y rellenar por capas de 10 cm hilada por hilada con material libre de piedras que puede ser del mismo extraído de la zanja.

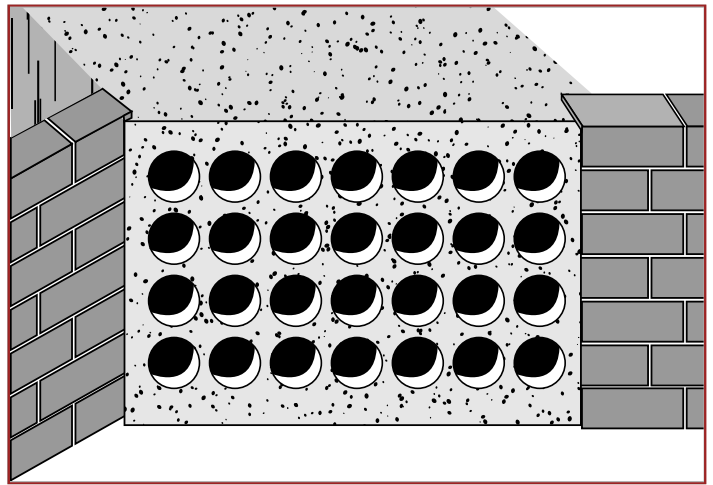
La profundidad mínima de instalación de los Ductos debe ser de 60 cm entre cota clave de la última hilera de Ductos y el nivel de suelo.

## PROFUNDIDADES RECOMENDADAS EN EL NEC PARA DUCTOS DE PVC EN REDES CON TENSIONES SUPERIORES A LOS 600 VOLTIOS

Tensión del circuito	Profundidad
600C - 22Kv	60 cm.
22 - 40 Kv	70 cm.
Más de 40 Kv	80 cm.



DUCTO DB y TDP instalado directamente en el terreno



DUCTO EB revestido en concreto

## CÁLCULOS Y DISEÑO DE REDES HIDRÁULICAS

### GOLPE DE ARIETE

Una columna de líquido moviéndose tiene inercia, que es proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene rápidamente, por ejemplo, al cerrar una válvula, la inercia se convierte en un incremento de presión. Entre más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de la presión. Estas sobrepresiones pueden llegar a ser lo suficientemente grandes para reventar cualquier tipo de tubo. Este fenómeno se conoce como golpe de Ariete.

Las principales causas de este fenómeno son:

1. Apertura y cierres rápidos de válvulas.
2. El arranque y la parada de una bomba.
3. La acumulación y el movimiento de bolsas de aire dentro de los tubos.

Al cerrar una válvula, la sobrepresión máxima que se puede esperar se calcula así:

$$P = \frac{aV}{g} \text{ con:}$$

$$a = \sqrt{\frac{1420}{1 + (K/E)(RDE - 2)}}$$

P = Sobrepresión máxima en metros de columna de agua, al cerrar bruscamente la válvula.

a = Velocidad de la onda (m/s).

V = Cambio de velocidad del agua (m/s).

g = Aceleración de la gravedad = 9,81 m/s

K = Módulo de compresión de agua =  $2,06 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup>

E = Módulo de elasticidad de los tubos ( $2,81 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup> para PVC tipo 1 grado 1).

RDE = Relación diámetro exterior / espesor mínimo.



Un efecto no muy conocido, pero mucho más perjudicial para los tubos, es el aire atrapado en la línea.

El aire es comprensible y si se transporta con el agua, en una conducción, este puede actuar como un resorte comprimiéndose y expandiéndose aleatoriamente.

Se ha demostrado que estas compresiones repentinas puede aumentar la presión en un punto hasta 10 veces la presión de servicio; para disminuir este riesgo se deben tomar las siguientes precauciones:

1. Mantener siempre baja la velocidad, especialmente en diámetros grandes. En el momento de llenado, la velocidad no debe ser mayor de 0.30 m/seg hasta que todo el aire y la presión lleguen a su valor nominal.
2. Instalar ventosas de doble acción en los puntos altos y bajos y en algunos tramos rectos para purgar el aire y permitir su entrada cuando se interrumpe el servicio.
3. Durante la operación de la línea, prevenir la entrada del aire en bocatomas, rejillas, etc., para permitir un flujo de agua continuo.

## VALORES DE "a" EN FUNCIÓN DEL RDE

RDE	a (m/s)
9	573
11	515
13,5	390
21	368
26	330
32,5	294
41	261

### Nota

Los parámetros de diseño son única responsabilidad del diseñador.

La máxima presión que causa el golpe de ariete puede ser calculado usando la tabla adjunta. Esta tabla está basada en datos para el agua, pero puede utilizarse para otros líquidos industriales similares.

## INSTRUCCIONES

1. La velocidad del líquido en pies/seg., la longitud de la línea en pies y el tiempo de cerrado de la válvula en segundos, deben ser conocidos.
2. Trace una línea recta entre la escala de la velocidad del líquido y la escala de la longitud medida en pies.
3. Trace una línea recta entre el punto de la intersección de la línea anterior con la línea pivote y la escala de tiempo de cerrado de válvula.
4. El punto de intersección de la línea de punto (3) y la escala de aumento de presión nos dará la presión del golpe de ariete.

Esta presión debe ser sumada a la presión de la línea de conducción.

También se puede calcular el golpe de Ariete con la **fórmula de Manning** así:

**a: (sistema inglés)**

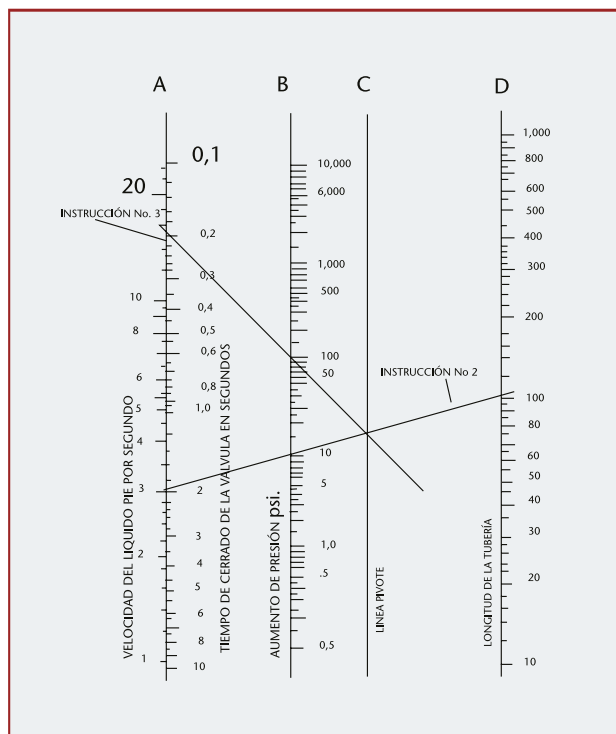
$$P = \frac{0,070 VL}{T}$$

**b: (sistema métrico)**

$$P = \frac{0,0505 VL}{T}$$

P = Aumento de presión psi.  
L = Longitud de la línea de tubos en pies.  
V = Velocidad de líquido en pies/seg.  
T = Tiempo de cerrado de la válvula en segundos.

P = Aumento de presión en Kg/cm<sup>2</sup>.  
V = Velocidad en m/seg.  
L = Longitud de la Línea en metros.  
T = Tiempo de cerrado de la válvula en segundos.



Otros criterios como la Teoría de la Onda Elástica de JouKovsky pueden ser empleados con resultados análogos.

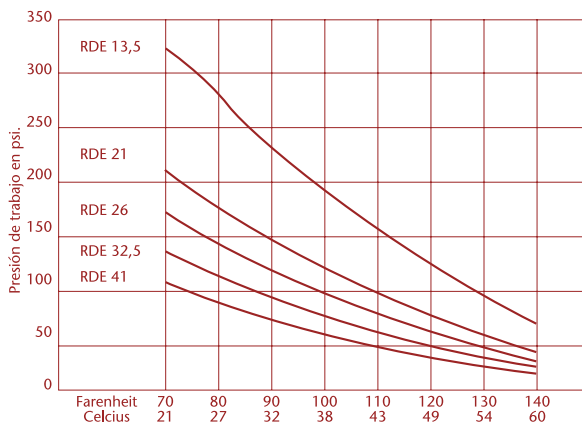


# EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA PRESIÓN DE TRABAJO

Como la resistencia del PVC disminuye a medida que aumenta la temperatura de trabajo, es necesario disminuir la presión de diseño a temperaturas mayores. En la tabla siguiente se dan los factores de corrección para las distintas temperaturas.

Temp °C	Factor de corrección	Presión del trabajo						
		RDE 9 psi	RDE 11 psi	RDE 13,5 psi	RDE 21 psi	RDE 26 psi	RDE 32,5 psi	RDE 41 psi
10	1,20	600	480	378	240	192	150	120
15	1,10	550	440	346	220	176	137	110
20	1,05	525	420	330	210	168	131	105
23	1,00	500	400	315	200	160	125	100
27	0,88	440	352	277	176	141	110	88
32	0,75	375	300	236	150	120	94	75
38	0,62	310	248	195	124	99	78	62
43	0,50	250	200	158	100	80	63	50
49	0,40	200	160	126	80	64	50	40
54	0,30	150	120	95	60	48	38	30
60	0,22	110	88	69	44	35	28	22

## TEMPERATURA V/S PRESIÓN



## DILATACIÓN DEL TUBO DE PVC

La fórmula para calcular la expansión del tubo de PVC es:

$$\Delta L = C (T_2 - T_1) L$$

$\Delta L$  = Expansión en centímetros

C = Coeficiente de expansión:

$8,5 \times 10^{-5}$  cm/cm/°C para PVC

$$6,8 \times 10^{-5} \text{ cm/cm/°C para CPVC}$$

$T_2$  = Temperatura máxima en °C

$T_1$  = Temperatura mínima en °C

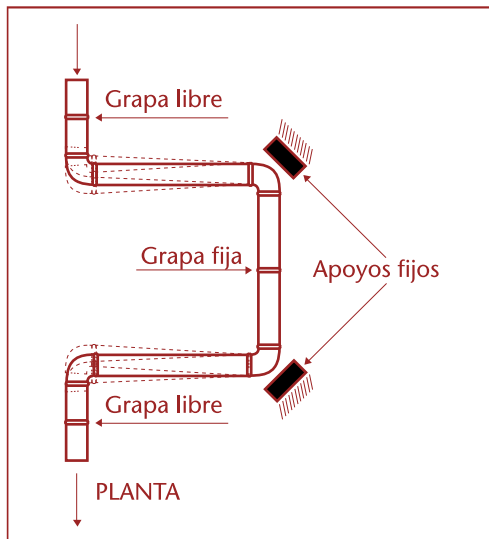
L = Longitud del tubo en cm

Cuando el cambio total de temperatura es menor de 5 °C no es necesario tomar medidas especiales para la expansión térmica, sobre todo cuando la línea tiene varios cambios de dirección y, por lo tanto, proporciona su máxima flexibilidad.

Debe tenerse cuidado, sin embargo, cuando la línea tiene conexiones roscadas, pues estas son más vulnerables a las fallas por flexión que las uniones soldadas.

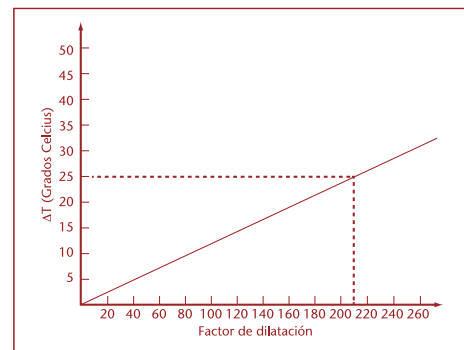
Cuando los cambios de temperatura son considerables, hay varios métodos para proveer la expansión térmica. El más común es hacer "uniones de expansión" a base de codos y un tramo recto de tubos unidos con soldadura líquida. Para diámetros mayores de 2" se puede utilizar la unión de reparación, fijado todos los cambios de dirección.

## UNIÓN DE EXPANSIÓN



Gráficamente se puede obtener la dilatación del tubo en metros así: encuentre el valor de T. Localice este valor sobre la línea vertical del gráfico y desplácela horizontalmente hasta encontrar la línea recta. Desde este punto descienda verticalmente hasta el eje horizontal y lea el valor encontrado. Este valor multiplicado por  $10^{-3}$  y por la longitud del tubo en metros, le dará la dilatación en centímetros.

## TEMPERATURA V/S DILATACIÓN



### Ejemplo:

instalación de 20 metros de tubos PVC a una temperatura ambiente 20 °C para trabajar a 45 °C; tenemos:

$$\Delta T = (45^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 25^\circ\text{C}$$

Localizamos este valor en el eje vertical del grabado, nos trasladamos horizontalmente (línea punteada) hasta la recta PVC, descendemos luego verticalmente y encontramos el valor sobre el eje horizontal. Este es de:

$$210 \times 10^{-3} \times 20 = 4,20 \text{ cm.}$$

4,20 cm, es la dilatación de los 20 metros de tubos.

Debe siempre tenerse en cuenta los fenómenos de expansión y compresión, para que la instalación no quede con esfuerzos extraños a los normales de trabajo como son: presión interna y compresión radial externa.



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

## NOMOGRAMA (BASADO FÓRMULA HAZEN & WILLIAMS)

Según la fórmula Hazen & Williams:

$$J = 2,083 \left( \frac{100}{C} \right)^{1,85} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,8655}}$$

J = Pérdida de carga en pies por 1.000 pies de conducción

C = Coeficiente de fricción (C=150 para PVC)

Q = Flujo en galones por minuto

D = Diámetro interno real del tubo en pulgadas

El uso del nomograma es simple: determine el diámetro interior real del tubo y el flujo a través de él; localice estos dos puntos en la gráfica y únalos con una línea recta. En la prolongación de ella interceptar los valores correspondientes para pérdidas de carga y velocidad.

## PÉRDIDAS DE PRESIÓN COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Según la fórmula Hazen & Williams:

$$hf = \frac{10,64 \times Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,871}}$$

hf = Pérdida de presión m.c.a. / 1 m

Q = Flujo m³/s

D = Diámetro interior en m

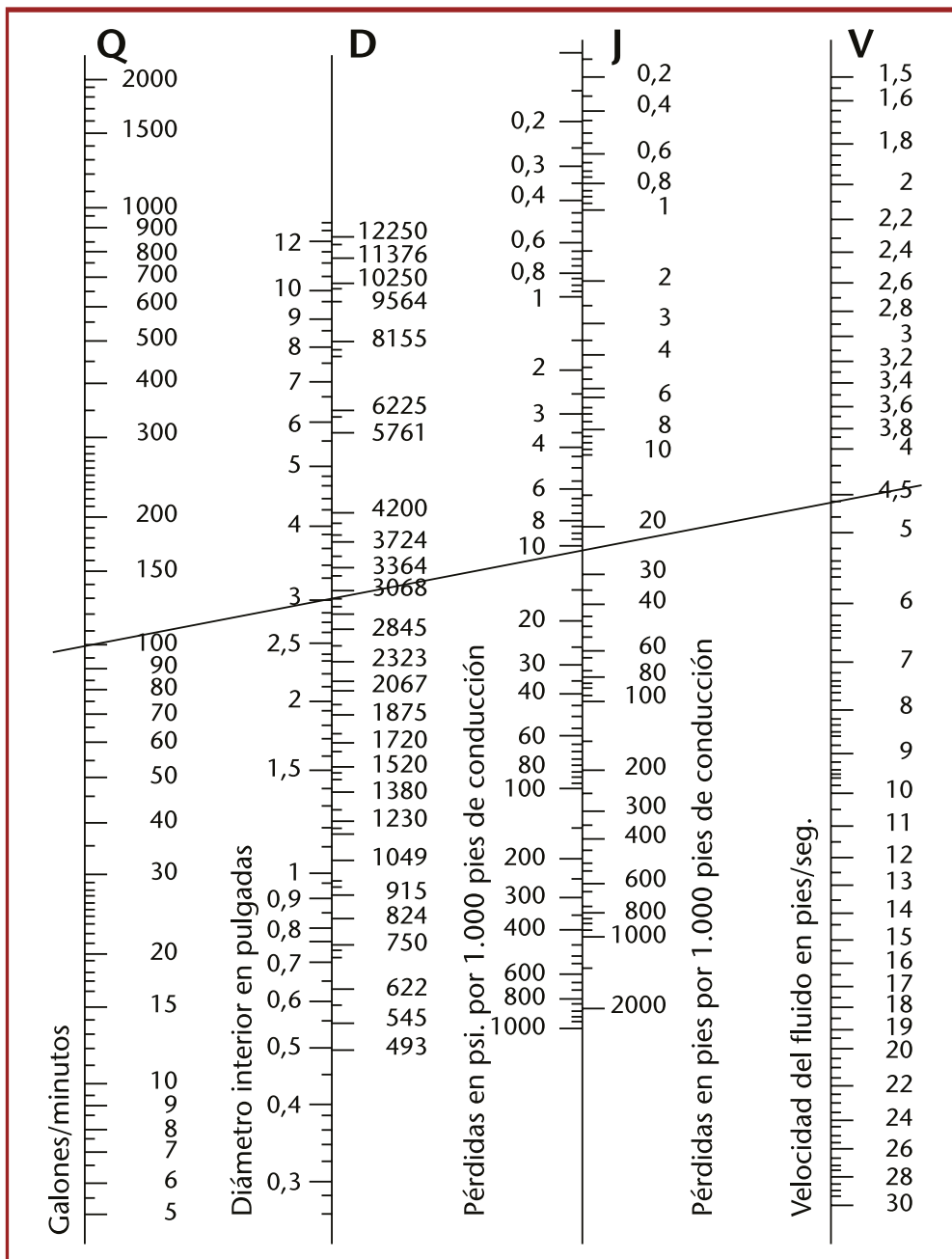
C = Factor de fricción constante para PVC 150

$$V = Q / A$$

V = Velocidad del líquido en m/s

Q = Flujo m³/s

A = Área interior del círculo del tubo en m²



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

## PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBOS RIEGO AGRÍCOLA

### Nota:

Los valores de las pérdidas que se encuentran en recuadro corresponden a velocidades del agua mayores a 2m/seg. Para evitar golpes de ariete recomendamos no diseñar tubos con estos valores. (Aplica en páginas 46 y 47.)

### TUBOS RIEGO AGRÍCOLA RDE 21,26,32,5, Y 41

### TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

### ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	1/2		3/4		1		1-1/2		2		3	
RDE	RDE 21 NTC 3317		RDE 26 NTC 3317		RDE 26 NTC 382		RDE 32,5 NTC 382		RDE 41 NTC 382		RDE 41 NTC 382	
Diámetro exterior (mm)	21.34		26.67		33.40		48.26		60.32		88.90	
Espesor de pared (mm)	1.03		1.03		1.52		1.52		1.52		2.16	
Diámetro interior (m)	0.01928		0.02461		0.03036		0.04522		0.05728		0.08458	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.13	0.43	0.0135	0.27	0.0041	0.17	0.0015	0.08	0.0002				
0.25	0.86	0.0486	0.53	0.0148	0.35	0.0053	0.16	0.0008				
0.38	1.30	0.1030	0.80	0.0314	0.52	0.0113	0.24	0.0016				
0.50	1.73	0.1754	1.06	0.0534	0.70	0.0192	0.31	0.0028	0.20	0.0009	0.09	0.0001
0.63	2.16	0.2652	1.33	0.0808	0.87	0.0290	0.39	0.0042	0.24	0.0013	0.11	0.0002
1.01	3.46	0.6333	2.12	0.1929	1.39	0.0694	0.63	0.0100	0.39	0.0031	0.18	0.0005
1.26			2.65	0.2916	1.74	0.1048	0.79	0.0151	0.49	0.0048	0.22	0.0007
1.64			3.45	0.4740	2.27	0.1704	1.02	0.0245	0.64	0.0077	0.29	0.0012
1.89			3.98	0.6178	2.61	0.2222	1.18	0.0319	0.73	0.0101	0.34	0.0015
2.27			4.77	0.8660	3.14	0.3114	1.41	0.0447	0.88	0.0141	0.40	0.0021
2.52					3.49	0.3785	1.57	0.0544	0.98	0.0172	0.45	0.0026
2.90					4.01	0.4903	1.81	0.0704	1.13	0.0223	0.52	0.0033
3.15					4.36	0.5722	1.96	0.0822	1.22	0.0260	0.56	0.0039
3.79					5.23	0.8020	2.36	0.1152	1.47	0.0364	0.67	0.0055
4.42							2.75	0.1532	1.71	0.0484	0.79	0.0073
5.05							3.14	0.1962	1.96	0.0620	0.90	0.0093
5.68							3.54	0.2441	2.20	0.0772	1.01	0.0116
6.31							3.93	0.2966	2.45	0.0938	1.12	0.0140
9.46							5.89	0.6286	3.67	0.1987	1.68	0.0298
12.62							7.86	1.0709	4.90	0.3386	2.25	0.0507
15.77							9.82	1.6189	6.12	0.5118	2.81	0.0767
18.93							11.79	2.2692	7.34	0.7174	3.37	0.1075
22.08									8.57	0.9544	3.93	0.1430
25.24											4.49	0.1831
28.39											5.05	0.2277
31.55											5.61	0.2768
34.70											6.18	0.3302
37.85											6.74	0.3879
41.01											7.30	0.4499
44.16											7.86	0.5161
47.32											8.42	0.5865
50.47											8.98	0.6609
53.63											9.54	0.7395
56.78											10.11	0.8220
59.94											10.67	0.9086



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

## TUBERÍA RIEGO AGRÍCOLA RDE 51

## TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

## ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	3		4		6		8		10		12	
RDE	RDE 51 NTC 382		RDE 51 NTC 382		RDE 51 NTC 382		RDE 51 NTC 382		RDE 51 NTC 382		RDE 51 NTC 382	
Diámetro exterior (mm)	88.90		114.30		168.28		219.08		273.05		323.85	
Espesor de pared (mm)	1.75		2.24		3.30		4.29		5.36		6.35	
Diámetro interior (m)	0.0854		0.10982		0.16168		0.2105		0.26233		0.31115	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.63	0.11	0.0002										
1.01	0.18	0.0005	0.11	0.0001								
1.26	0.22	0.0007	0.13	0.0002								
1.64	0.29	0.0011	0.17	0.0003								
1.89	0.33	0.0014	0.20	0.0004								
2.27	0.40	0.0020	0.24	0.0006	0.11	0.0001						
2.52	0.44	0.0025	0.27	0.0007	0.12	0.0001						
2.90	0.51	0.0032	0.31	0.0009	0.14	0.0001						
3.15	0.55	0.0037	0.33	0.0011	0.15	0.0002						
3.79	0.66	0.0052	0.40	0.0015	0.18	0.0002	0.11	0.0001				
4.42	0.77	0.0069	0.47	0.0020	0.22	0.0003	0.13	0.0001				
5.05	0.88	0.0089	0.53	0.0026	0.25	0.0004	0.15	0.0001				
5.68	0.99	0.0110	0.60	0.0032	0.28	0.0005	0.16	0.0001				
6.31	1.10	0.0134	0.67	0.0039	0.31	0.0006	0.18	0.0002	0.12	0.0001		
9.46	1.65	0.0284	1.00	0.0083	0.46	0.0013	0.27	0.0004	0.18	0.0001	0.12	0.0001
12.62	2.20	0.0484	1.33	0.0142	0.61	0.0022	0.36	0.0006	0.23	0.0002	0.17	0.0001
15.77	2.75	0.0731	1.67	0.0215	0.77	0.0033	0.45	0.0009	0.29	0.0003	0.21	0.0001
18.93	3.30	0.1025	2.00	0.0301	0.92	0.0046	0.54	0.0013	0.35	0.0004	0.25	0.0002
22.08	3.85	0.1364	2.33	0.0401	1.08	0.0061	0.63	0.0017	0.41	0.0006	0.29	0.0003
25.24	4.41	0.1747	2.66	0.0513	1.23	0.0078	0.73	0.0022	0.47	0.0007	0.33	0.0003
28.39	4.96	0.2173	3.00	0.0638	1.38	0.0097	0.82	0.0027	0.53	0.0009	0.37	0.0004
31.55	5.51	0.2641	3.33	0.0776	1.54	0.0118	0.91	0.0033	0.58	0.0011	0.41	0.0005
34.70	6.06	0.3150	3.66	0.0925	1.69	0.0141	1.00	0.0039	0.64	0.0013	0.46	0.0006
37.85	6.61	0.3701	4.00	0.1087	1.84	0.0165	1.09	0.0046	0.70	0.0016	0.50	0.0007
41.01	7.16	0.4293	4.33	0.1261	2.00	0.0192	1.18	0.0053	0.76	0.0018	0.54	0.0008
44.16	7.71	0.4924	4.66	0.1446	2.15	0.0220	1.27	0.0061	0.82	0.0021	0.58	0.0009
47.32	8.26	0.5595	5.00	0.1644	2.30	0.0250	1.36	0.0069	0.88	0.0024	0.62	0.0010
50.47	8.81	0.6306	5.33	0.1852	2.46	0.0282	1.45	0.0078	0.93	0.0027	0.66	0.0012
53.63	9.36	0.7055	5.66	0.2072	2.61	0.0315	1.54	0.0087	0.99	0.0030	0.71	0.0013
56.78	9.91	0.7843	5.99	0.2304	2.77	0.0350	1.63	0.0097	1.05	0.0033	0.75	0.0014
63.09	11.01	0.9533	6.66	0.2800	3.07	0.0426	1.81	0.0118	1.17	0.0040	0.83	0.0018
69.40			7.33	0.3341	3.38	0.0508	1.99	0.0140	1.28	0.0048	0.91	0.0021
75.71			7.99	0.3925	3.69	0.0597	2.18	0.0165	1.40	0.0056	1.00	0.0025
82.02			8.66	0.4552	3.99	0.0692	2.36	0.0191	1.52	0.0065	1.08	0.0029
88.33			9.32	0.5222	4.30	0.0794	2.54	0.0219	1.63	0.0075	1.16	0.0033
94.64			9.99	0.5934	4.61	0.0902	2.72	0.0249	1.75	0.0085	1.24	0.0037
100.94			10.66	0.6687	4.92	0.1016	2.90	0.0281	1.87	0.0096	1.33	0.0042
107.25			11.32	0.7481	5.22	0.1137	3.08	0.0314	1.98	0.0108	1.41	0.0047
113.56			11.99	0.8317	5.53	0.1264	3.26	0.0350	2.10	0.0120	1.49	0.0052
119.87			12.66	0.9193	5.84	0.1397	3.44	0.0386	2.22	0.0132	1.58	0.0058
126.18					6.15	0.1536	3.63	0.0425	2.33	0.0145	1.66	0.0063
157.73					7.68	0.2323	4.53	0.0642	2.92	0.0220	2.07	0.0096
189.27					9.22	0.3255	5.44	0.0900	3.50	0.0308	2.49	0.0134
220.82					10.76	0.4331	6.35	0.1198	4.09	0.0410	2.90	0.0179
252.36					12.29	0.5546	7.25	0.1534	4.67	0.0525	3.32	0.0229
283.91					13.83	0.6898	8.16	0.1908	5.25	0.0653	3.73	0.0284
315.45					15.36	0.8385	9.06	0.2319	5.84	0.0794	4.15	0.0346
347.00							9.97	0.2767	6.42	0.0947	4.56	0.0412
378.54							10.88	0.3250	7.00	0.1112	4.98	0.0484
410.09							11.78	0.3770	7.59	0.1290	5.39	0.0562
441.63							12.69	0.4324	8.17	0.1480	5.81	0.0644
441.63							12.69	0.4324	8.17	0.1480	5.81	0.0644
504.72							14.50	0.5537	9.34	0.1895	6.64	0.0825
567.81							16.32	0.6887	10.51	0.2357	7.47	0.1020
630.90							18.13	0.8371	11.67	0.2865	8.30	0.1248



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

## PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBOS AGUA POTABLE

TUBERÍA UNIÓN MECÁNICA RIEBER RDE 21

TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	2		2-½		3		4		6		8	
Diámetro exterior (mm)	60.32		73.03		88.90		114.30		168.28		219.03	
Espesor de pared (mm)	2.87		3.48		4.24		5.44		8.03		10.41	
Diámetro interior (m)	0.05458		0.06607		0.08042		0.10342		0.15222		0.19821	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.20	0.09	0.0002										
0.40	0.17	0.0007	0.12	0.0003								
0.60	0.26	0.0015	0.18	0.0006	0.12	0.0002						
0.80	0.34	0.0026	0.23	0.0010	0.16	0.0004						
1	0.43	0.0039	0.29	0.0015	0.20	0.0006	0.12	0.0002				
2	0.85	0.0141	0.58	0.0056	0.39	0.0021	0.24	0.0006				
3	1.28	0.0299	0.88	0.0118	0.59	0.0045	0.36	0.0013	0.16	0.0002		
4	1.71	0.0510	1.17	0.0201	0.79	0.0077	0.48	0.0023	0.22	0.0003		
5	2.14	0.0771	1.46	0.0304	0.98	0.0117	0.60	0.0034	0.27	0.0005		
6	2.56	0.1081	1.75	0.0426	1.18	0.0164	0.71	0.0048	0.33	0.0007	0.19	0.0002
7	2.99	0.1438	2.04	0.0567	1.38	0.0218	0.83	0.0064	0.38	0.0010	0.23	0.0003
8	3.42	0.1842	2.33	0.0726	1.57	0.0279	0.95	0.0082	0.44	0.0012	0.26	0.0003
9	3.85	0.2291	2.63	0.0903	1.77	0.0347	1.07	0.0102	0.49	0.0015	0.29	0.0004
10	4.27	0.2784	2.92	0.1098	1.97	0.0421	1.19	0.0124	0.55	0.0019	0.32	0.0005
15			4.38	0.2326	2.95	0.0893	1.79	0.0262	0.82	0.0040	0.49	0.0011
20					3.94	0.1522	2.38	0.0447	1.10	0.0068	0.65	0.0019
25					4.92	0.2300	2.98	0.0676	1.37	0.0103	0.81	0.0028
30							3.57	0.0947	1.65	0.0144	0.97	0.0040
35							4.17	0.1260	1.92	0.0192	1.13	0.0053
40							4.76	0.1613	2.20	0.0245	1.30	0.0068
45									2.47	0.0305	1.46	0.0084
50									2.75	0.0371	1.62	0.0103
55									3.02	0.0443	1.78	0.0122
60									3.30	0.0520	1.94	0.0144
65									3.57	0.0603	2.11	0.0167
70									3.85	0.0692	2.27	0.0191
80									4.40	0.0886	2.59	0.0245
90									4.95	0.1102	2.92	0.0305
100											3.24	0.0370
110											3.56	0.0442
120											3.89	0.0519
130											4.21	0.0602
140											4.54	0.0690
150											4.86	0.0785
160												
170												
180												
190												
200												
220												
240												
260												
280												
300												
350												
400												
450												
500												
550												
600												
650												
700												
750												
800												
850												





# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

TUBERÍA UNIÓN MECÁNICA RIEBER RDE 21

TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	10		12		14		16		18		20	
Diámetro exterior (mm)	273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00	
Espesor de pared (mm)	12.98		15.39		16.93		19.35		21.77		24.18	
Diámetro interior (m)	0.024709		0.29307		0.32174		0.3677		0.41366		0.45964	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.20												
0.40												
0.60												
0.80												
2												
3												
4												
5												
6												
8												
9												
10	0.21	0.0002										
15	0.31	0.0004	0.22	0.0002								
20	0.42	0.0006	0.30	0.0003	0.25	0.0002						
25	0.52	0.0010	0.37	0.0004	0.31	0.0003						
30	0.63	0.0014	0.44	0.0006	0.37	0.0004	0.28	0.0002				
35	0.73	0.0018	0.52	0.0008	0.43	0.0005	0.33	0.0003				
40	0.83	0.0023	0.59	0.0010	0.49	0.0006	0.38	0.0003	0.30	0.0002		
45	0.94	0.0029	0.67	0.0013	0.55	0.0008	0.42	0.0004	0.33	0.0002		
50	1.04	0.0035	0.74	0.0015	0.61	0.0010	0.47	0.0005	0.37	0.0003	0.30	0.0002
55	1.15	0.0042	0.82	0.0018	0.68	0.0012	0.52	0.0006	0.41	0.0003	0.33	0.0002
60	1.25	0.0049	0.89	0.0021	0.74	0.0014	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002
65	1.36	0.0057	0.96	0.0025	0.80	0.0016	0.61	0.0008	0.48	0.0005	0.39	0.0003
70	1.46	0.0065	1.04	0.0028	0.86	0.0018	0.66	0.0009	0.52	0.0005	0.42	0.0003
80	1.67	0.0084	1.19	0.0036	0.98	0.0023	0.75	0.0012	0.60	0.0007	0.48	0.0004
90	1.88	0.0104	1.33	0.0045	1.11	0.0029	0.85	0.0015	0.67	0.0008	0.54	0.0005
100	2.09	0.0127	1.48	0.0055	1.23	0.0035	0.94	0.0018	0.74	0.0010	0.60	0.0006
110	2.29	0.0151	1.63	0.0066	1.35	0.0042	1.04	0.0022	0.82	0.0012	0.66	0.0007
120	2.50	0.0177	1.78	0.0077	1.48	0.0049	1.13	0.0026	0.89	0.0014	0.72	0.0009
130	2.71	0.0206	1.93	0.0090	1.60	0.0057	1.22	0.0030	0.97	0.0017	0.78	0.0010
140	2.92	0.0236	2.08	0.0103	1.72	0.0065	1.32	0.0034	1.04	0.0019	0.84	0.0011
150	3.13	0.0268	2.22	0.0117	1.84	0.0074	1.41	0.0039	1.12	0.0022	0.90	0.0013
160	3.34	0.0302	2.37	0.0132	1.97	0.0084	1.51	0.0044	1.19	0.0025	0.96	0.0015
170	3.55	0.0338	2.52	0.0147	2.09	0.0093	1.60	0.0049	1.26	0.0027	1.02	0.0016
180	3.75	0.0376	2.67	0.0164	2.21	0.0104	1.70	0.0054	1.34	0.0031	1.08	0.0018
190	3.96	0.0415	2.82	0.0181	2.34	0.0115	1.79	0.0060	1.41	0.0034	1.15	0.0020
200	4.17	0.0457	2.96	0.0199	2.46	0.0126	1.88	0.0066	1.49	0.0037	1.21	0.0022
220	4.59	0.0545	3.26	0.0237	2.71	0.0151	2.07	0.0079	1.64	0.0044	1.33	0.0027
240	5.01	0.0640	3.56	0.0279	2.95	0.0177	2.26	0.0092	1.79	0.0052	1.45	0.0031
260			3.85	0.0323	3.20	0.0205	2.45	0.0107	1.93	0.0060	1.57	0.0036
280			4.15	0.0371	3.44	0.0235	2.64	0.0123	2.08	0.0069	1.69	0.0041
300			4.45	0.0422	3.69	0.0268	2.83	0.0140	2.23	0.0079	1.81	0.0047
350			5.19	0.0561	4.30	0.0356	3.30	0.0186	2.60	0.0105	2.11	0.0063
400					4.92	0.0456	3.77	0.0238	2.98	0.0134	2.41	0.0080
450							4.24	0.0296	3.35	0.0167	2.71	0.0100
500							4.71	0.0360	3.72	0.0203	3.01	0.0121
550							5.18	0.0429	4.09	0.0242	3.31	0.0145
600									4.46	0.0284	3.62	0.0170
650									4.84	0.0329	3.92	0.0197
700											4.22	0.0226
750											4.52	0.0257
800											4.82	0.0290
850											5.12	0.0324



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

TUBERÍA UNIÓN MECÁNICA RIEBER RDE 26

TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	2		2-½		3		4		6		8	
Diámetro exterior (mm)	60.32		73.03		88.90		114.30		168.28		219.03	
Espesor de pared (mm)	2.31		2.79		3.43		4.39		6.48		8.43	
Diámetro interior (m)	0.0557		0.06745		0.08204		0.10552		0.105532		0.20217	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.20	0.08	0.0002										
0.40	0.16	0.0006	0.11	0.0003								
0.60	0.25	0.0014	0.17	0.0005	0.11	0.0002						
0.80	0.33	0.0023	0.22	0.0009	0.15	0.0004						
1	0.41	0.0035	0.28	0.0014	0.19	0.0005	0.11	0.0002				
2	0.82	0.0128	0.56	0.0050	0.38	0.0019	0.23	0.0006				
3	1.23	0.0271	0.84	0.0107	0.57	0.0041	0.34	0.0012	0.16	0.0002		
4	1.64	0.0462	1.12	0.0182	0.76	0.0070	0.46	0.0021	0.21	0.0003		
5	2.05	0.0699	1.40	0.0275	0.95	0.0106	0.57	0.0031	0.26	0.0005		
6	2.46	0.0979	1.68	0.0385	1.14	0.0149	0.69	0.0044	0.32	0.0007	0.19	0.0002
7	2.87	0.1303	1.96	0.0513	1.32	0.0198	0.80	0.0058	0.37	0.0009	0.22	0.0002
8	3.28	0.1668	2.24	0.0657	1.51	0.0253	0.91	0.0074	0.42	0.0011	0.25	0.0003
9	3.69	0.2075	2.52	0.0817	1.70	0.0315	1.03	0.0092	0.48	0.0014	0.28	0.0004
10	4.10	0.2522	2.80	0.0993	1.89	0.0382	1.14	0.0112	0.53	0.0017	0.31	0.0005
15			4.20	0.2104	2.84	0.0810	1.72	0.0238	0.79	0.0036	0.47	0.0010
20					3.78	0.1381	2.29	0.0405	1.06	0.0062	0.62	0.0017
25					4.73	0.2087	2.86	0.0613	1.32	0.0093	0.78	0.0026
30							3.43	0.0859	1.58	0.0131	0.93	0.0036
35							4.00	0.1142	1.85	0.0174	1.09	0.0048
40							4.57	0.1463	2.11	0.0223	1.25	0.0062
45							5.15	0.1819	2.38	0.0277	1.40	0.0077
50									2.64	0.0336	1.56	0.0093
55									2.90	0.0401	1.71	0.0111
60									3.17	0.0472	1.87	0.0131
65									3.43	0.0547	2.02	0.0151
70									3.69	0.0627	2.18	0.0174
80									4.22	0.0803	2.49	0.0222
90									4.75	0.0999	2.80	0.0277
100											3.12	0.0336
110											3.43	0.0401
120											3.74	0.0471
130											4.05	0.0547
140											4.36	0.0627
150											4.67	0.0713
160											4.98	0.0803
170												
180												
190												
200												
220												
240												
260												
280												
300												
350												
400												
450												
500												
550												
600												
650												
700												
750												
800												
850												



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

TUBERÍA UNIÓN MECÁNICA RIEBER RDE 26

TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	10		12		14		16		18		20	
Diámetro exterior (mm)	273.05		323.85		355.60		406.40		457.20		508.00	
Espesor de pared (mm)	10.49		12.45		13.67		15.62		17.58		19.53	
Diámetro interior (m)	0.25207		0.29895		0.32826		0.37516		0.42204		0.46894	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.20												
0.40												
0.60												
0.80												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10	0.20	0.0002										
15	0.30	0.0003										
20	0.40	0.0006	0.28	0.0003	0.24	0.0002						
25	0.50	0.0009	0.36	0.0004	0.30	0.0002						
30	0.60	0.0012	0.43	0.0005	0.35	0.0003	0.27	0.0002				
35	0.70	0.0016	0.50	0.0007	0.41	0.0005	0.32	0.0002				
40	0.80	0.0021	0.57	0.0009	0.47	0.0006	0.36	0.0003	0.29	0.0002		
45	0.90	0.0026	0.64	0.0011	0.53	0.0007	0.41	0.0004	0.32	0.0002		
50	1.00	0.0032	0.71	0.0014	0.59	0.0009	0.45	0.0005	0.36	0.0003	0.29	0.0002
55	1.10	0.0038	0.78	0.0017	0.65	0.0010	0.50	0.0005	0.39	0.0003	0.32	0.0002
60	1.20	0.0045	0.85	0.0019	0.71	0.0012	0.54	0.0006	0.43	0.0004	0.35	0.0002
65	1.30	0.0052	0.93	0.0023	0.77	0.0014	0.59	0.0007	0.46	0.0004	0.38	0.0003
70	1.40	0.0059	1.00	0.0026	0.83	0.0016	0.63	0.0009	0.50	0.0005	0.41	0.0003
80	1.60	0.0076	1.14	0.0033	0.95	0.0021	0.72	0.0011	0.57	0.0006	0.46	0.0004
90	1.80	0.0094	1.28	0.0041	1.06	0.0026	0.81	0.0014	0.64	0.0008	0.52	0.0005
100	2.00	0.0115	1.42	0.0050	1.18	0.0032	0.90	0.0017	0.71	0.0009	0.58	0.0006
110	2.20	0.0137	1.57	0.0060	1.30	0.0038	1.00	0.0020	0.79	0.0011	0.64	0.0007
120	2.40	0.0161	1.71	0.0070	1.42	0.0044	1.09	0.0023	0.86	0.0013	0.69	0.0008
130	2.61	0.0187	1.85	0.0081	1.54	0.0052	1.18	0.0027	0.93	0.0015	0.75	0.0009
140	2.81	0.0214	1.99	0.0093	1.65	0.0059	1.27	0.0031	1.00	0.0017	0.81	0.0010
150	3.01	0.0243	2.14	0.0106	1.77	0.0067	1.36	0.0035	1.07	0.0020	0.87	0.0012
160	3.21	0.0274	2.28	0.0119	1.89	0.0076	1.45	0.0040	1.14	0.0022	0.93	0.0013
170	3.41	0.0307	2.42	0.0134	2.01	0.0085	1.54	0.0044	1.22	0.0025	0.98	0.0015
180	3.61	0.0341	2.56	0.0149	2.13	0.0094	1.63	0.0049	1.29	0.0028	1.04	0.0017
190	3.81	0.0377	2.71	0.0164	2.25	0.0104	1.72	0.0054	1.36	0.0031	1.10	0.0018
200	4.01	0.0414	2.85	0.0181	2.36	0.0115	1.81	0.0060	1.43	0.0034	1.16	0.0020
220	4.41	0.0495	3.13	0.0215	2.60	0.0137	1.99	0.0071	1.57	0.0040	1.27	0.0024
240	4.81	0.0581	3.42	0.0253	2.84	0.0161	2.17	0.0084	1.72	0.0047	1.39	0.0028
260			3.70	0.0294	3.07	0.0186	2.35	0.0097	1.86	0.0055	1.51	0.0033
280			3.99	0.0337	3.31	0.0214	2.53	0.0111	2.00	0.0063	1.62	0.0038
300			4.27	0.0383	3.54	0.0243	2.71	0.0127	2.14	0.0071	1.74	0.0043
350			4.99	0.0509	4.14	0.0323	3.17	0.0168	2.50	0.0095	2.03	0.0057
400					4.73	0.0413	3.62	0.0216	2.86	0.0122	2.32	0.0073
450							4.07	0.0268	3.22	0.0151	2.61	0.0090
500							4.52	0.0326	3.57	0.0184	2.89	0.0110
550							4.98	0.0389	3.93	0.0219	3.18	0.0131
600									4.29	0.0258	3.47	0.0154
650									4.65	0.0299	3.76	0.0179
700									5.00	0.0343	4.05	0.0205
750											4.34	0.0233
800											4.63	0.0263
850											4.92	0.0294



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

TUBERÍA UNIÓN MECÁNICA RIEBER RDE 32,5

TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	3		4		6		8		10		12	
Diámetro exterior (mm)	88.90		114.30		168.28		219.03		273.05		323.85	
Espesor de pared (mm)	2.74		3.51		5.18		6.73		8.41		9.96	
Diámetro interior (m)	0.08342		0.10728		0.15792		0.20557		0.25623		0.30393	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.20												
0.40												
0.60	0.11	0.0002										
0.80	0.15	0.0003										
1	0.18	0.0005										
2	0.37	0.0018	0.22	0.0005								
3	0.55	0.0038	0.33	0.0011	0.15	0.0002						
4	0.73	0.0065	0.44	0.0019	0.20	0.0003						
5	0.91	0.0098	0.55	0.0029	0.26	0.0004						
6	1.10	0.0137	0.66	0.0040	0.31	0.0006	0.18	0.0002				
7	1.28	0.0182	0.77	0.0053	0.36	0.0008	0.21	0.0002				
8	1.46	0.0233	0.89	0.0068	0.41	0.0010	0.24	0.0003				
9	1.65	0.0290	1.00	0.0085	0.46	0.0013	0.27	0.0004				
10	1.83	0.0353	1.11	0.0104	0.51	0.0016	0.30	0.0004				
15	2.74	0.0747	1.66	0.0219	0.77	0.0033	0.45	0.0009	0.29	0.0003		
20	3.66	0.1273	2.21	0.0374	1.02	0.0057	0.60	0.0016	0.39	0.0005	0.28	0.0002
25	4.57	0.1924	2.77	0.0565	1.28	0.0086	0.75	0.0024	0.48	0.0008	0.34	0.0004
30			3.32	0.0792	1.53	0.0120	0.90	0.0033	0.58	0.0011	0.41	0.0005
35			3.87	0.1054	1.79	0.0160	1.05	0.0044	0.68	0.0015	0.48	0.0007
40			4.43	0.1350	2.04	0.0205	1.21	0.0057	0.78	0.0019	0.55	0.0008
45			4.98	0.1678	2.30	0.0255	1.36	0.0071	0.87	0.0024	0.62	0.0011
50					2.55	0.0310	1.51	0.0086	0.97	0.0029	0.69	0.0013
55					2.81	0.0370	1.66	0.0102	1.07	0.0035	0.76	0.0015
60					3.06	0.0435	1.81	0.0120	1.16	0.0041	0.83	0.0018
65					3.32	0.0504	1.96	0.0140	1.26	0.0048	0.90	0.0021
70					3.57	0.0579	2.11	0.0160	1.36	0.0055	0.96	0.0024
80					4.08	0.0741	2.41	0.0205	1.55	0.0070	1.10	0.0031
90					4.59	0.0921	2.71	0.0255	1.75	0.0087	1.24	0.0038
100					5.11	0.1120	3.01	0.0310	1.94	0.0106	1.38	0.0046
110							3.31	0.0370	2.13	0.0126	1.52	0.0055
120							3.62	0.0435	2.33	0.0149	1.65	0.0065
130							3.92	0.0504	2.52	0.0172	1.79	0.0075
140							4.22	0.0578	2.72	0.0198	1.93	0.0086
150							4.52	0.0657	2.91	0.0225	2.07	0.0098
160							4.82	0.0740	3.10	0.0253	2.21	0.0110
170									3.30	0.0283	2.34	0.0123
180									3.49	0.0315	2.48	0.0137
190									3.68	0.0348	2.62	0.0152
200									3.88	0.0383	2.76	0.0167
220									4.27	0.0457	3.03	0.0199
240									4.65	0.0536	3.31	0.0234
260									5.04	0.0622	3.58	0.0271
280											3.86	0.0311
300											4.14	0.0353
350											4.82	0.0470
400												
450												
500												
550												
600												
650												
700												
750												
800												
850												
900												



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

**TUBERÍA UNIÓN MECÁNICA RIEBER RDE 32,5**

**TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN**

**ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150**

Diámetro nominal (pulg.)	14		16		18		20	
Diámetro exterior (mm)	355.60		406.40		457.20		508.00	
Espesor de pared (mm)	10.92		12.5		14.07		15.62	
Diámetro interior (m)	0.33376		0.3814		0.42906		0.47676	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.20								
0.40								
0.60								
0.80								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
15								
20								
25	0.29	0.0002						
30	0.34	0.0003	0.26	0.0002				
35	0.40	0.0004	0.31	0.0002				
40	0.46	0.0005	0.35	0.0003	0.28	0.0002		
45	0.51	0.0007	0.39	0.0003	0.31	0.0002		
50	0.57	0.0008	0.44	0.0004	0.35	0.0002		
55	0.63	0.0010	0.48	0.0005	0.38	0.0003	0.31	0.0002
60	0.69	0.0011	0.53	0.0006	0.41	0.0003	0.34	0.0002
65	0.74	0.0013	0.57	0.0007	0.45	0.0004	0.36	0.0002
70	0.80	0.0015	0.61	0.0008	0.48	0.0004	0.39	0.0003
80	0.91	0.0019	0.70	0.0010	0.55	0.0006	0.45	0.0003
90	1.03	0.0024	0.79	0.0013	0.62	0.0007	0.50	0.0004
100	1.14	0.0029	0.88	0.0015	0.69	0.0009	0.56	0.0005
110	1.26	0.0035	0.96	0.0018	0.76	0.0010	0.62	0.0006
120	1.37	0.0041	1.05	0.0021	0.83	0.0012	0.67	0.0007
130	1.49	0.0048	1.14	0.0025	0.90	0.0014	0.73	0.0008
140	1.60	0.0055	1.23	0.0028	0.97	0.0016	0.78	0.0010
150	1.71	0.0062	1.31	0.0032	1.04	0.0018	0.84	0.0011
160	1.83	0.0070	1.40	0.0036	1.11	0.0021	0.90	0.0012
170	1.94	0.0078	1.49	0.0041	1.18	0.0023	0.95	0.0014
180	2.06	0.0087	1.58	0.0045	1.24	0.0026	1.01	0.0015
190	2.17	0.0096	1.66	0.0050	1.31	0.0028	1.06	0.0017
200	2.29	0.0106	1.75	0.0055	1.38	0.0031	1.12	0.0019
220	2.51	0.0126	1.93	0.0066	1.52	0.0037	1.23	0.0022
240	2.74	0.0148	2.10	0.0077	1.66	0.0044	1.34	0.0026
260	2.97	0.0172	2.28	0.0090	1.80	0.0051	1.46	0.0030
280	3.20	0.0197	2.45	0.0103	1.94	0.0058	1.57	0.0035
300	3.43	0.0224	2.63	0.0117	2.07	0.0066	1.68	0.0039
350	4.00	0.0298	3.06	0.0155	2.42	0.0088	1.96	0.0052
400	4.57	0.0381	3.50	0.0199	2.77	0.0112	2.24	0.0067
450	5.14	0.0474	3.94	0.0248	3.11	0.0140	2.52	0.0083
500			4.38	0.0301	3.46	0.0170	2.80	0.0101
550			4.81	0.0359	3.80	0.0202	3.08	0.0121
600					4.15	0.0238	3.36	0.0142
650					4.50	0.0276	3.64	0.0165
700					4.84	0.0316	3.92	0.0189
750							4.20	0.0215
800							4.48	0.0242
850							4.76	0.0271
900							5.04	0.0301



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

TUBERÍA UNIÓN MECÁNICA RIEBER RDE 41

TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	4		6		8		10		12		14	
Diámetro exterior (mm)	114.30		168.28		219.03		273.05		323.85		355.60	
Espesor de pared (mm)	2.79		4.11		5.33		6.65		7.90		8,66	
Diámetro interior (m)	0.10872		0.16006		0.20837		0.25975		0.30805		0.33828	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.20												
0.40												
0.60												
0.80												
1												
2	0.22	0.0005										
3	0.32	0.0010	0.15	0.0002								
4	0.43	0.0018	0.20	0.0003								
5	0.54	0.0027	0.25	0.0004								
6	0.65	0.0038	0.30	0.0006	0.18	0.0002						
7	0.75	0.0050	0.35	0.0008	0.21	0.0002						
8	0.86	0.0064	0.40	0.0010	0.23	0.0003						
9	0.97	0.0080	0.45	0.0012	0.26	0.0003						
10	1.08	0.0097	0.50	0.0015	0.29	0.0004						
15	1.62	0.0206	0.75	0.0031	0.44	0.0009	0.28	0.0003				
20	2.15	0.0350	0.99	0.0053	0.59	0.0015	0.38	0.0005	0.27	0.0002		
25	2.69	0.0530	1.24	0.0080	0.73	0.0022	0.47	0.0008	0.34	0.0003	0.28	0.0002
30	3.23	0.0742	1.49	0.0113	0.88	0.0031	0.57	0.0011	0.40	0.0005	0.33	0.0003
35	3.77	0.0988	1.74	0.0150	1.03	0.0042	0.66	0.0014	0.47	0.0006	0.39	0.0004
40	4.31	0.1265	1.99	0.0192	1.17	0.0053	0.75	0.0018	0.54	0.0008	0.45	0.0005
45	4.85	0.1573	2.24	0.0239	1.32	0.0066	0.85	0.0023	0.60	0.0010	0.50	0.0006
50			2.48	0.0291	1.47	0.0080	0.94	0.0027	0.67	0.0012	0.56	0.0008
55			2.73	0.0347	1.61	0.0096	1.04	0.0033	0.74	0.0014	0.61	0.0009
60			2.98	0.0407	1.76	0.0113	1.13	0.0039	0.81	0.0017	0.67	0.0011
65			3.23	0.0472	1.91	0.0131	1.23	0.0045	0.87	0.0019	0.72	0.0012
70			3.48	0.0542	2.05	0.0150	1.32	0.0051	0.94	0.0022	0.78	0.0014
80			3.98	0.0694	2.35	0.0192	1.51	0.0066	1.07	0.0029	0.89	0.0018
90			4.47	0.0863	2.64	0.0239	1.70	0.0082	1.21	0.0036	1.00	0.0023
100			4.97	0.1049	2.93	0.0290	1.89	0.0099	1.34	0.0043	1.11	0.0027
110					3.23	0.0346	2.08	0.0118	1.48	0.0052	1.22	0.0033
120					3.52	0.0407	2.26	0.0139	1.61	0.0061	1.34	0.0038
130					3.81	0.0472	2.45	0.0161	1.74	0.0070	1.45	0.0045
140					4.11	0.0541	2.64	0.0185	1.88	0.0081	1.56	0.0051
150					4.40	0.0615	2.83	0.0210	2.01	0.0092	1.67	0.0058
160					4.69	0.0693	3.02	0.0237	2.15	0.0103	1.78	0.0065
170							3.21	0.0265	2.28	0.0115	1.89	0.0073
180							3.40	0.0295	2.42	0.0128	2.00	0.0081
190							3.59	0.0326	2.55	0.0142	2.11	0.0090
200							3.77	0.0358	2.68	0.0156	2.23	0.0099
220							4.15	0.0427	2.95	0.0186	2.45	0.0118
240							4.53	0.0502	3.22	0.0219	2.67	0.0139
260							4.91	0.0582	3.49	0.0254	2.89	0.0161
280									3.76	0.0291	3.12	0.0184
300									4.03	0.0331	3.34	0.0210
350									4.70	0.0440	3.89	0.0279
400											4.45	0.0357
450											5.01	0.0444
500												
550												
600												
650												
700												
750												
800												
850												
900												



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

TUBERÍA UNIÓN MECÁNICA RIEBER RDE 41

TABLA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS C 150

Diámetro nominal (pulg.)	16		18		20	
Diámetro exterior (mm)	406.40		457.20		508.00	
Espesor de pared (mm)	9.91		11.15		12.4	
Diámetro interior (m)	0.38658		0.4349		0.4832	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m	Velocidad m/s	hf m/m
0.20						
0.40						
0.60						
0.80						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
15						
20						
25						
30	0.26	0.0002				
35	0.30	0.0002				
40	0.34	0.0003				
45	0.38	0.0003	0.30	0.0002		
50	0.43	0.0004	0.34	0.0002		
55	0.47	0.0005	0.37	0.0003	0.30	0.0002
60	0.51	0.0006	0.40	0.0003	0.33	0.0002
65	0.55	0.0006	0.44	0.0004	0.35	0.0002
70	0.60	0.0007	0.47	0.0004	0.38	0.0002
80	0.68	0.0009	0.54	0.0005	0.44	0.0003
90	0.77	0.0012	0.61	0.0007	0.49	0.0004
100	0.85	0.0014	0.67	0.0008	0.55	0.0005
110	0.94	0.0017	0.74	0.0010	0.60	0.0006
120	1.02	0.0020	0.81	0.0011	0.65	0.0007
130	1.11	0.0023	0.88	0.0013	0.71	0.0008
140	1.19	0.0027	0.94	0.0015	0.76	0.0009
150	1.28	0.0030	1.01	0.0017	0.82	0.0010
160	1.36	0.0034	1.08	0.0019	0.87	0.0012
170	1.45	0.0038	1.14	0.0022	0.93	0.0013
180	1.53	0.0042	1.21	0.0024	0.98	0.0014
190	1.62	0.0047	1.28	0.0026	1.04	0.0016
200	1.70	0.0052	1.35	0.0029	1.09	0.0017
220	1.87	0.0062	1.48	0.0035	1.20	0.0021
240	2.04	0.0072	1.62	0.0041	1.31	0.0024
260	2.22	0.0084	1.75	0.0047	1.42	0.0028
280	2.39	0.0096	1.88	0.0054	1.53	0.0032
300	2.56	0.0109	2.02	0.0062	1.64	0.0037
350	2.98	0.0146	2.36	0.0082	1.91	0.0049
400	3.41	0.0186	2.69	0.0105	2.18	0.0063
450	3.83	0.0232	3.03	0.0131	2.45	0.0078
500	4.26	0.0282	3.37	0.0159	2.73	0.0095
550	4.69	0.0336	3.70	0.0189	3.00	0.0113
600	5.11	0.0395	4.04	0.0223	3.27	0.0133
650			4.38	0.0258	3.54	0.0155
700			4.71	0.0296	3.82	0.0177
750			5.05	0.0336	4.09	0.0201
800					4.36	0.0227
850					4.64	0.0254
900					4.91	0.0282



# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

## PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBERÍA DURAXIAL PR 200

### ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS Chw 150

Diámetro nominal (pulg.)	3		4		6		8		10		12	
Diámetro exterior (mm)	88,9		114,3		168,28		219,08		273,05		323,85	
Espesor de pared (mm)	3,42		3,12		4,62		5,99		7,49		8,86	
Diámetro interior (mm)	82,06		108,6		159,04		207,1		258,07		306,13	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m
1	0,19	0,0010										
2	0,38	0,0020	0,22	0,0005								
3	0,57	0,0040	0,33	0,0011								
4	0,76	0,0070	0,44	0,0018								
5	0,95	0,0110	0,55	0,0028								
6	1,13	0,0150	0,65	0,0039	0,30	0,0006						
7	1,32	0,0200	0,76	0,0052	0,35	0,0008						
8	1,51	0,0250	0,87	0,0066	0,40	0,0010						
9	1,70	0,0310	0,98	0,0082	0,45	0,0013						
10	1,89	0,0380	1,09	0,0100	0,50	0,0015						
11	2,08	0,0460	1,20	0,0119	0,55	0,0018	0,33	0,0005				
12	2,27	0,0540	1,31	0,0140	0,60	0,0021	0,36	0,0006				
13	2,46	0,0620	1,42	0,0163	0,65	0,0025	0,39	0,0007				
14	2,65	0,0710	1,53	0,0186	0,70	0,0028	0,42	0,0008				
15	2,84	0,0810	1,64	0,0212	0,76	0,0032	0,45	0,0009				
20	3,78	0,1380	2,18	0,0361	1,01	0,0055	0,59	0,0015	0,38	0,0005		
25	4,73	0,2080	2,73	0,0546	1,26	0,0083	0,74	0,0023	0,48	0,0008		
30	5,67	0,2920	3,27	0,0765	1,51	0,0116	0,89	0,0032	0,57	0,0011		
35	6,62	0,3890	3,82	0,1017	1,76	0,0155	1,04	0,0043	0,67	0,0015	0,48	0,0006
40			4,36	0,1303	2,01	0,0198	1,19	0,0055	0,76	0,0019	0,54	0,0008
45			4,91	0,1620	2,27	0,0247	1,34	0,0068	0,86	0,0023	0,61	0,0010
50					2,52	0,0300	1,48	0,0083	0,96	0,0028	0,68	0,0012
55					2,77	0,0358	1,63	0,0099	1,05	0,0034	0,75	0,0015
60					3,02	0,0420	1,78	0,0116	1,15	0,0040	0,82	0,0017
65					3,27	0,0487	1,93	0,0135	1,24	0,0046	0,88	0,0020
70					3,52	0,0559	2,08	0,0154	1,34	0,0053	0,95	0,0023
75					3,78	0,0635	2,23	0,0176	1,43	0,0060	1,02	0,0026
80					4,03	0,0716	2,37	0,0198	1,53	0,0068	1,09	0,0029
85					4,28	0,0801	2,52	0,0221	1,63	0,0076	1,15	0,0033
90					4,53	0,0890	2,67	0,0246	1,72	0,0084	1,22	0,0037
95					4,78	0,0984	2,82	0,0272	1,82	0,0093	1,29	0,0041
100					5,03	0,1082	2,97	0,0299	1,91	0,0102	1,36	0,0045
110							3,27	0,0357	2,10	0,0122	1,49	0,0053
120							3,56	0,0419	2,29	0,0144	1,63	0,0062
130							3,86	0,0486	2,49	0,0166	1,77	0,0072
140							4,16	0,0558	2,68	0,0191	1,90	0,0083
150							4,45	0,0634	2,87	0,0217	2,04	0,0094
160							4,75	0,0714	3,06	0,0244	2,17	0,0106
170							5,05	0,0799	3,25	0,0274	2,31	0,0119
180									3,44	0,0304	2,45	0,0132
190									3,63	0,0336	2,58	0,0146
200									3,82	0,0370	2,72	0,0161
210									4,01	0,0405	2,85	0,0176
220									4,21	0,0441	2,99	0,0192
230									4,40	0,0479	3,12	0,0208
240									4,59	0,0518	3,26	0,0225
250									4,78	0,0559	3,40	0,0243
260									4,97	0,0601	3,53	0,0262
270									5,16	0,0640	3,67	0,0280
280											3,80	0,0300
290											3,94	0,0320
300											4,08	0,0341
320											4,35	0,0384
340											4,62	0,0430
360											4,89	0,0478
380											5,16	0,0640





# DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS

## PÉRDIDA DE PRESIÓN TUBERÍA DURAXIAL PR 160

### ECUACIÓN DE HAZEN WILLIAMS Chw 150

Diámetro nominal (pulg.)	3		4		6		8		10		12	
Diámetro exterior (mm)	88,9		114,3		168,28		219,08		273,05		323,85	
Espesor de pared (mm)	2,76		2,52		3,71		4,83		6,02		7,14	
Diámetro interior (mm)	83,38		109,26		160,86		209,42		261,01		309,57	
CAUDAL l/s	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m	Velocidad m/s	Pérdida presión m/m
1												
2	0,37	0,0020										
3	0,55	0,0040	0,32	0,0010								
4	0,73	0,0060	0,43	0,0017								
5	0,92	0,0100	0,53	0,0026								
6	1,10	0,0140	0,64	0,0037	0,30	0,0006						
7	1,28	0,0180	0,75	0,0049	0,34	0,0007						
8	1,47	0,0230	0,85	0,0063	0,39	0,0010						
9	1,65	0,0290	0,96	0,0078	0,44	0,0012						
10	1,83	0,0350	1,07	0,0095	0,49	0,0014						
11	2,01	0,0420	1,17	0,0113	0,54	0,0017						
12	2,20	0,0500	1,28	0,0133	0,59	0,0020	0,35	0,0006				
13	2,38	0,0570	1,39	0,0154	0,64	0,0023	0,38	0,0006				
14	2,56	0,0660	1,49	0,0177	0,69	0,0027	0,41	0,0007				
15	2,75	0,0750	1,60	0,0201	0,74	0,0031	0,44	0,0008				
20	3,66	0,1280	2,13	0,0342	0,98	0,0052	0,58	0,0014				
25	4,58	0,1930	2,67	0,0517	1,23	0,0079	0,73	0,0022	0,47	0,0007		
30	5,49	0,2700	3,20	0,0725	1,48	0,0110	0,87	0,0030	0,56	0,0010		
35	6,41	0,3600	3,73	0,0964	1,72	0,0146	1,02	0,0041	0,65	0,0014	0,47	0,0006
40			4,27	0,1235	1,97	0,0188	1,16	0,0052	0,75	0,0018	0,53	0,0008
45			4,80	0,1535	2,21	0,0233	1,31	0,0065	0,84	0,0022	0,60	0,0010
50					2,46	0,0284	1,45	0,0078	0,93	0,0027	0,66	0,0012
55					2,71	0,0338	1,60	0,0094	1,03	0,0032	0,73	0,0014
60					2,95	0,0398	1,74	0,0110	1,12	0,0038	0,80	0,0016
65					3,20	0,0461	1,89	0,0128	1,21	0,0044	0,86	0,0019
70					3,44	0,0529	2,03	0,0146	1,31	0,0050	0,93	0,0022
75					3,69	0,0601	2,18	0,0166	1,40	0,0057	1,00	0,0025
80					3,94	0,0677	2,32	0,0187	1,50	0,0064	1,06	0,0028
85					4,18	0,0758	2,47	0,0210	1,59	0,0072	1,13	0,0031
90					4,43	0,0842	2,61	0,0233	1,68	0,0080	1,20	0,0035
95					4,67	0,0931	2,76	0,0258	1,78	0,0088	1,26	0,0038
100					4,92	0,1024	2,90	0,0283	1,87	0,0097	1,33	0,0042
110							3,19	0,0338	2,06	0,0116	1,46	0,0050
120							3,48	0,0397	2,24	0,0136	1,59	0,0059
130							3,77	0,0460	2,43	0,0158	1,73	0,0069
140							4,06	0,0528	2,62	0,0181	1,86	0,0079
150							4,35	0,0600	2,80	0,0205	1,99	0,0089
160							4,65	0,0676	2,99	0,0231	2,13	0,0101
170							4,94	0,0757	3,18	0,0259	2,26	0,0113
180									3,36	0,0288	2,39	0,0125
190									3,55	0,0318	2,52	0,0139
200									3,74	0,0350	2,66	0,0152
210									3,92	0,0383	2,79	0,0167
220									4,11	0,0417	2,92	0,0182
230									4,30	0,0453	3,06	0,0197
240									4,49	0,0490	3,19	0,0214
250									4,67	0,0529	3,32	0,0230
260									4,86	0,0569	3,45	0,0248
270									5,05	0,0610	3,59	0,0266
280											3,72	0,0284
290											3,85	0,0303
300											3,99	0,0323
320											4,25	0,0364
340											4,52	0,0407
360											4,78	0,0452
380											5,05	0,0500



## VÁLVULAS VENTOSAS DE DOBLE ACCIÓN

Deben colocarse válvulas ventosas de doble acción con el fin de asegurar un funcionamiento confiable del sistema.

Estas válvulas cumplen un doble objetivo.

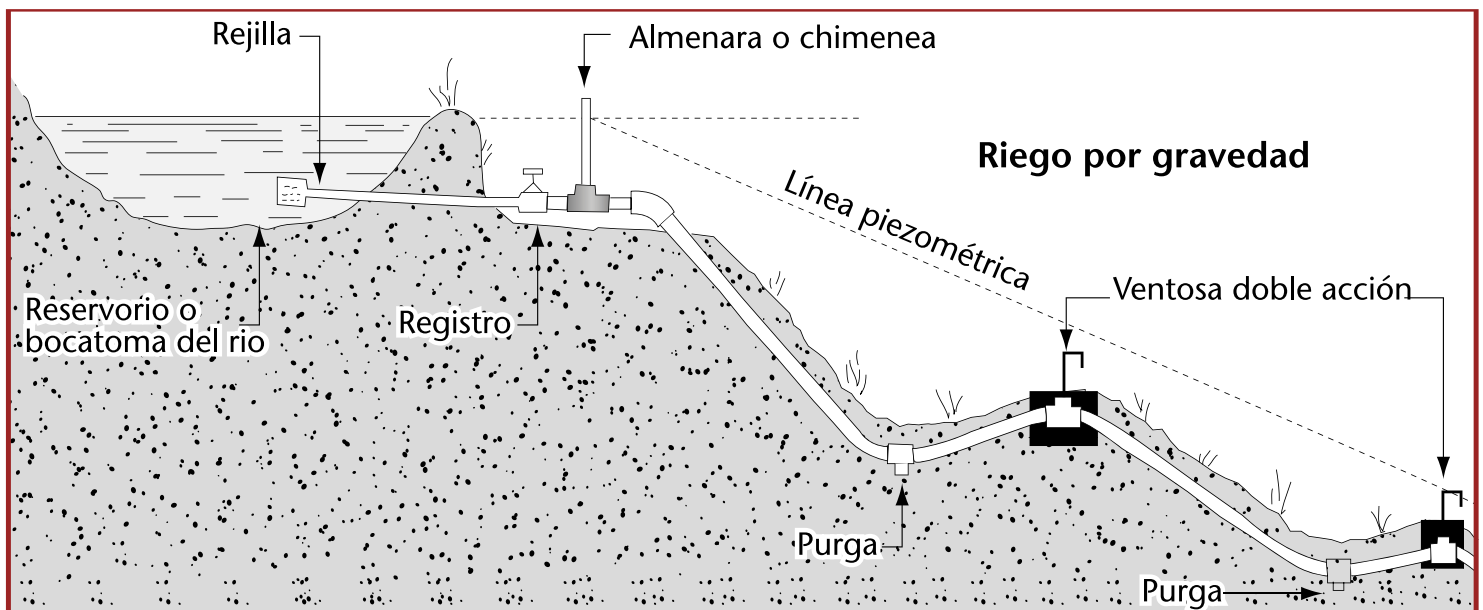
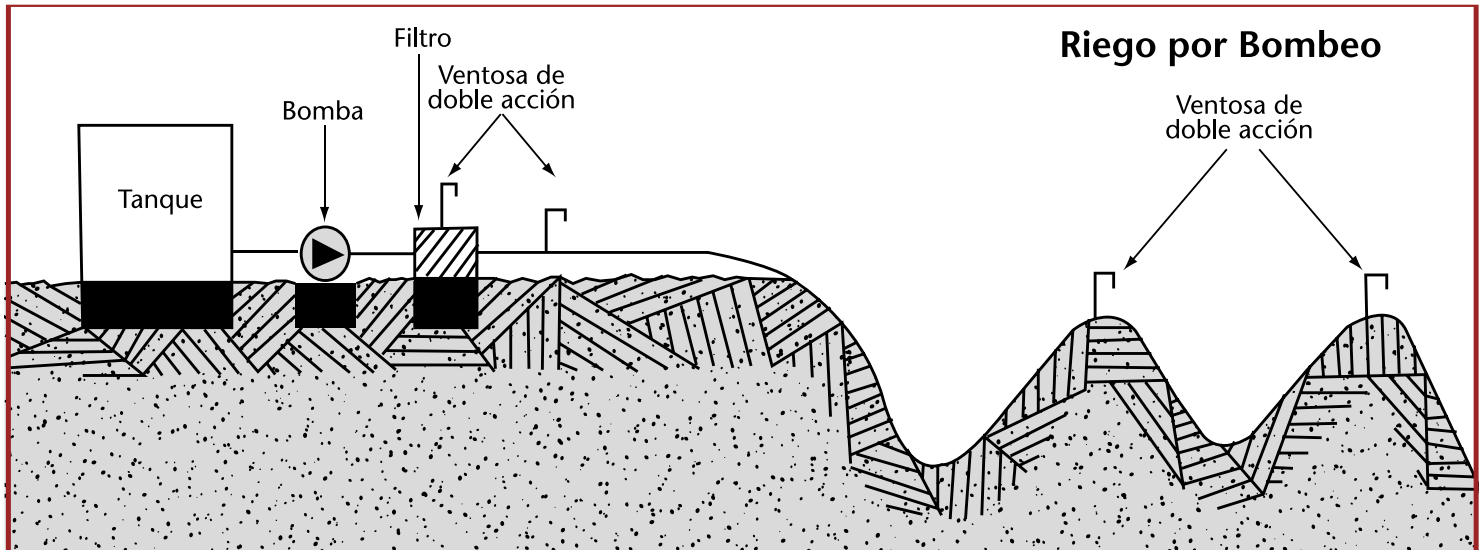
- 1 Asegurar que todo el aire que está dentro del tubo será expedido durante el llenado inicial y durante el funcionamiento normal del tubo, evitando de esta forma golpes de Ariete que pudieran reventar el tubo, o los otros componentes del sistema como filtros, etc.
- 2 Asegurar que no habrá vacío en los componentes de la red, permitiendo la entrada del aire al sistema cuando se detiene el bombeo. El vacío es muy peligroso para los sistemas de filtros y tubos; en caso de no existir estas válvulas, se crearían vacíos dinámicos tan grandes que harían fallar el tubo y dañarían los tanques que alojan los filtros.

Las válvulas deben colocarse en la estación de bombeo protegiendo el sistema de filtros e inmediatamente después, protegiendo los tubos.

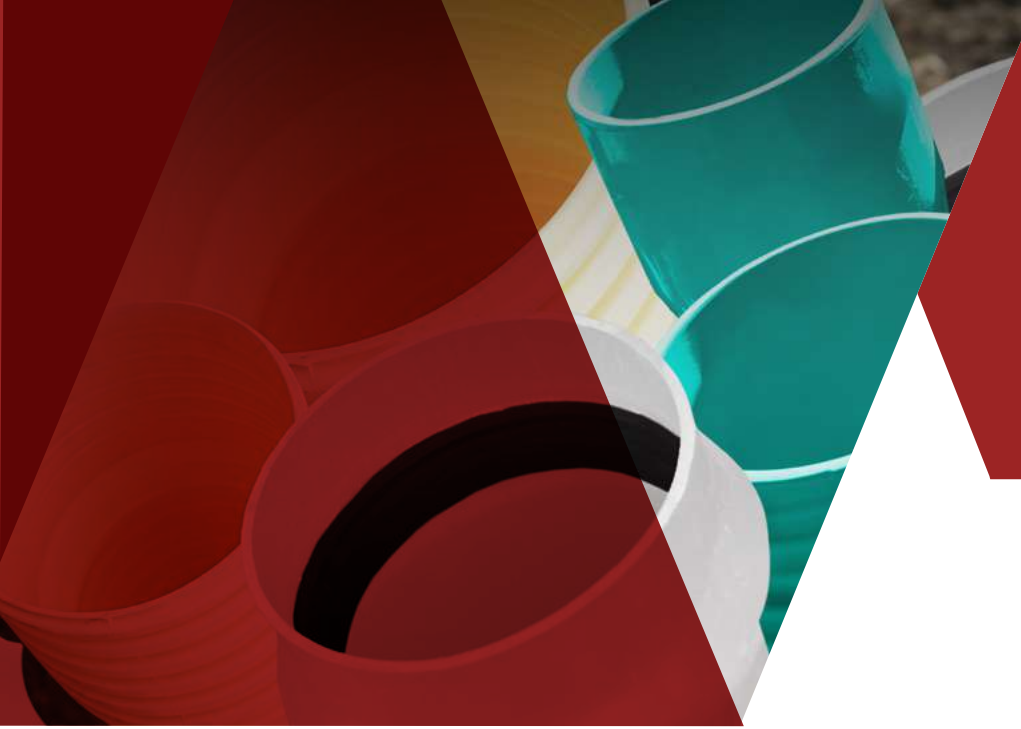
También deben colocarse en los picos del sistema y dependiendo de la longitud de la red de tubos, cada cierta distancia, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la ventosa.

## VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

En caso de que por cualquier razón (topografía del terreno, cambio de niveles, etc.) se prevea una presión mayor que la presión de trabajo de los tubos, se deberán utilizar válvulas reductoras de presión con el fin de asegurar que no se sobrepasará la presión de trabajo de los tubos.







**9a edición – enero de 2024**  
**Reemplaza la versión de Noviembre 2020**

Este manual ha sido realizado y aprobado por el Departamento Técnico de Celta.

Los valores guía en las tablas deben considerarse como valores de referencia.

Celta es una empresa que practica el mejoramiento continuo en todos sus procesos, por lo cual adaptamos nuestros productos a los últimos cambios, por tecnología o cambios en las normas de productos.

En consecuencia, Celta se reserva el derecho de hacer modificaciones en los productos y propiedades detallados en este catálogo sin previo aviso.

**FÁBRICA:**  
**SOLEDAD, ATLÁNTICO**  
Carrera 24 N°. 30 - 500, Autopista al Aeropuerto  
PBX: (605) 375 9200  
contacto@celta.com.co

 322 943 9459

**GERENCIA COMERCIAL**  
PBX: (605) 375 9255

**DIRECTOR DE EXPORTACIONES**  
PBX: (601) 799 9000

**ANTIOQUIA**  
312 332 0165

**VALLE – CAUCA – NARIÑO**  
312 587 1356

**NORTE DE SANTANDER**  
314 330 2291

**SANTANDERES**  
312 332 0162

**CÓRDOBA – SUCRE – BOLÍVAR**  
310 255 0131

**BOYACÁ – META – CASANARE**  
312 332 0176

**BOGOTÁ**  
313 332 0171

**BARRANQUILLA**  
310 254 4830

**RISARALDA – QUINDÍO – CALDAS**  
312 332 0163

**TOLIMA – HUILA**  
**CAQUETÁ – PUTUMAYO**  
314 330 2257

**GUAJIRA – CESAR – MAGDALENA**  
314 330 2350



Certificación ISO 9001:2015  
CELTA S.A.S.

Producción, venta y servicio técnico de tubos y unión mecánica de PVC. Venta y servicio técnico de accesorios, cemento solvente y acondicionador de PVC y CPVC, y de tubos de CPVC No aplica 8.3

C561037



Certificación ISO 14001:2015  
CELTA S.A.S.

Producción, venta y servicio técnico de tubos y unión mecánica de PVC. Venta y servicio técnico de accesorios, cemento solvente y acondicionador de PVC y CPVC, y de tubos de CPVC

C561038



Certificación ISO 45001:2018  
CELTA S.A.S.

Producción, venta y servicio técnico de tubos y unión mecánica de PVC. Venta y servicio técnico de accesorios, cemento solvente y acondicionador de PVC y CPVC, y de tubos de CPVC

C561039



CeltasuAliado



celta.com.co



CeltasuAliado



Celta su Aliado

