



Manual Técnico del Producto

Manual Técnico del Producto

 XINXING DUCTILE IRON PIPES CO.,LTD.

<http://www.xinxingpipes.com.cn>

Address: 27th Floor, Fortune Plaza, Tower A, No. 7, East 3rd Ring, Mid Road,
Chaoyang District, Beijing, P.R. China

TEL: +86 10 59280149 FAX: +86 10 59290154/55

xinxing@xinxingpipes.com.cn



Este catálogo se imprimió en papel
amigable con el medio ambiente



EL MAYOR FABRICANTE MUNDIAL DE TUBERÍA DE HIERRO
DÚCTIL



Contenido



Perfil de la Empresa



Capítulo 1 Junta de Tubería de Hierro Dúctil y Solución Anti-Corrosión



Capítulo 2 Proceso de Fabricación y Sistema de Control de Calidad



Capítulo 3 Requisitos para Almacenamiento y Transporte de Tubería de Hierro Dúctil



Capítulo 4 Diseño de Ingeniería para Líneas de Acueducto y Drenaje



Capítulo 5 Construcción, Instalación y aceptación de Tubería de Hierro Dúctil



Capítulo 6 Accesorios y Piezas de Hierro Dúctil de Xinxing



Perfil de la Empresa

Xinixing Ductile Iron Pipes Co., Ltd., que es la subsidiaria de Xinixing Cathay International Group Co.,Ltd., se adhiere a la orientación de la ciencia, la tecnología, la protección del medio ambiente, la calidad y la eficiencia. En la actualidad, se ha convertido en un grupo transregional, multi-industrial con la integración de industrias de tubería de hierro dúctil, acero y maquinaria, así como diversos ámbitos tales como la investigación científica, producción y comercio. En 1997, Xinixing comenzó a cotizar en la Bolsa de Valores de Shenzhen, China y ha sido seleccionada como una de 50 empresas más promisorias por los últimos 8 años. Xinixing se dedica principalmente a la producción de tubería de fundición de hierro dúctil y accesorios, fundición de acero, procesamiento de laminados, tubos de acero especial, y productos de fundición etc. En la actualidad, se ha convertido en una empresa de procesamiento integrado con producción anual de más de 10 millones de toneladas de productos de metal, incluyendo grandes series, Xinixing Ductile Iron pipes, Xinixing Steel, Xinixing Special Steel pipes, Xinixing Gratings, Xinixing castings, Xinixing Steel-Plastic Composite Pipes, con una producción anual de 8.0 millones de toneladas de acero, 1.8 millones de toneladas de tubos de hierro dúctil, 40,000 toneladas de accesorios de hierro dúctil, 180,000 toneladas de tubos de acero especial, 3.0 millones de metros de rejillas de acero. Se han establecido bases de producción en Handan de Hebei, Wuhu de Anhui, Bazhou de Xinjiang, Huangshi de Hubei, Taojiang de Hunan, y Chongzhou de Sichuan, etc.

Xinixing Ductile Iron Pipes Co., Ltd es el mayor proveedor mundial de tubos de hierro dúctil y accesorios. La cuota del mercado nacional de sus productos de tubería es de 45% aproximadamente, y la proporción de las exportaciones es de 30% aproximadamente. Los productos se han exportado a más de 110 países y regiones de todo el mundo, incluyendo Oriente Medio, América, África, Europa, Sudeste de Asia, etc.

Xinixing Ductile Iron Pipes Co., Ltd es la mayor empresa profesional en la producción de rejillas de acero en China. Las rejillas de acero de Xinixing poseen excelentes características tales como fácil instalación, durabilidad, rigidez, aspecto hermoso, fácil limpieza, y la posibilidad de combinar varias especificaciones según requiera el proyecto, etc., por tales motivos las rejillas son ampliamente utilizadas en los campos de la industria química, energía, campos petrolíferos, construcción, transporte, etc. Con el reciente desarrollo, las rejillas de Xinixing se han exportado a Japón, Estados Unidos, Australia, Singapur, y otros países y regiones.

Xinixing Ductile Iron Pipes Co., Ltd. ha obtenido las certificaciones de parte de British Lloyd en las Normas: ISO 9001 en Sistemas de Gestión de Calidad, ISO 14001, en Sistemas de Gestión Ambiental, GB/T 28001 en Sistemas de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo GB/T 19022 en Sistema de Gestión de Mediciones. Los tubos y accesorios de hierro dúctil han obtenido la certificación italiana BV y china BV para las Normas: EN 545, EN598, ISO 2531, KSD 4311, ABNT NBR 7675, ISO 7186, ISO 8179-1, ISO 8179-2, ISO 4179, NF A 48-851, EN 15189 y EN 15655. Las barras de acero plano y alambre han obtenido la certificación CE de parte de British Lloyd en Garantía de Calidad.



Capítulo 1

Junta de Tubería de Hierro Dúctil y Solución Anti- Corrosión



Capítulo 1 Junta de Tubería de Hierro Dúctil y Solución Anti- Corrosión

1.1 Espesor de pared de tubería de hierro dúctil.....	7
1.2 Tubería de hierro dúctil con junta tipo-T.....	9
1.2.1 Descripción de la junta	
1.2.2 Parámetros técnicos	
1.3 Tubería de hierro dúctil con junta tipo-XT2.....	11
1.3.1 Descripción de la junta	
1.3.2 Parámetros técnicos	
1.4 Tubería de hierro dúctil con junta acerrojada TF.....	13
1.4.1 Descripción de la junta	
1.4.2 Parámetros técnicos	
1.5 Tubería de hierro dúctil con junta acerrojada Xanchor.....	15
1.5.1 Descripción de la junta	
1.5.2 Parámetros técnicos	
1.6 Tubería de hierro dúctil con junta de brida soldable.....	17
1.6.1 Descripción de la junta	
1.6.2 Parámetros técnicos	
1.7 Tubería de hierro dúctil para hinca XTJ.....	18
1.7.1 Descripción de la junta	
1.7.2 Parámetros técnicos	
1.8 Recubrimiento exterior anti-corrosión.....	21
1.8.1 Agresividad del suelo	
1.8.2 Selección del recubrimiento externo	
1.9 Recubrimiento interno.....	32
1.9.1 Evaluación de la agresividad del agua para tuberías de hierro dúctil	
1.9.2 Materiales en contacto con agua potable	
1.9.3 Selección del recubrimiento interno	
1.9.4 Recubrimiento interior de mortero cemento	
1.9.5 Recubrimiento interior de mortero cemento + capa de sello epoxi	
1.9.6 Recubrimiento interior de poliuretano	
1.9.7 Recubrimiento interior cerámico epoxi	
1.10 Reparaciones de recubrimientos.....	47
1.10.1 Reparación de recubrimientos de zinc y aleación Zn-Al con tierras raras	
1.10.2 Reparación de recubrimiento exterior de PU	
1.10.3 Reparación de recubrimiento interior de mortero cemento	
1.10.4 Reparación de mortero cemento interior con capa de sello epoxi	
1.10.5 Reparación de recubrimiento interior cerámico epoxi y PU	

El material hierro dúctil tiene propiedades mecánicas similares al acero al carbón, tales como alta resistencia mecánica y buena ductilidad, con el mismo rendimiento anti-corrosión del hierro fundido gris. Por lo tanto, la tubería de hierro dúctil se ha convertido gradualmente en una de las tuberías más seguras y confiables del mercado de suministro de agua y drenaje en el mundo.

Xinxing Ductile Iron Pipes Co., Ltd. provee productos de tubería de hierro dúctil en el rango de DN80 ~ DN2600 de acuerdo con ISO 2531/ISO 7186 o EN 545/EN 598. De la misma manera, puede proveer las soluciones de juntas y recubrimientos anti-corrosión internos y externos más adecuadas a las condiciones del proyecto e instalación. Para detalles, ver tabla abajo:

Tabla 1 Juntas y Soluciones Anti-corrosión de Xinxing Ductile Iron Pipes

Les modes de raccord		Rango	Recubrimiento anti-corrosión	
			Recubrimiento interno	Recubrimiento externo
Junta flexible	Junta tipo-T	DN80~2000	Mortero cemento	Zinc+ Capa de acabado de polietileno alto clorado
	Junta tipo-XT2	DN80~2600		
Junta auto-anclada	Junta TF	DN80~1200	Mortero cemento+ capa de sello epoxi	Zn/Al tierra rara+ epoxi
	Junta Xanchor	DN1400~2600		
Rígida	Junta brida soldable	DN80~2000	Poliuretano	
Tubería para hinca XTJ		DN250~2000	Cerámico epoxi	Poliuretano



1.1 Espesor de pared tubería de hierro dúctil

Las tuberías de hierro dúctil de Xinxing pueden ser clasificadas por coeficiente K de espesor de pared o clases de presión C. Las normas que cumple son los siguientes:

ISO 2531/ISO 7186

NMX-B-504

EN 545/EN 598 y otras normas relacionadas para tubería de hierro dúctil.

Nota: El espesor de pared por clase de coeficiente K (o clase de presión C) debe ser especificado en el acuerdo entre proveedor y comprador.

— Clasificación de espesor de pared por clase de coeficiente K

El espesor de pared nominal de la tubería de hierro dúctil es calculado como una función del diámetro nominal DN, con la siguiente fórmula:

$$e_{nom} = K(0.5 + 0.001DN)$$

Dónde: e_{nom} — Espesor de pared nominal (mm)

DN — Diámetro nominal (mm)

K — Coeficiente de espesor de pared, seleccionado de una serie de números enteros..

9,10,11,12..

El espesor de pared nominal mínimo de tubería de hierro dúctil de fundición centrífuga es 6mm, y el mínimo espesor de pared para tubería y accesorios de hierro dúctil de fundición no-centrífuga es 7 mm; la tolerancia en espesor para tubería y accesorios se muestra en la tabla abajo.

Tabla 2 Tolerancia del Espesor Nominal de Pared para Tubería y Accesorios Dimensiones en milímetros

Tipo de fundición	e	Tolerancia
Tuberías fundidas centrífugamente	6	-1.3
	>6	-(1.3+0.001DN)
Tuberías y accesorios fundidos no-centrífugamente	7	-2.3
	>7	-(2.3+0.001DN)

— Clasificación por clase de presión C

Cuando las tuberías de hierro dúctil son clasificadas por clase de presión C, su presión de operación permisible es expresada en numerales Arábigos con el prefijo C, y su unidad es bar. El espesor de pared mínimo es calculado para la presión de operación permisible con la siguiente formula:

$$e_{\min} = \frac{PFA \times SF \times DE}{20R_m + PFA \times SF}$$

Dónde: e_{\min} — Espesor de pared mínimo (mm)
PFA — Presión de operación permisible (bar)
SF — Factor de seguridad = 3
DE — Diámetro externo de la tubería, (mm)
 R_m — Resistencia mínima a la tensión del hierro dúctil, (MPa $R_m = 420$ MPa)

Para tuberías fundidas centrífugamente, el espesor de pared mínimo no debe ser menor a 3 mm; para tuberías fundidas no-centrífugamente, el espesor mínimo no debe ser menor a 4.7 mm; la tolerancia del espesor es mostrada en la Tabla 3. El rango de diámetros para tuberías con clase de presión C preferidas se muestra en la Tabla 4.

Tabla 3 Tolerancia en Espesor de Pared para Tubería y Accesorios clase-C
Dimensiones en milímetro

Tipo de fundición	Tolerancia
Tuberías fundición centrífuga	+ (1.3+0.001DN)
Tuberías y accesorios fundición no-centrífuga	+ (2.3+0.001DN)

Tabla 4 Rango de Diámetros para Tuberías con Clases de Presión Preferidas

Rango de Diámetro	Clase de presión preferida
DN80–DN300	C40
DN350–DN600	C30
DN700–DN2600	C25



1.2 Tubería de hierro dúctil con junta tipo-T

1.2.1 Descripción de la junta

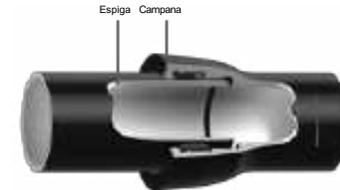


Figura 1 Estructura de junta tipo-T

— Principio de sellado

La estructura de la junta tipo-T se muestra en la Figura 1. Durante la instalación de la junta, la espiga es insertada dentro de la campana provocando compresión y deformación en el empaque que a su vez genera cierto grado de presión de contacto conocido como acción auto-sellante que mantiene la hermeticidad de la junta. El efecto auto-sellante se produce cuando el anillo de elastómero es sometido a la presión del fluido, la presión real de contacto del anillo de elastómero sobre el exterior de la espiga es la suma del anillo de elastómero pre-comprimido y la nueva presión de contacto que genera el fluido. Debido a que la presión de contacto es mayor que la presión del fluido, la junta se mantiene hermética.

— Características de la junta

La junta se caracteriza por una estructura simple, fácil instalación y sólido rendimiento de sellado. El posicionamiento del empaque y la deflexión de la junta son tomados en consideración durante el diseño de la campana. Al controlar la profundidad de inserción de la espiga, la junta tiene cierta flexibilidad axial. Por lo tanto es capaz de adaptarse a asentamientos del suelo y logrando curvaturas de radio amplio a través del ángulo θ de deflexión de la junta. La instalación deflexionada de la junta se muestra en la Figura 2. El anillo de elastómero consiste de dos partes, elastómero duro y suave. El elastómero duro soporta y alinea la tubería y requiere mayor fuerza de inserción durante la instalación.

La junta tipo-T es incapaz de prevenir su separación, por lo que atraques de concreto para resistir las fuerzas axiales deben colocarse en los cambios de dirección o cierta longitud de tubería con junta acerojada debe ser instalada.



Figura 2 Deflexión de junta

— Campo de aplicación

Tubería para suministro de agua a presión o sin presión (agua potable, aguas residuales, etc.); enterrada o sobre la superficie donde su pendiente no exceda 20% (sobre la superficie) o 25% enterrada.

— Método de instalación

Favor de referirse a la sección 5.2.2 para la instalación de tubería de hierro dúctil con junta tipo-T

1.2.2 Parámetros técnicos

Los parámetros técnicos principales de la tubería con junta tipo-T son mostrados en la Figura 3 y Tabla 5:

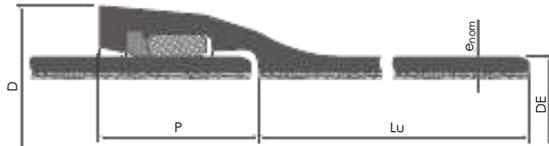


Figura 3 Tubería de hierro dúctil con junta tipo-T

Tabla 5 Parámetros Técnicos de Tubería de Hierro Dúctil con Junta Tipo-T

DN	DE mm	D mm	P mm	θ °	L _u mm	K9		Clase- C(1)	
						e _{nom} mm	PFA bar	e _{nom} mm	PFA bar
80	98	140	85	4	6000	6	64	4.4	40
100	118	163	88			6	64	4.4	
125	144	190	91			6	64	4.5	
150	170	217	94			6	64	4.5	
200	222	278	100			6.3	62	4.7	
250	274	336	105			6.8	54	5.5	
300	326	393	110			7.2	49	6.2	
350	378	448	110	3	6000	7.7	45	6.3	30
400	429	500	110			8.1	42	6.5	
450	480	540	120			8.6	40	6.9	
500	532	604	120			9	38	7.5	
600	635	713	120			9.9	36	8.7	
700	738	824	150			10.8	34	8.8	
800	842	943	160			11.7	32	9.6	
900	945	1052	175	2	6000/8150	12.6	31	10.6	25
1000	1048	1158	185			13.5	30	11.6	
1100	1152	1270	202			14.4	29	12.6	
1200	1255	1378	217			15.3	28	13.6	
1400	1462	1600	242			17.1	28	15.7	
1500	1565	1710	253			18	27	16.7	
1600	1668	1821	266			18.9	27	17.7	
1800	1875	2043	297	20.7	26	19.7			
2000	2082	2262	319	22.5	26	21.8			

1: Tubería con clase de presión C preferida conforme a ISO 2531-2009

1.3 Tubería de hierro dúctil con junta tipo-XT2

1.3.1 Descripción de la junta



Figura 4 Junta tipo-XT2

— Principio de sellado

La estructura de la junta tipo-XT2 es mostrada en la Figure 4. Su principio de sellado es similar; al de la junta tipo-T (ver sección 1.2.1 Descripción de junta- Principio de sellado);

— Características de la junta

Similar a la junta tipo-T. Conforme el anillo de sellado de la junta tipo-XT2 adopta la estructura forma de labio, la tubería es sujeta a menor resistencia del sello de elastómero durante la instalación;

— Campo de Aplicación

Idéntico a la junta tipo-T (ver 1.2.1 Descripción de junta- Campo de aplicación)

— Método de Instalación

Idéntico a la junta tipo-T, favor de referirse a 5.2.2 Instalación de tubería de hierro dúctil con junta tipo-T;



1.3.2 Parámetros técnicos:

Los parámetros técnicos principales de la tubería de hierro dúctil con junta tipo-XT2 son mostrados en Figura 5 y Tabla 6.

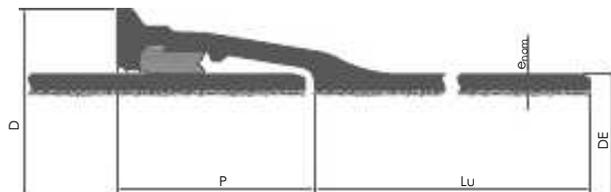


Figura 5 Tubería de hierro dúctil con junta-XT2

Tabla 6 Parámetros Técnicos de Tubería de Hierro Dúctil con Junta tipo-XT2

DN	DE mm	D mm	P mm	θ °	L _u mm	K9		Clase- C(1)			
						e _{nom} mm	PFA bar	e _{nom} mm	PFA bar		
80	98	140	92.5	5	6000	6	64	4.4	40		
100	118	163	94.5			6	64	4.4			
150	170	217	100.5			6	64	4.5			
200	222	278	105.5			6.3	62	4.7			
250	274	336	105.5			6.8	54	5.5			
300	326	393	107.5			7.2	49	6.2			
350	378	448	110.5	4		7.7	45	6.3	30		
400	429	500	112.5			8.1	42	6.5			
450	480	540	115			8.6	40	6.9			
500	532	604	117.5			9	38	7.5			
600	635	713	122.5			3	9.9	36		8.7	25
700	738	824	147.5				10.8	34		8.8	
800	842	943	147.5	11.7	32		9.6				
900	945	1052	147.5	12.6	31		10.6				
1000	1048	1158	157.5	13.5	30		11.6				
1200	1255	1377	167.5	1.8	6000/8150		15.3	28	13.6		
1400	1462	1610	245			17.1	28	15.7			
1600	1668	1820	275			18.9	27	17.7			
1800	1875	2050	285			20.7	27	19.7			
2000	2082	2266	290			22.5	26	21.8			
2200	2288	2482	328			24.3	25	23.8			
2400	2495	2702	346.5			26.1	25	25.8			
2600	2702	2921	365			27.9	25	27.9			

1: Tubería con clase de presión C preferida conforme a ISO 2531-2009

1.4 Tubería de hierro dúctil con junta acerrojada tipo-TF

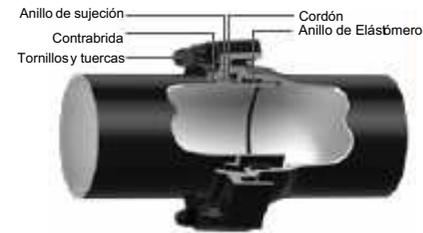


Figura 6 Estructura de junta acerrojada tipo-TF

— Estructura de la junta

Como muestra la Figura 6, la junta acerrojada TF adopta la estructura de sellado de la junta tipo-T. Comparado con la junta tipo-T, adiciona un cordón de soldadura en la espiga, un anillo de sujeción extremo abierto, una contrabrida y tornillería para proveer la función anti-separación. El anillo de sujeción y contrabrida pueden deslizarse entre sí, de manera que se logra cierta flexibilidad axial y angular.

— Principio de trabajo

Las fuerzas axiales de empuje generadas en cambios de dirección de una línea presurizada, causarán un desplazamiento relativo en los componentes de la unión espiga campana. El esfuerzo axial generado en la espiga se transfiere a la campana a través del cordón de soldadura, anillo de sujeción, contrabrida y tornillería. Cuando la fricción entre la tubería con junta acerrojada y el suelo circundante es mayor que el esfuerzo axial generado al interior de la tubería, la operación segura de la tubería puede ser garantizada, evitando así la colocación de atraques de concreto.

— Campo de aplicación

En las siguientes condiciones, cierta longitud de tubería con juntas TF puede ser aplicada para prevenir separación de las juntas:

1. Lugares tales como codos, tes, reducciones y tapones, etc;
2. Cuando la pendiente de la tubería exceda 20% (sobre la superficie) o 25% (enterrada);
3. Cuando no sea económicamente conveniente (como en tubería de gran diámetro o alta presión) o sea muy complejo colocar atraques de concreto, por ejemplo:

- A. El sitio de construcción es muy estrecho y no hay espacio para colocar atraques de concreto;
- B. El programa de construcción es muy ajustado en tiempo.

— Método de Instalación

Favor de referirse a 5.2.5 Instalación de tubería de hierro dúctil con junta acerrojada Xanchor

1.4.2 Parámetros técnicos

Los parámetros técnicos de tubería de hierro dúctil con junta acerrojada TF se muestran en Figura 7 y Tabla 7.

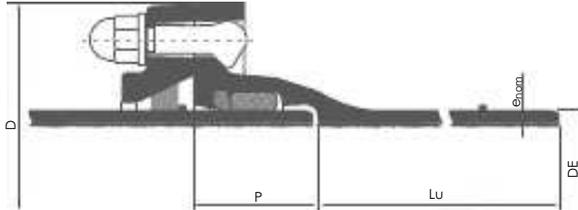


Figura 7 Tubería de hierro dúctil con junta acerrojada TF

Tabla 7 Parámetros técnicos de tubería de hierro dúctil con junta acerrojada TF

DN	DE mm	DContrabrida mm	P mm	θ °	L _u mm	K9	
						e _{nom} mm	PFA ¹ bar
80	98	243	85	2	6000	6	30
100	118	264	88			6	
150	170	321	94			6	
200	222	375	100			6.3	
250	274	433	105			6.8	
300	326	509	110	7.2		25	
350	378	567	110	7.7			
400	429	591.6	110	8.1			
450	480	675	120	8.6			
500	532	700	120	9			
600	635	811	120	1	6000/8150	9.9	23
700	738	935	150			10.8	
800	842	1048	160			11.7	
900	945	1158	175			12.6	
1000	1048	1308	185			13.5	
1100	1152	1420	200	14.4		21	
1200	1255	1539	215	15.3		20	

¹ Ajustando el espesor de la clase de tubería y material de la tornillería, etc., El PFA de la junta TF puede alcanzar 25bar. Favor de consultarnos para parámetros técnicos detallados

1.5 Tubería de hierro dúctil con junta acerrojada Xanchor

1.5.1 Descripción de la junta

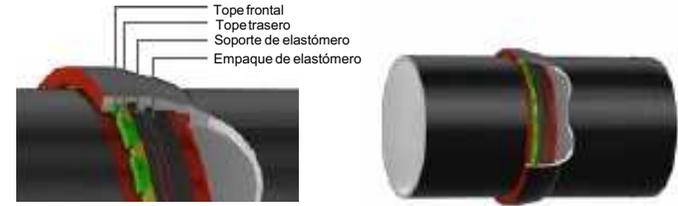


Figura 8 Estructura de junta acerrojada Xanchor

— Estructura de junta

La junta acerrojada Xanchor se muestra en Figura 8, adopta la estructura de sellado de la junta tipo-XT2. Su campana es diseñada para tener dos cámaras anulares, la cámara de sellado y la cámara de acerrojado. La cámara de sellado es donde el anillo de sellado es colocado, y la cámara de acerrojado es donde se alojan los componentes de anclaje como los topes frontales y traseros, el anillo de soporte y el cordón de soldadura.

— Principio de trabajo

El principio de trabajo de la junta Xanchor es muy diferente al de la junta acerrojada tradicional. El mecanismo esencial es prevenir efectivamente el deslizamiento a través de las dos filas de topes rígidos. Mientras tanto, el deslizamiento circular de las filas de topes frontales y traseros a lo largo de la cámara de acerrojado provee a la junta mayor flexibilidad. Comparado con otras juntas acerrojadas, Xanchor tiene una estructura más simple, fácil instalación, mejor rendimiento anti deslizamiento axial y flexibilidad.

— Campo de aplicación

Idénticos a la junta tipo-TF, referirse a 1.4.1 Descripción de junta – Campo de aplicación

— Método de Instalación

Referirse a 5.2.6 Instalación de junta acerrojada Xanchor.

1.5.2 Parámetros técnicos:

Los parámetros técnicos de la tubería de hierro dúctil con junta acerrojada Xanchor se muestran en Figura 9 y Tabla 8:

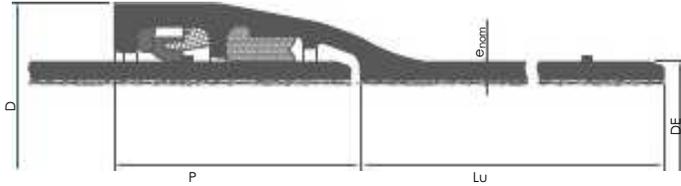


Figura 9 Tubería de hierro dúctil con junta acerrojada Xanchor

Tabla 8 Parámetros técnicos de Tubería de Hierro Dúctil con Junta Acerrojada Xanchor

DN	DE mm	D mm	P mm	θ °	L _u mm	K9	
						e _{nom} mm	PFA ¹ bar
1400	1462	1602	328	1.2	8000	17.1	19
1500	1565	1714	342	1.1		18	18
1600	1668	1824	361	1.1		18.9	17
1800	1875	2045	408	1.0		20.7	16
2000	2082	2276	425	0.8		22.5	15

¹ Incrementando la clase de tubería y material de la tornillería, etc., El PFA de la junta Xanchor puede alcanzar 25bar.
Favor de consultarnos para parámetros técnicos detallados

1.6 Tubería de hierro dúctil con junta bridada

1.6.1 Descripción de la junta

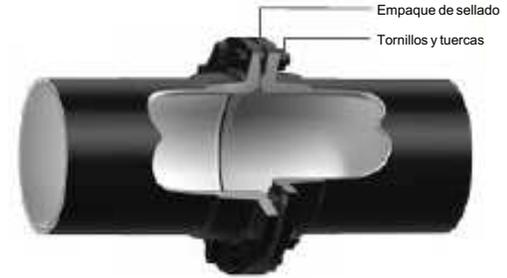


Figura 10 Estructura de la junta con brida soldable

— Principio de sellado

La estructura de la junta bridada se muestra en la Figura 10. Su sellado se realiza a través de la compresión del empaque al apretar la tornillería.

— Características de la junta y campo de aplicación

La junta bridada es una junta rígida con sólido rendimiento de sellado. Es usualmente utilizada en la conexión a bombas, válvulas, hidrantes contra incendio, así como cruces de muros o cimentaciones.

1.6.2 Parámetros técnicos

Xinxing puede proveer componentes bridados en el rango de DN80 ~ DN2000. La longitud de la tubería bridada y el número y posición de la brida de empotramiento se ajustan a requerimientos del cliente. Para información detallada del producto refiérase a Tabla 9.

Los estándares para las bridas son: ISO 7005-2 o EN 1092-2, para dimensiones detalladas, referirse a:

— Para tuberías centrifugamente fundidas con bridas soldables, referirse a 6.2 Parámetros Técnicos de Conexiones y Accesorios (42);

— Para bridas de empotramiento soldables, referirse a 6.2 Parámetros Técnicos de Conexiones y Accesorios (43);

Tabla 9 Catálogo de tubería con brida soldable

Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
Tubería con doble brida		Tubería doble espiga con brida de empotramiento	
Tubería con doble brida y brida de empotramiento		Tubería campana-espiga con brida de empotramiento	
Extremidad brida x espiga		Extremidad brida x campana	
Extremidad brida x espiga con brida de empotramiento		Extremidad brida x campana con brida de empotramiento	

Presión de operación permisible de tubería con bridas soldables correspondiente a K9:

DN80~DN1200 PN10/PN16/PN25
 DN1400~DN1600 PN10/PN16
 DN1800~DN2000 PN10

1.7 Tubería de hierro dúctil para hinca XTJ

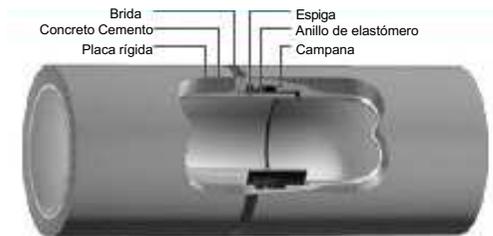


Figura 11 Estructura de tubería de hierro dúctil para hinca XTJ

1.7.1 Descripción del producto

— Estructura de la tubería

La tubería XTJ para hinca, mostrada en la Figura 11, contiene una camisa exterior de concreto reforzado que protege a la tubería con junta tipo-T. Hay una brida para hinca soldada en la espiga de la tubería. Durante la hinca de la tubería, la fuerza de empuje es uniformemente transferida de la brida con placa rígida a la campana, asegurando que la operación de empuje no causará deformación de la espiga o daño a la camisa protectora exterior.

— Campo de aplicación

Las tuberías para hinca XTJ son usadas cuando se requiere cruzar obstrucciones como carreteras, vías de ferrocarril, ríos y edificios donde la excavación a zanja abierta no es permitida o es difícil de ejecutar en sitio.

La tubería XTJ adopta el sellado de la tubería con junta tipo-T de fácil instalación y hermeticidad, con recubrimientos internos y externos confiables, se adapta a varios ambientes de suelo y métodos de hinca.



1.7.2 Parámetros técnicos

Los parámetros técnicos de la tubería XTJ para hincar, se muestran en Figura 12 y Tabla 10;

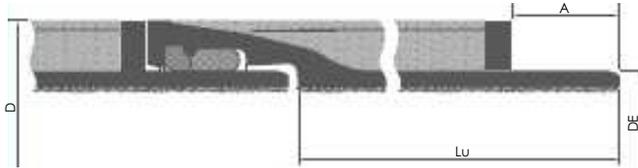


Figura 12 Tubería de hierro dúctil XTJ para hincar

Tabla 10 Parámetros técnicos de tubería de hierro dúctil XTJ para hincar

DN	Pared espesor clase	Dimensiones				Total Peso kg	Fuerza permisible hincar	
		DE mm	D mm	A mm	Lu mm		kN	Tonf
250	K9	274	344	100	4000	518	920	94
					6000	773		
300		326	399	105	4000	639	1240	127
					6000	953		
350		378	450	105	4000	767	1270	129
					6000	1145		
400		429	504	105	4000	907	1350	138
					6000	1353		
450		480	553	115	4000	1046	1560	159
					6000	1556		
500		532	618	115	4000	1268	1910	195
					6000	1890		
600		635	728	115	4000	1626	2720	278
					6000	2423		
700		738	853	145	4000	2281	2720	277
					6000	3385		
800	842	959	155	4000	2661	3300	337	
				6000	3992			
900	945	1067	170	4000	3171	4140	422	
				6000	4706			
1000	1048	1173	180	4000	3685	5080	518	
				6000	5376			
1200	1255	1400	210	4000	5046	7240	739	
				6000	7349			
1400	1462	1604	237	4000	6154	9020	920	
				6000	8963			
1600	1668	1825	261	4000	7749	12360	1261	
				6000	11255			
1800	1875	2047	292	4000	9523	12360	1261	
				6000	13826			
2000	2082	2266	314	4000	11352	16970	1731	
				6000	16459			

A. La tubería para hincar puede ser provista con puertos para inyección de grout a solicitud del cliente;
B. Se puede suministrar tubería con otras clases de espesor. Favor de contactarnos para detalles.

1.8 Recubrimientos externos anti-corrosión

1.8.1 Agresividad del suelo

1.8.1 Evaluación de la agresividad del suelo

Las tuberías enterradas están expuestas a varios elementos corrosivos, incluyendo la agresividad del suelo nativo y de relleno, así como la polaridad causada entre ambos suelos. Por lo que los ingenieros deben familiarizarse con la geología del área a través de planos topográficos que permitan un análisis inicial de la corrosión. Posteriormente se deben tomar muestras del suelo en el sitio de la obra y analizarlas en laboratorio para precisar el grado de corrosión del suelo.

* Recolección de datos

— Recolectar información topográfica del área donde se va a enterrar la tubería, tal como elevaciones del terreno, cerros, tierras pantanosas, campos arroceros, ríos y playas. Tipos de suelos, áreas de transición entre dos diferentes suelos y terrenos con grandes cambios. Por ejemplo, en el área seca de altura, el suelo tiende a ser menos agresivo, mientras que en suelos húmedos de baja altitud como zonas lacustres, pantanos, camas de turba, el suelo tiende a ser más agresivo debido a la riqueza de ácidos húmicos y anaeróbicos. En las bocas de los ríos, tierras bajas, pantanos, salinas, tierras alcalinas y otras regiones a lo largo del mar, la agresividad del suelo es seguramente alta. Identificar potenciales elementos corrosivos para la tubería enterrada a lo largo de su trazo, incluyendo descargas de desechos de granjas ganaderas, vinícolas, industria de papel y otras fábricas o residencias locales

— Localizar potenciales fuentes de corriente eléctrica en la cercanía de la tubería que pudieran generar corrosión al hierro dúctil, como plantas generadoras, subestaciones, líneas de transmisión de alto voltaje y otras formas de interferencia de corriente directa o alterna.

— Recolectar información meteorológica local, incluyendo rango de temperatura, temperatura promedio anual, temperatura del suelo a la profundidad de la obra, profundidad de congelación del suelo, nivel de agua subterránea, volumen de lluvia e intensidad de radiación solar, etc.

— Un reporte debe ser preparado con la información arriba mencionada para los diseñadores.

* Levantamientos de campo

— La selección de las muestras debe basarse en los siguientes principios:

- Al menos 2 muestras deben tomarse por cada tipo de suelo;
- Para el mismo tipo de suelo, una muestra debe ser tomada cada 400~500m;
- Las muestras deben ser típicas del terreno alrededor de la zona de la tubería;
- Marque los puntos de muestreo en el plano general del proyecto para hacer un perfil de distribución de suelos.

— Identifique la textura, color y apariencia del suelo

— Investigue el estado de aguas subterráneas y el material de relleno

— Prueba de resistividad del suelo: la resistividad del suelo es un índice importante para evaluar la agresividad del suelo y es afectado por el contenido de agua y sales del suelo, lo que refleja su conductividad eléctrica. En general, entre menor sea la resistividad del suelo, mayor es su agresividad. Un método de prueba con corriente eléctrica a través de cuatro electrodos colocados en el terreno, puede ser usado para determinar la resistividad del suelo.

— Prueba ORP (Eh7): el potencial oxidación reducción en un índice que refleja el grado de oxidación o reducción del suelo, el cual tiene que ver con la actividad de bacterias en el suelo. En cierto modo, entre menor sea el valor Eh7, mayor es la acción corrosiva de la bacteria reductora de sulfatos en los metales. Por lo tanto, el potencial oxidación reducción puede indicar un fuerte potencial de corrosión microbiológica del suelo.

* Análisis de laboratorio

El análisis de laboratorio es suplementario a los análisis mencionados arriba. Análisis químicos conducidos en laboratorio incluyen principalmente: valor de pH, sales solubles totales, contenido de humedad, densidad aparente del suelo, aireación del suelo, Cl, SO, S, microorganismos, etc.

1.8.2 Selección de recubrimiento externo

El recubrimiento de zinc es el recubrimiento exterior básico ofrecido por Xinxing ya que otorga un rendimiento satisfactorio anti-corrosión en la mayoría de ambientes de suelos. Sin embargo, en suelos altamente corrosivos donde el recubrimiento de zinc no sería suficiente, el encamisado de PE es una protección anti-corrosiva adicional. Recubrimientos especiales y otras medidas anti-corrosión pueden tomarse para proteger las tuberías. Xinxing puede ayudar a los clientes a diseñar soluciones anti-corrosión técnica y económicamente eficientes. La Tabla 11 es una propuesta de soluciones anti-corrosión para diferentes niveles de corrosión del suelo.

Tabla 11 Recubrimientos Exteriores para diferentes Niveles de Corrosión del Suelo

Nivel de Corrosión	Recubrimientos
Moderado (la mayoría de suelos pertenece a este nivel)	Zinc + capa de acabado HCPE
Corrosivo	Aleación Zn-Al y tierras raras + epoxi azul Zinc + capa de acabado HCPE + Camisa de PE
Altamente corrosivo	Recubrimiento especial (Poliuretano)

1.8.2.1 Zinc + acabado HCPE

— Descripción del producto

El recubrimiento de zinc ha probado ser una de las más efectivas soluciones anti-corrosión alrededor del mundo ya que prolonga la vida de servicio de las tuberías. El recubrimiento de zinc aplicado con arco eléctrico es el recubrimiento estándar ofrecido por Xinxing (Tubería clase-C 200 g/m², clase-K 130 g/m²). Una capa de acabado de HCPE de 70 um de espesor mínimo es rociada sobre el recubrimiento de zinc. La estructura del recubrimiento se muestra en Figura 13. La capa de acabado es una estructura porosa, como se muestra en Figura 14;

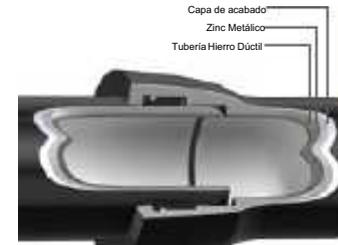


Figura 13 Zinc + acabado HCPE

— Mecanismo anti-corrosión

- Anti-corrosión activa: El ánodo de sacrificio de zinc protege el cátodo de hierro dúctil.
- Capa protectora estable: El zinc se corroe gradualmente para generar sal de zinc insoluble en el proceso de contacto con el ambiente del suelo, la cual se adhiere firmemente a la tubería para formar una capa continua protectora impermeable. La capa porosa de acabado rociada sobre el recubrimiento de zinc juega un papel importante. Ayuda en la protección catódica y auto-curación, así como a los productos derivados de zinc a generar una capa protectora estable, insoluble y firmemente adherida.

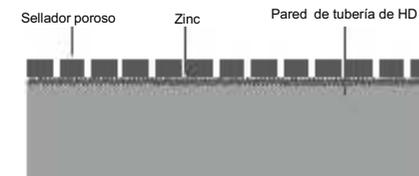


Figura 14 Estructura porosa del recubrimiento de Zinc+ acabado HCPE

* Auto-curado del recubrimiento de zinc dañado: Algunas tuberías pueden ser localmente dañadas durante su transportación e instalación. El zinc se transformará en ion de zinc rápidamente bajo la acción de celdas primarias. El ion de zinc puede migrar a través de los poros de la capa de acabado y cubrir las porciones dañadas, generando una capa protectora estable e insoluble como se muestra en la Figura 15

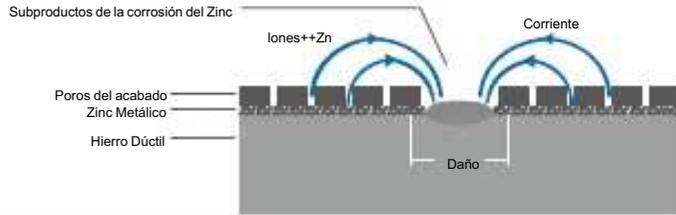


Figura 15

En resumen, el recubrimiento de zinc juega un rol importante anti-corrosión: primero, formando una capa protectora insoluble que se adhiere a la pared de la tubería, reduciendo la corrosión electroquímica significativamente; segundo, el rendimiento anti-corrosión del recubrimiento de zinc y su capa de acabado también se refleja en su acción mutua. Hay una excelente adherencia entre el zinc y el hierro dúctil y el zinc y el acabado, formando una barrera protectora completa entre la tubería y el ambiente externo, previniendo la corrosión.

— **Campo de aplicación**

Este tipo de recubrimiento es aplicable a la mayoría de ambientes de suelo con ligera agresividad.

— **Estándares**

ISO 2531 , ISO 8179, EN 545, NMX-B-504

1.8.2.2 Recubrimiento de aleación Zn-Al con tierras raras + epoxi azul

— **Descripción del producto**

La aleación Zn-Al con tierras raras (adición marginal de tierra rara a la aleación 85Zn15Al) es rociada en la superficie de la tubería de hierro dúctil por arco eléctrico con una masa de 400 g/m²; una capa de epoxi (100 µm espesor mínimo) es rociada sobre el recubrimiento de aleación para crear un sistema activo anti-corrosión. La estructura del recubrimiento se muestra en Figura 16.



Figura 16 Aleación Zn-Al con tierras raras + capa epoxi azul

— **Mecanismo anti-corrosión**

* Anti-corrosión activa: Al igual que el zinc puro, la aleación Zn-Al con tierras raras es también un sistema anti-corrosión activo

* Capa protectora estable: Similar al recubrimiento de zinc, una película protectora continua, impermeable, insoluble y difícilmente penetrable, se forma al exterior de la tubería de hierro dúctil. El aluminio en la aleación funciona como inactivante, reduciendo la velocidad de consumo del zinc aún en suelos altamente corrosivos; la adición de pequeñas cantidades de tierras raras (Re) purifica la estructura del recubrimiento, reduciendo puntos activos en la superficie durante la corrosión del mismo; también refina los granos cristalinos reduciendo porosidad del recubrimiento y compactando su estructura, disminuyendo el paso de agentes corrosivos, como se muestra en Figura 17.



Figura 17 Estructura porosa del recubrimiento de aleación Zn-Al con tierra rara + capa epoxi azul

* El recubrimiento de aleación Zn-Al con tierra rara se auto-cura al igual que el recubrimiento de zinc.

— **Ventajas de aleación Zn-Al con tierras raras**

Debido a la adición de tierras raras, el recubrimiento de aleación Zn-Al con tierras raras contiene las siguientes ventajas comparado con el recubrimiento de aleación Zn-Al solamente:

* **Efecto de refuerzo**

Con su fuerte actividad química, las tierras raras pueden reaccionar con muchos elementos en la aleación Zn-Al para generar compuestos intermetálicos de alta dureza. Distribuidos en las fronteras de grano en un patrón de malla, estos compuestos pueden dificultar la fluencia del material, mejorando la dureza y resistencia al desgaste del recubrimiento que prolonga su vida útil significativamente.

* **Efecto refinador**

Durante la solidificación del recubrimiento, las tierras raras reducen la tensión superficial de la solución e incrementan el cuerpo de los cristales refinando así los granos cristalinos. Las finas estructuras eutécticas previenen la extensión de grietas, uniformizan la estructura y eliminan huecos de la superficie del recubrimiento. Este importante mecanismo de las tierras raras mejora la plasticidad y flexibilidad del recubrimiento, añadiendo una característica especial al recubrimiento de aleación con tierras raras.

* **Rendimiento anti-corrosión**

Las tierras raras (Re) refinan la microestructura del recubrimiento y reducen su porosidad, mientras fortalecen el recubrimiento de aleación Zn-Al. Por lo tanto, la pequeña adición de tierras raras (Re) mejora el rendimiento anti-corrosión de la aleación Zn-Al.

— **Campo de Aplicación**

El recubrimiento de aleación Zn-Al tierras raras es una solución anti-corrosión mejorada. Es aplicable a suelos muy agresivos (ej. suelos de baja resistividad, suelos saturados por nivel freático o suelos mixtos), donde la camisa de PE no es necesaria, excepto en las siguientes situaciones:

- * Suelo de turba ácida;
- * Rellenos sanitarios, suelo con escorias o contaminados por aguas residuales y efluentes industriales;
- * Suelo debajo del nivel del mar y con resistividades menores a 500 Ω·cm. Cuando algunos de los suelos listados arriba apliquen, incluyendo situaciones de corrientes parásitas, otros tipos de recubrimientos externos deben ser usados, tal como el poliuretano.

— **Estándares**

ISO 2531 y EN 545

1.8.2.3 Recubrimiento de poliuretano

— **Descripción del producto:**

El recubrimiento de PU de la tubería y accesorios de hierro dúctil es formado por el material PU rociado y curado en la superficie de la tubería/accesorio. El PU es bi-componente, libre de solventes y 100% sólidos. Esta clase de recubrimiento tiene excelente rendimiento anti-corrosión, alta resistencia al impacto y desgaste, aplicable en suelos con muy alta agresividad.

* Estructura del recubrimiento se muestra en Figura 18

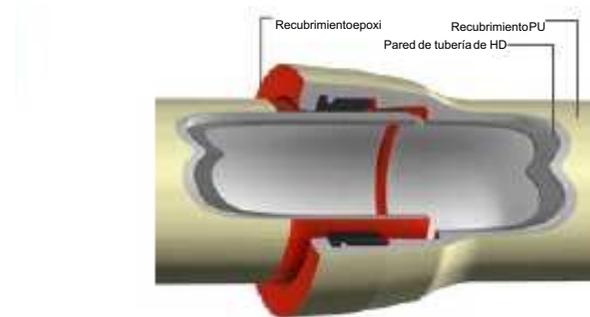


Figura 18 Recubrimiento externo de PU

* Espesor del recubrimiento según Tabla 12

Tabla 12 Espesor de Recubrimiento Externo de PU

Dimensión en micrometros

Ubicación	Material recubrimiento	Espesor promedio	Espesor mínimo
Cuerpo tubería	Recubrimiento PU	900	700
Campana y espiga	Recubrimiento epoxi	250	200

* Requerimientos de material

Recubrimiento PU: Según norma EN 15189

Recubrimiento Epoxi: Según norma EN 14901 y certificado WRAS para BS 6920.

* Rango

Xinxing puede proveer esta tubería en el rango de DN80 ~ DN2600.

* Protección adicional

Para suelos con muy fuerte agresividad, una adecuada protección debe ser provista para las juntas durante la instalación de la tubería, por ejemplo, la aplicación de mangas termo-retráctiles.

— Propiedades del recubrimiento de PU son mostrados en Tabla 13

Tabla 13 Propiedades del recubrimiento externo de PU

No	Prueba	Requerimiento
1	Resistencia al agua	Menos de 15% de incremento en peso por inmersión a 50 °C en agua desionizada
		Menos de 2% en pérdida de peso después de secarse
	Resistencia química	Menos de 10% de incremento en peso por inmersión en 10% H2SO4 por 100 días
		Cambio de peso ≤4% después de secarse
2	Resistencia al impacto	8 J/ mm de PU en el cuerpo recubierto de la tubería, el recubrimiento de PU debe estar libre de daños.
3	Indentación dureza	Presión menor a 10 MPa, profundidad de indentación <10 %
4	Elongación al rompimiento	≥2.5%
5	Resistencia específica del recubrimiento	≥10 ⁸ Ωm ²
6	Relación (Resistencia después 100 días)/ (resistencia después 70 días)	≥0.8
7	Cero porosidad	Prueba a 4.2kV, el recubrimiento de PU debe estar libre de porosidad
8	Dureza	Shore D>70
9	Adherencia	Adherencia ≥11 MPa a 23°C



— Ventajas del recubrimiento de PU

- * Fuerte Resistencia mecánica, resistencia al impacto de rocas y esfuerzos del suelo, difícilmente puede ser dañado durante la instalación o manejo.;
- * Debido a su buena resistencia al agua y cero coeficiente de permeabilidad, el recubrimiento no sufrirá erosión por aplicaciones en ambiente marino de largo plazo;
- * Debido a su buena resistencia química y corrosión eléctrica, la tubería de hierro dúctil con recubrimiento de PU puede ser usada en suelos agresivos con larga expectativa de vida útil.

— Campo de aplicación

La tubería y accesorios recubiertos de PU pueden ser aplicados a suelos con muy alta agresividad como los mostrados abajo;

- *Regiones húmedas tales como bahías o pantanos;
- * Áreas hidratadas salinas y alcalinas, etc

— Estándares

ISO 2531, EN 545 y EN 15189



1.8.2.4 Camisa de Polietileno

— Descripción del producto:

La camisa de PE es compuesta por una mezcla de polietileno y/o etileno y una película de copolímeros de olefina con espesor de 0.2 mm que se envuelve alrededor de la tubería durante su instalación. Previene el contacto directo entre la tubería de hierro dúctil y el suelo, evitando la acción corrosiva del suelo húmedo circundante. Se utiliza como suplemento al recubrimiento básico de la tubería (Zinc metálico + acabado de HCPE) en casos donde existen suelos corrosivos o corrientes parásitas.

* Requerimientos del material

Las propiedades de la camisa de polietileno se enlistan en la Tabla 14;

Tabla 14 Propiedades de la camisa de PE (película)

Prueba	Resultado	Prueba
Espesor (µm)	≥200	ISO 8180
Densidad del material (kg/m ³)	910-935	ISO 1183-1
Resistencia al impacto (g)	≥900	ISO 7765-1 Método A
Resistencia a la tensión (MPa)	≥20	ISO 527-3 Tipo 2
Elongación (%)	≥500	ISO 527-3 Tipo 2
Propagación y resistencia al corte (N)	≥20	ISO 6383-2

* Rango

Disponible para todos los diámetros y tipos de tubería de hierro dúctil

— Mecanismo anti-corrosión

El mecanismo anti-corrosión de la camisa de PE envuelta alrededor de tubería recubierta de zinc es como sigue:

- * Primero, la camisa de PE separa la tubería del suelo corrosivo e inhibe la generación de celdas electroquímicas, aislando al mismo tiempo las posibles corrientes parásitas;
- * La camisa de PE es un método anti-corrosivo cuyo rendimiento se logra a través de cambiar el medio circundante: cambia el ambiente corrosivo de uno con suelo no homogéneo agresivo a uno homogéneo de poca agresividad.

— Campo de aplicación

Se sugiere utilizarlo en suelos corrosivos, por ejemplo:

- * Suelo con baja resistividad eléctrica (alta agresividad);
- * Regiones con corrientes parásitas ;
- * Regiones con alto contenido de cloruros, sulfuros o bacterias.

— Estándares

ISO 2531 e ISO 8180

1.9 Recubrimiento interno

El interior de las tuberías de hierro dúctil debe tener un excelente rendimiento hidráulico y anti-corrosivo. Factores como la corrosividad, velocidad del flujo y temperatura del fluido a conducir deben tomarse en cuenta para seleccionar el recubrimiento interior. La lisura de la superficie es una característica importante a considerar.

Adecuado para el suministro de agua potable, el recubrimiento interior de la tubería no debe ser tóxico.

Este es el requerimiento básico para la elección del recubrimiento interior.

Para aplicaciones de aguas residuales, el rendimiento anti-corrosión debe considerar resistencia a microorganismos y erosión de líquidos abrasivos, por lo que deben usarse recubrimientos internos que proporcionen protección confiable de largo plazo contra la abrasión, y ácidos fuertes como el sulfúrico químico.



1.9.1 Evaluación de agresividad del agua para tubería de hierro dúctil

Corrosividad del agua

El agua puede ser dividida entre agua corrosiva (propensa a atacar metal expuesto) y agua agresiva (propensa a atacar el mortero de cemento interior).

— Agua corrosiva

El agua corrosiva corroe el metal de la tubería. El oxígeno contenido en el agua reacciona químicamente con el hierro causando oxidación y generando tuberculación al interior de la tubería, reduciendo la sección transversal e incrementando las pérdidas hidráulicas al paso del tiempo. Este fenómeno se encuentra con frecuencia en viejas tuberías de hierro fundido sin recubrimiento mortero cemento interior.

— Agua Agresiva

El agua agresiva corroe material calcáreo (como el cemento). Basado en análisis químicos, tres resultados serán causados por el cambio en el contenido mineral, valor pH y temperatura del agua:

- * Bajo cierta temperatura, el agua con balance calcio-carbono nunca atacaría ni causaría depósitos de calcio-carbono.
- * El agua incrustante tiende a generar depósitos de sal de calcio (ej. carbonato de calcio) al interior de la tubería.
- * El agua agresiva puede atacar el mortero de cemento que contiene calcio (ej. cal, carbonato calcio o

silicato de aluminio, etc.)

De acuerdo a reconocidos estándares internacionales, el agua potable no puede ser corrosiva ni agresiva.

Usualmente existen varias calidades de agua potable. En ocasiones el agua tiene bajo contenido de minerales (ej. agua suave), la cual puede atacar materiales tal como el agua corrosiva o agresiva.

Xinxing puede proveer tuberías con diversos recubrimientos internos, aplicables a varios tipos de calidad del agua.

Los recubrimientos internos (tales como mortero cemento, mortero cemento con sello epoxi, PU o cerámico-epoxi) deben ser seleccionados a partir de un análisis detallado.

1.9.2 Materiales en contacto con agua potable

Los materiales en contacto con agua potable no deben influenciar la calidad del agua.

Todos los materiales internos de la tubería de hierro dúctil de Xinxing han pasado las pruebas WRC-NSF BS6920 del Reino Unido y están certificados WRAS, que los acredita como adecuados para sistemas de agua potable.

Los materiales internos disponibles en las tuberías Xinxing son listados en la Tabla 15.

Tabla 15 Materiales Internos

Material	Area de Aplicación
Mortero cemento	Recubrimiento interno de tubería y accesorios de hierro dúctil
PU y de solventes	Recubrimiento en el pedal de tubería y accesorios de hierro dúctil
Recubrimiento epoxi base agua	Capa de sello
Recubrimiento epoxi	Campana y piga de tubería con recubrimiento especial
Empaque de elastómero	Anillos de sellado para juntas campana-espiga

1.9.3 Selección del recubrimiento interno

Con respecto a la corrosividad del agua, los recubrimientos internos de la tubería y accesorios de hierro dúctil se dividen en tres categorías:

- **Recubrimiento interno estándar:** Aplicable a mayoría de calidades de agua potable y agua cruda;
- **Recubrimiento interno reforzado:** Aplicable a agua que ataca al cemento ordinario (agua suave, agua ligeramente ácida o altamente abrasiva);
- **Recubrimiento especial:** Aplicable a casos muy especiales de agua corrosiva (ej. descargas industriales) Xinxing recomendará el recubrimiento interno más adecuado basado en análisis de la composición del agua. La Tabla 16 resume los tipos de recubrimientos internos disponibles por Xinxing

Tabla 16 Tipos de Recubrimiento Interno

Tipo de Recubrimiento Interno	Material del Recubrimiento
Recubrimiento Estándar	Mortero de cemento Portland
Recubrimiento Mejorado	Mortero de cemento de alta alúmina
	Mortero de cemento resistente a sulfatos
	Mortero de cemento + capa de sello
Recubrimiento Especial	PU, cerámico-epoxi

1.9.4 Recubrimiento interior de mortero cemento

— Descripción del producto

El recubrimiento interior de mortero cemento se aplica a tuberías de hierro dúctil por método centrifugado: Mientras las tuberías rotan en la máquina de centrifugado, cierta cantidad de mortero cemento es vertida dentro de la tubería. Debido a las revoluciones de alta velocidad, la fuerza centrífuga distribuye el cemento en la superficie interior de la tubería, formando un denso y suave recubrimiento de espesor uniforme, el cual adquiere buenas propiedades mecánicas después un cierto tiempo de curado. El espesor del mortero cemento debe cumplir con las especificaciones de la Tabla 17.

Tabla 17 Espesor del mortero de cemento interior

DN	Espesor del recubrimiento	
	Espesor Nominal mm	Espesor Mínimo en un punto mm
80—300	3	2
350—600	5	3
700—1200	6	3.5
1400—2000	9	6
2200—2600	12	7

Esposores conforme a ISO 4179

— Requerimientos de materiales

Diferentes cementos pueden seleccionarse para recubrimiento interior de tubería de hierro dúctil de agua potable, como cemento ordinario (silicato Portland), resistente a sulfatos (incluyendo cemento con escorias) y cemento de alta alúmina.

— Mecanismo anti-corrosión

Como un recubrimiento anti-corrosión activo, el mortero cemento posee un efecto de largo plazo. El mecanismo consiste en liberar sustancia alcalina al contacto con el agua. Dicha sustancia se acumula en la superficie interna de la tubería de hierro dúctil, resultando en su pasivación, que provee protección electroquímica como se muestra en la Figura 19. Por lo tanto, esta clase de recubrimiento mayormente depende de su ambiente alcalino para pasivar la pared interna de la tubería de HD, haciéndola resistente a la corrosión.

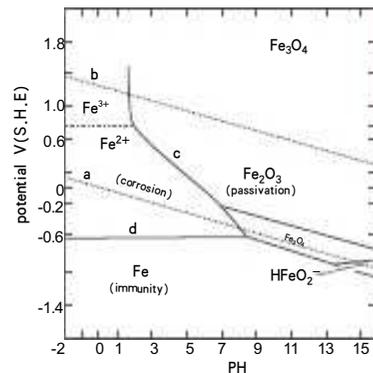


Figura 19 Potencial-pH diagrama de sistema Fe/H₂O (diagrama Pourbaix)

— Características del mortero cemento interior

* Auto-curado

En la contracción del mortero cemento interior, la formación de grietas longitudinales y radiales son inevitables; estas grietas que pueden ser producto de la manufactura o desarrollarse durante la transportación, almacenaje o instalación, no deben ser detrimento de la estabilidad mecánica del recubrimiento.

Cuando la tubería con mortero cemento interior contacta el agua, estas grietas se sellan con la expansión del recubrimiento y la hidratación continua del cemento; por lo tanto, el efecto anti-corrosión se mantiene.

* Buenas propiedades mecánicas

— Coeficiente de expansión

El coeficiente de expansión lineal térmica del mortero cemento es $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, casi igual al del hierro dúctil ($11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), lo que reduce el riesgo de grietas por expansión o contracción diferencial.

* Buena adherencia y rendimiento anti-vacío

* Buena resistencia a la flexión longitudinal y ovalidad

* Buena resistencia a la vibración e impacto

* Excelente resistencia a la abrasión, el mortero de cemento interior puede ser usado para conducir agua cruda con partículas altamente abrasivas.

* Excelente rendimiento hidráulico

Xinxing utiliza tecnología de proceso centrífuga para su producción de tubería de hierro dúctil con mortero cemento, lo que contribuye a la lisura del recubrimiento. De acuerdo a pruebas del Centro de Pruebas del Instituto Chino de Investigación de Recursos Hidráulicos e Hidroeléctricos, la rugosidad equivalente K del recubrimiento es 0.030 mm. Considerando la rugosidad causada por accesorios, válvulas y otros dispositivos del sistema, así como un factor de tolerancia, se sugiere un valor K de 0.10 mm para propósitos de diseño.

— Campo de aplicación

La Tabla 18 muestra los límites del agua que puede ser conducida por varios tipos de mortero cemento.

- * La tubería de hierro dúctil con mortero de silicato de cemento interior aplica a proyectos de agua potable;
- * Las tuberías de hierro dúctil con mortero cemento resistente a sulfatos aplican en proyectos de agua potable y líneas de transmisión con calidad del agua listada en Tabla 18;
- * Las tuberías de hierro dúctil con mortero cemento alta alúmina aplican para conducción de aguas residuales y residuos industriales. Empaques de elastómero nitrilo butadieno (NBR) se utilizan en estas aplicaciones

Tabla 18 Límites del Agua a Conducir con Diferentes Morteros de Cemento Interior

Propiedades del agua	Mortero silicato de cemento	Mortero cemento resistente a sulfatos	Mortero cemento alta alúmina
pH	≥6	≥5,5	≥4
Corrosivo CO2(mg/l)	≤7	≤15	ilimitado
SO4 (mg/l)	≤400	≤3000	ilimitado
Mg2+(mg/l)	≤100	≤500	ilimitado
NH4 (mg/l)	≤30	≤30	ilimitado

— Estándares:

ISO 2531, ISO 7186, ISO 4179, EN 545 y EN 598



1.9.5 Mortero cemento interior + capa de sello epoxi

1.9.5.1 Descripción de producto

Como se muestra en Figura 20, el mortero cemento interior con capa de sello epoxi es formada por el curado del epoxi base agua rociado en la superficie del mortero cemento. Generalmente el espesor de la capa de sello epoxi es alrededor de 70 um excepto casos especiales. Con excelente rendimiento anti-corrosión, esta clase de recubrimiento puede asegurar el suministro de agua sin contaminación.



* Estructura del recubrimiento interno

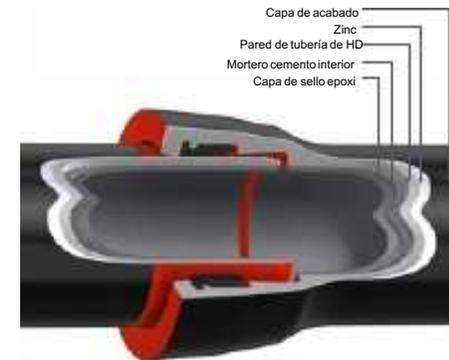


Figura 20 Mortero cemento interior + capa de sello epoxi

- * Requerimientos del material

Material de capa de sello: Pasa las pruebas sanitarias WRC—NSF para BS6920 y certificación WRAS

- * Rango

Xinxing puede proveer el rango completo de diámetros DN80~DN2600

- * Certificación

En cumplimiento con los requerimientos de ISO 16132:2004, puede prevenir el incremento del pH en el periodo inicial de introducción del agua y prolongar la vida de servicio del recubrimiento, garantizando así la calidad del agua. Se cuenta con certificación BV de esta prueba.

1.9.5.2 Mecanismo anti-corrosión

- * Mecanismo anti-corrosión para mortero cemento interior con capa de sello epoxi.

La estructura del mortero cemento interior con capa de sello epoxi se muestra en Figura 21. Las tuberías de hierro dúctil con mortero cemento interior y capa de sello epoxi combinan protección contra corrosión activa y pasiva. Primero, la capa de sello epoxi provee una barrera física contra el contacto del agua con la pared interior de la tubería; formando una resistencia a la corrosión pasiva. Por otro lado, la capa de sello epoxi disminuye o detiene la liberación de sustancia alcalina del mortero cemento al agua, de manera que asegure un contenido rico de sustancia alcalina pasivizante sobre la pared interior de la tubería, siendo esto una protección activa. Asegurando entre ambas, una resistencia a largo plazo contra la corrosión.

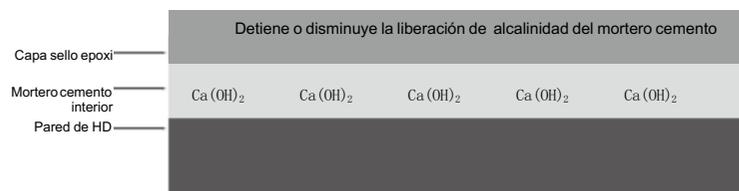


Figura 21 Estructura de mortero cemento interior con capa de sello epoxi

1.9.5.3 Características del producto

- * Excelente resistencia a la corrosión

Con un rendimiento combinado anti-corrosión, pasivo y activo, en caso de que la capa de sello epoxi se dañe o existan huecos, el mortero cemento interior puede proveer protección activa, lográndose una protección anti corrosiva de largo plazo.

Con excelente resistencia a álcalis, la capa de sello epoxi puede resistir el ambiente alcalino del mortero cemento a largo plazo, así como la erosión del agua potable (ej. agua ácida).

- * Inhibe la precipitación de la sustancia alcalina

Después de la prueba de 3 meses a ciclo cerrado a una presión de 6 bares y 2 m/s de velocidad, el pH del agua fue mucho menor de 9.5 como exige ISO 16132 (Figura 22 muestra el procedimiento de prueba).

En la prueba de corto plazo (3 periodos de 24 horas) para evaluar el rendimiento de la capa de sello para inhibir la liberación de sustancia alcalina, el pH resultó en 8.2, muy inferior al pH ≤ 9.5 especificado en ISO 16132.

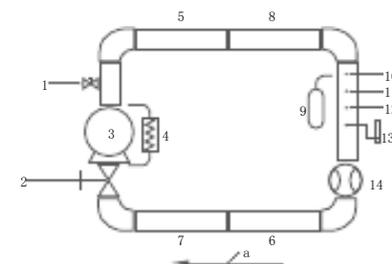


Figura 22 Prueba de rendimiento del sellado interior

- * Seguro y ambientalmente amigable:

La capa de sello epoxi no contiene solventes orgánicos, por lo que no contamina el ambiente ni causa peligro a los trabajadores; la capa de sello no es tóxica después del curado, no contamina al agua ni produce sustancias peligrosas al ser humano. Certificada WRAS por el Reino Unido según prueba BS6920 El recubrimiento epoxi base agua es compatible con el agua potable y está certificado WRC-NSF según prueba sanitaria BS 6920 y WRAS.

• Efecto reductor de fricción

El mortero cemento interior con sello epoxi es más suave que el mortero cemento solamente, lo cual reduce la resistencia a la fricción. Xinxing ha realizado pruebas con laboratorios acreditados para verificar el coeficiente de rugosidad de las tuberías de hierro dúctil con mortero cemento interior y sello epoxi, resultando un valor K de 0.020 mm, menor que el K del mortero cemento interior (K = 0.03 mm).

1.9.5.4 Campo de aplicación

Es aplicable a ramales de tubería de diámetro menor, por ejemplo, pequeños ramales de la red de distribución de ciudades pequeñas donde el agua tiende a permanecer por periodos prolongados; Cumple con las políticas ambientales amigables verdes y de baja emisión de carbón de la industria de tubería de hierro dúctil; Es un producto mejorado para reemplazar la tubería tradicional con mortero cemento interior.

1.9.5.5 Estándares

Estándares para tubería y accesorios de hierro dúctil: ISO 2531, EN 545
Estándar para capa de sello epoxi en tubería de hierro dúctil con mortero cemento interior: ISO 16132.

1.9.6 Recubrimiento interior de poliuretano

1.9.6.1 Descripción del producto

Este recubrimiento es formado por el rociado y curado del material PU sobre la superficie interior de tuberías y accesorios. El PU es bi-componente y libre de solventes. Esta clase de recubrimiento tiene excelente rendimiento anti-corrosión y al desgaste, así como alta resistencia al impacto, adecuado para conducir agua potable, aguas residuales, agua suavizada y desechos industriales y todo el rango de proyectos municipales, desde aguas suaves hasta aguas duras.

• Estructura del recubrimiento interno

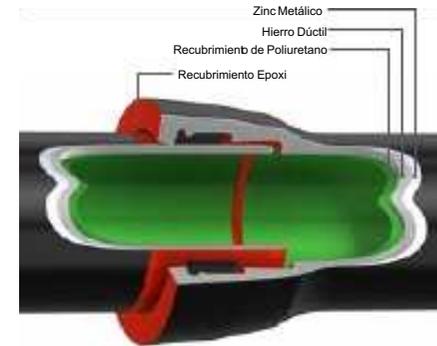


Figura 23 Tubería de hierro dúctil con recubrimiento interior de PU

• Espesor del recubrimiento

El espesor del recubrimiento de PU varía con la calidad del agua y diámetro de tubería. Los espesores son mostrados en las Tablas 19 y 20:

Tabla 19 Espesor del recubrimiento interior de tubería y accesorios para servicio de agua potable

DN	Cuerpo tubería		Campana y espiga (contacto con el agua)		Campana y espiga (sin contacto con agua)
	Espesor promedio μm	Espesor mínimo μm	Espesor promedio μm	Espesor mínimo μm	Espesor mínimo μm
80~200	1300	800	300	250	150
>200	1500				

Tabla 20 Espesor del recubrimiento de tubería y accesorios para servicio de aguas residuales

DN	Cuerpo tubería		Campana y espiga (contacto con el agua)		Campana y espiga (sin contacto con agua)
	Espesor promedio μm	Espesor mínimo μm	Espesor promedio μm	Espesor mínimo μm	Espesor mínimo μm
80~200	≥ 1300	≥ 800	300	250	150
250~700	≥ 1500	≥ 800			
700~1000	≥ 1800	≥ 1000			
>1000	≥ 2000	≥ 1000			

• **Requerimientos del material**

Recubrimiento de PU: Cumple con EN 15655, certificado WRC—NSF según prueba BS6920 y certificado WRAS.

Recubrimiento de PU: Cumple con EN 15655, certificado WRC—NSF según prueba BS6920 y certificado WRAS.

• **Rango**

Xinxing puede proveer el rango completo de productos de DN100–DN2600.

• **Certificación**

El recubrimiento interior de PU de la tubería de hierro dúctil es producido por Xinxing cumpliendo los requerimientos de BS EN 15655, contando con certificación BV.



1.9.6.2 Características del producto

— Como un recubrimiento anti-corrosión pasivo, la efectividad del recubrimiento interior de PU depende de su sustentabilidad, adherencia y estabilidad de largo plazo.

— Continuidad y rendimiento de sellado: Prueba eléctrica de discontinuidades para cada tubería de HD producida por Xinxing con recubrimiento interior de PU a un voltaje de 6kV, el cual es mayor que los 4kV especificados en BS EN 15655, que garantiza su sustentabilidad.

— El recubrimiento de PU provee excelente adherencia, siendo la exigencia de Xinxing no menor de 11 MPa a 23°C ;



— **Estabilidad del recubrimiento interior de PU**

El recubrimiento interior de PU producido por Xinxing proporciona excelente estabilidad química y resistencia al envejecimiento: el incremento de peso del recubrimiento no excede el 4% después de su inmersión en agua destilada a 50°C por 180 días; la adherencia del PU es mayor a 8 MPa después de su exposición a exteriores por 6 meses.

— **Buena flexibilidad**

El recubrimiento interior de PU tiene buena flexibilidad, la cual soporta el impacto y deformación por transportación, instalación u ovalado por sobre carga en cumplimiento con ISO 2531.

— Con superficie suave, tiene un excelente rendimiento hidráulico y bajas pérdidas por fricción. Xinxing ha realizado pruebas en laboratorios acreditados sobre el coeficiente de rugosidad de tubería de hierro dúctil con recubrimiento interior de PU, encontrando valores K de 0.010 mm. Considerando el incremento de coeficiente debido a accesorios, válvulas y otros componentes, así como la tolerancia se sugiere un valor K de 0.050 mm para propósitos de diseño.

1.9.6.3 Propiedades del recubrimiento interior de PU

El recubrimiento de PU producido por Xinxing cumple con BS EN 15655, según se muestra en Tabla 21.

Tabla 21 Requerimientos Técnicos del Recubrimiento Interior de PU

No	Prueba	Requerimiento	
1	Resistencia al agua	Menos de 15% de incremento en peso por inmersión a 50 °C en agua desionizada Menos de 2% en pérdida de peso después de secarse	
	Resistencia química	Menos de 10% de incremento en peso por inmersión en 10% H2SO4 por 100 días Cambio de peso ≤4% después de secarse	
2	Resistencia al impacto indirecto	Impacto con energía E mínima de 50J/mm, el recubrimiento interior de PU debe permanecer libre de daño.	
3	Resistencia al ovalado	DN	Ovalidad de tubería
		100~250	2%~4%
		300~600	3%~6%
		700~2000	4%~8%
		El recubrimiento interno debe permanecer libre de daño.	
4	Elongación al rompimiento	≥2.5%	
5	Resistencia en solución 0.1M NaCl	≥10 ⁶ Ωm ²	
6	Relación de resistencia 100d /70d	≥0.8	
7	Resistencia exposición solar	Adherencia ≥ 8 MPa después de 6 meses de exposición a la radiación solar	
8	Cero porosidad	Cuando espesor promedio del recubrimiento ≤1500 μm. No fallas con detector de discontinuidades a 3.0kv; Cuando espesor promedio del recubrimiento >1500 μm. No fallas con detector de discontinuidades a 4.0kv;	
9	Dureza	Shore D>70	
10	Adherencia	A 20°C , adherencia ≥ 11 MPa	
11	Resistencia a abrasión	Profundidad de desgaste ≤0.2mm después de 100000 movimientos (50000 ciclos)	

1.9.6.4 Campo de aplicación

Las tuberías de hierro dúctil con recubrimiento interior de PU pueden ser usadas para :

— todo tipo de agua potable, agua residual con pH 1~13 y desechos industriales según Tabla 22.

Tabla 22 Características del agua a conducir

Fluido	pH del fluido
Agua potable	1~13
Agua residual	1~13
Aguas industriales	<13

— Agua suave o pura, tal como la proveniente de plantas desaladoras de agua de mar.

— Máxima temperatura del fluido 45C .

1.9.6.5 Estándar

Estándares aplicables para tubería y accesorios de hierro dúctil: ISO 2531, ISO 7186, EN 545 y EN 598

Estándar para tubería y accesorios de hierro dúctil con recubrimiento interior de PU: EN 15655

1.9.7 Recubrimiento interior cerámico epoxi

1.9.7.1 Descripción del producto

El recubrimiento interior cerámico epoxi de tubería y accesorios de hierro dúctil se aplica en forma de pintura cerámica epoxi sobre la superficie interior, siendo un sistema bi-componente libre de solventes. El espesor del recubrimiento es ≥ 1000 μm . El recubrimiento contiene al menos, 20% de rellenos cerámicos en volumen, lo que le da un excelente rendimiento anti-corrosión y resistencia a la abrasión en aplicaciones de agua potable y aguas residuales municipales, así como desechos industriales.



Figura 24 Tubería de HD con recubrimiento interior cerámico epoxi

Espesor del recubrimiento

Para asegurar la resistencia a la corrosión, el espesor del recubrimiento cerámico epoxi para la tubería debe cumplir los requerimientos de la Tabla 23:

Tabla 23 Espesor recubrimiento cerámico epoxi

Cuerpo tubería (cerámico epoxi)	Campana y espiga (recubrimiento epoxi)	
	Área en contacto con el agua	Área sin contacto con el agua
Espesor mínimo	Espesor mínimo	Espesor mínimo
1000	250	150

* Pruebas de rutina

— Prueba de adherencia: El recubrimiento interior cerámico epoxi posee excelente adherencia. El requerimiento de adherencia de Xinxing es ≥ 10 MPa a 23°C ;

— Prueba de espesor: Una prueba de espesor debe ser conducida para tramos.

— Cero-porosidad: Cada tramo de tubería con recubrimiento cerámico epoxi debe someterse a una prueba de detección de porosidades a 3 kV.

* Requerimientos del material

Bi-componente y libre de solventes con al menos 20% en volumen de rellenos cerámicos que consisten de cuarzo y óxido de aluminio pulverizados con diferente proporción de tamaño a fin de generar un recubrimiento interior duro y resistente.

* Rango

Xinxing puede proveer el rango completo DN100~DN2600.

1.9.7.2 Características del producto

— Excelente rendimiento anti-corrosión y resistencia a la abrasión, el recubrimiento se caracteriza por ser compacto y duro

— La superficie del recubrimiento es suave como espejo con bajas pérdidas por fricción y excelente rendimiento hidráulico. Se sugiere considerar un valor K de 0.050 mm para propósitos de diseño

— Libre de solventes, sin disolventes volátiles liberados durante su aplicación, cumple con requerimientos ambientales y de seguridad.

1.9.7.3 Propiedades del recubrimiento

La Tabla 24 muestra las propiedades de la tubería de hierro dúctil con recubrimiento cerámico epoxi de Xinxing:

Tabla 24 Propiedades del recubrimiento interior cerámico epoxi

Prueba	Requerimiento	Método de prueba	
Abrasión después de 100,000 movimientos (o 50,000 ciclos)	≤0.075mm	ISO 7186	
Resistencia al impacto	≥5J sin daño al recubrimiento durante inspección visual	ISO 6272-1	
Permeabilidad al vapor de agua 30d	0.00	ASTM E96 método A	
Resistencia a niebla salina (rasgado), 5% 30d	No ampollado ni disminución de adherencia o expansión de corrosión en zona rasgada.	ISO 7253 ISO 4628	
Resistencia química	Agua destilada (70°C)	Sin cambios después de 4 semanas	ISO 4628 evaluación
	25% NaOH (60°C)	Sin cambios después de 4 semanas	
	20% H ₂ SO ₄	Sin cambios después de 4 semanas	
	Agua ciudad (rasgado) (50°C)	Sin expansion corrosión en rasgadura - 4 semanas	
Adherencia	≥10MPa	ISO 4624	
Espesor	≥1000um	ISO 2808	
Porosidades	3KV	NACE SP0188	

1.9.7.4 Campo de aplicación

Aplicable a descargas de aguas residuales e industriales conteniendo alta cantidad de partículas sólidas.

1.9.7.5 Estándar

Estándares aplicables a tubería y accesorios de hierro dúctil: ISO 7186 y EN 598

1.10 Reparación del recubrimiento

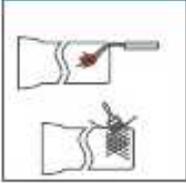
1.10.1 Reparación de recubrimiento de Zinc + acabado HCPE/aleación Zn-Al tierra rara + epoxi

La reparación consiste en dos etapas:

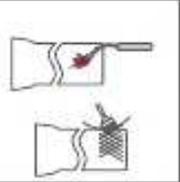
Paso 1: Reparación de recubrimiento de zinc/aleación Zn-Al tierras raras

Paso 2: Reparación de recubrimiento epoxi azul o capa de acabado HCPE.

1.10.1.1 Reparación de recubrimiento de Zinc/aleación Zn-Al con tierras raras

	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo requerido Cepillo de alambre brocha para pintar Soplete de gas • Pintura para reparación: Primario rico en zinc, 10 kg
	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento Remueve suciedad con cepillo de alambre
	<p>La temperatura de la superficie a ser reparada debe estar al menos 5°C por arriba del punto de rocío. En caso de que la superficie esté mojada o la temperatura ambiente sea muy baja, la superficie debe ser calentada con el soplete para mantenerla seca y al menos 5°C sobre el punto de rocío. De acuerdo a los requerimientos del primario rico en zinc, la pintura debe ser mezclada uniformemente y aplicada con brocha sobre la superficie a reparar hasta alcanzar un espesor de al menos 200g/m² (Cuando el recubrimiento sea aleación de Zn-Al y tierra rara, el espesor debe ser equivalente al peso del recubrimiento de aleación Zn-Al tierra rara). La apariencia del recubrimiento debe ser suave sin burbujas, huecos o defectos.</p>

1.10.1.2 Reparación del recubrimiento epoxi azul/capa de acabado HCPE

	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo requerido Cepillo de alambre Brocha para pintura Soplete de gas • Materiales de reparación: Pintura epoxi azul o pintura anticorrosiva HCPE, según sea el caso
	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento Limpieza con cepillo de alambre
	<p>La temperatura de la superficie a ser reparada debe estar al menos 5 °C por arriba del punto de rocío. En caso de que la superficie esté mojada o la temperatura ambiente sea muy baja, la superficie debe ser calentada con el soplete para mantenerla seca y al menos 5 °C sobre el punto de rocío.</p> <p>De acuerdo a los requerimientos del primario rico en zinc, la pintura debe ser mezclada uniformemente y aplicada con brocha sobre la superficie a reparar hasta alcanzar un espesor de al menos 70 µm para el HCPE y 100 µm para el epoxi azul. La apariencia del recubrimiento debe ser suave, sin burbujas, huecos o defectos.</p>

1.10.2 Reparación del recubrimiento de PU

	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo requerido Cepillo de alambre Brocha de pintura espátula cincel disco rotatorio de alambre soplete de gas • Materiales de reparación SPUA-R300 pintura de PU libre de solventes
	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento Remueva el recubrimiento dañado y el circundante con poca adherencia con cuchillo u otras herramientas hasta que solo quede recubrimiento sin daño. Limpie la superficie de la tubería con el disco abrasivo de alambre hasta que superficie alcance el nivel S13. Remueva el polvo y mantenga la superficie limpia.
	<p>La temperatura de la superficie a ser reparada debe estar al menos 5 °C por arriba del punto de rocío. En caso de que la superficie esté mojada o la temperatura ambiente sea muy baja, la superficie debe ser calentada con el soplete para mantenerla seca y al menos 5 °C sobre el punto de rocío.</p>
	<p>De acuerdo a las especificaciones del material de reparación, debe ser mezclada uniformemente y aplicado con brocha en la superficie a reparar. El espesor debe ser 700 µm al menos y su apariencia debe ser suave, sin burbujas y libre de defectos.</p>

1.10.3 Reparación del mortero cemento interior

	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo requerido Cepillo de alambre Brocha para pintura Llana Espátula Cinzel marro Espátula de cuchillo Material de reparación 								
	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento Coloque el área a ser reparada hacia arriba Remueva del área dañada el mortero hueco o suelto con un martillo y cinzel Los bordes deben quedar verticales dejando expuesta la superficie de hierro dúctil 								
	<p>Remueva cualquier basura suelta con cepillo de alambre. Limpie la superficie a ser reparada hasta remover el óxido de la superficie.</p> <p>Moje el área a ser reparada</p> <p>Moje el mortero cemento alrededor del área a ser reparada poco minutos antes de la reparación.</p>								
	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación del material de reparación Relación de componentes <table border="1" data-bbox="520 897 861 974"> <thead> <tr> <th>material</th> <th>Relación de peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cemento</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>arena fina</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>agua</td> <td>m35-40</td> </tr> </tbody> </table> <p>Primero mezcle los dos materiales en polvo y entonces adhiera una cierta cantidad de agua, mezclando hasta obtener un slurry. De ser necesario añada agua de acuerdo a la viscosidad.</p>	material	Relación de peso	cemento	100	arena fina	200	agua	m35-40
material	Relación de peso								
cemento	100								
arena fina	200								
agua	m35-40								
	<p>Rellene la zona defectuosa con mortero cemento hasta un espesor uniforme y denso con una llana.</p> <p>Si es necesario moje la llana para facilitar la instalación del mortero</p> <p>La parte reparada debe estar completamente curada y no expuesta al sol. Debe ser cubierta con plástico para mantener la humedad.</p>								

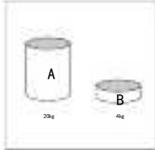
1.10.4 Reparación del mortero cemento con capa de sello epoxi

La reparación consiste de dos pasos:

Paso 1: Reparación del mortero cemento (ver 1.10.3)

Paso 2: Reparación de la capa de sello epoxi

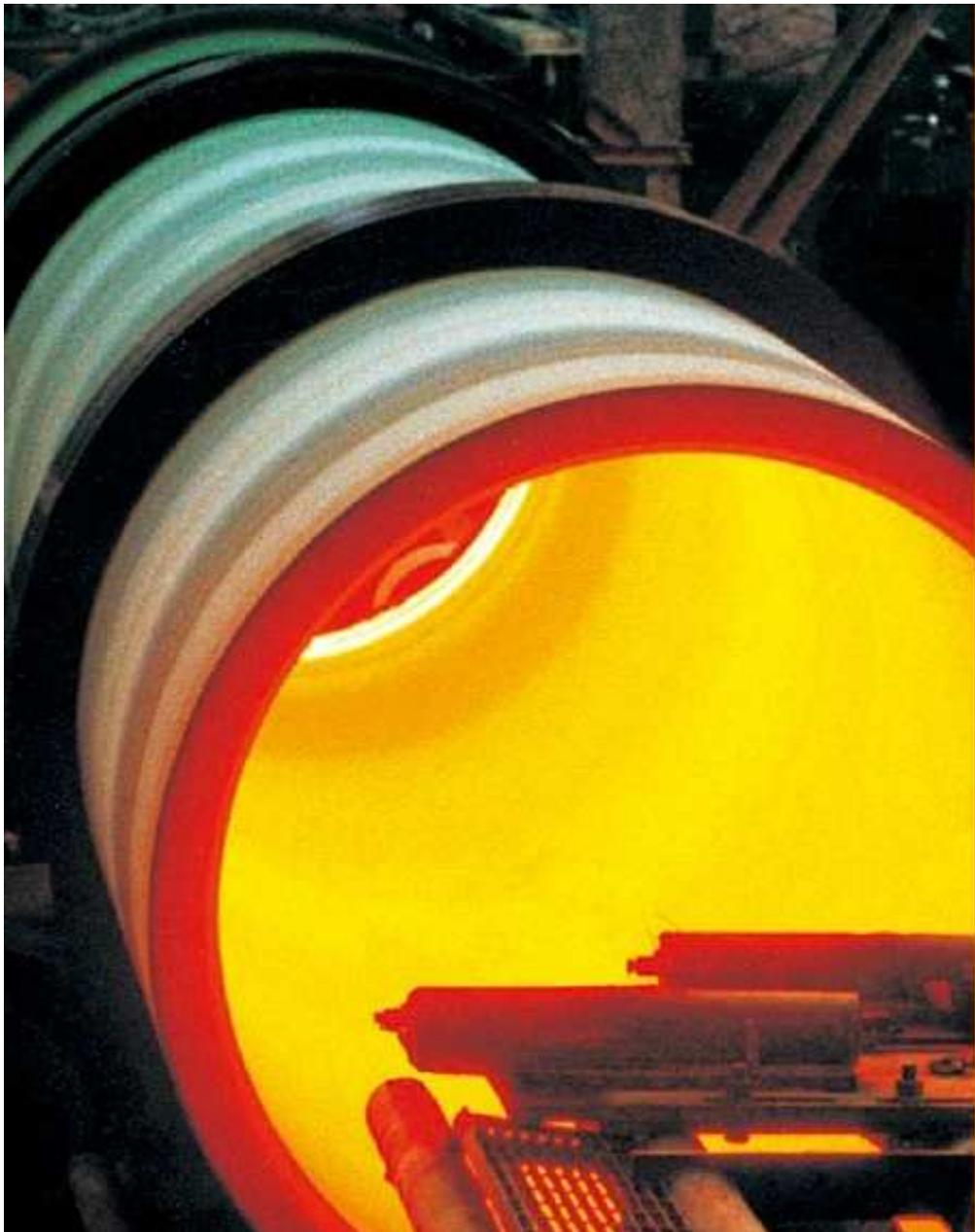
Reparación de la capa de sello epoxi

	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo requerido Cepillo de alambre Brocha para pintura rodillo • Material de reparación: WB-108 pintura epoxi gris
	<ul style="list-style-type: none"> • Proporción Relación de peso AB = 5:1 Agite el componente A antes de mezclar. Pese cinco partes de del componente A y una parte del componente B. Coloque las partes en un contenedor. Mezcle por 3 a 4 minutos con agitador de giro de baja velocidad accionado por taladro eléctrico hasta que la mezcla sea uniforme. La mezcla lista debe ser usada a 25 °C dentro de 2 horas. Posteriormente a este tiempo la pintura debe desecharse.
	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento Limpie para remover impurezas
	<p>Aplice con brocha la pintura lista en la superficie del mortero cemento a ser reparada dejando un espesor de sello epoxi gris de 70 um. La apariencia del recubrimiento debe ser suave, libre de defectos y sin burbujas.</p> <p>El recubrimiento debe curarse naturalmente en temperaturas arriba de 5°C . En caso de temperaturas muy bajas, es necesario calentar el recubrimiento para su curado.</p>

1.10.5 Reparación del recubrimiento interno cerámico epoxi y PU

	<ul style="list-style-type: none">• Herramientas requeridas Cepillo de alambre brocha para pintar espátula cincel disco abrasivo de alambre soplete de gas• Materiales de reparación Cerámico epoxi libre de solventes SPUA-R400 poliuretano para aplicar con brocha
	<ul style="list-style-type: none">• Procedimientos Remueva el recubrimiento dañado y el circundante con poca adherencia con un cuchillo u otra herramienta hasta dejar solo recubrimiento en buen estado. Limpie la superficie base de hierro dúctil con el disco circular de alambre abrasivo hasta alcanzar el nivel ST3. Remueva el polvo con el cepillo en el área a reparar.
	<p>La temperatura de la superficie a ser reparada debe estar al menos 5°C por arriba del punto de rocío. En caso de que la superficie esté mojada o la temperatura ambiente sea muy baja, la superficie debe ser calentada con el soplete para mantenerla seca y al menos 5 °C sobre el punto de rocío.</p>
	<p>De acuerdo a los requerimientos del material de reparación, el material debe ser mezclado uniformemente y aplicado con brocha sobre la superficie a reparar hasta alcanzar un espesor de al menos 1000 um. La apariencia del recubrimiento debe ser suave sin burbujas, huecos o defectos.</p>





Capítulo 2 Proceso de Manufactura y Sistema de Control de Calidad



Capítulo 2 Proceso de Manufactura y Sistema de Control de Calidad

2.1 Proceso de Manufactura	58
2.1.1 Preparación del hierro fundido	
2.1.2 Fundición de la tubería	
2.1.3 Acabado / revestimientos	
2.2 Sistema de control de calidad	62
2.2.1 Procedimiento de producción de tubería de hierro dúctil	
2.2.2 Control de calidad y frecuencia de inspecciones	
2.2.3 Pruebas de rendimiento para juntas	

2.1 Proceso de manufactura

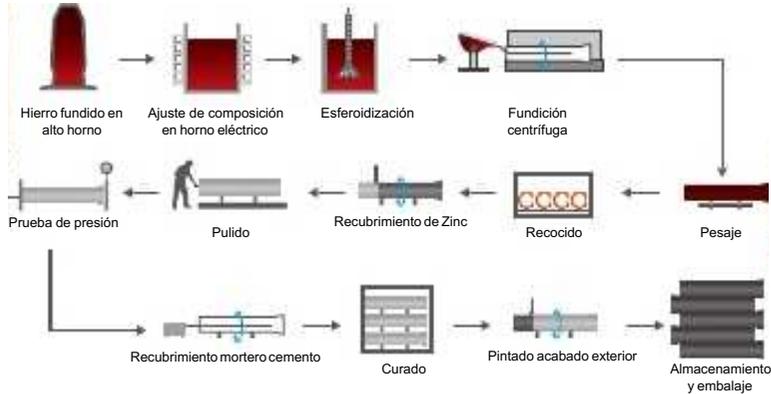


Figura 1 Proceso de manufactura de tubería de hierro dúctil

2.1.1 Preparación de hierro fundido

2.1.1.1 Fundición del hierro

El Fe del mineral de hierro se reduce en el alto horno y se mantiene la composición adecuada de Si, Mn, S, P y otros elementos de traza en el hierro fundido.

Como función de almacenamiento, el mezclador de metal se utiliza entre el alto horno y el horno eléctrico para almacenamiento y aislamiento térmico, a fin de obtener la composición adecuada de hierro fundido. La composición y temperatura del hierro fundido se puede ajustar en el horno eléctrico para lograr valores adecuados para esferoidización.

2.1.1.2 Esferoidización e Inoculación

Después de la esferoidización del hierro fundido a través de la adición de magnesio, el grafito precipitado cambia su forma de hojuela a esferoide durante la solidificación, evitando así la incidencia de hojuelas de grafito en la continuidad de la matriz de hierro, de modo que permite al hierro dúctil una excelente ductilidad, flexibilidad y resistencia al impacto. La inoculación es un procedimiento importante durante la producción de hierro dúctil, a través del cual el grafito en el hierro dúctil puede refinarse y redondearse para elevar el nivel de esferoidización, y la pared del tubo sea una estructura más densa; además, mejora la plasticidad



Esferoidización del hierro fundido



Análisis de composición

y dureza del producto.

La inoculación de flujo de metal se realiza simultáneamente con la fundición centrífuga.

2.1.2 Fundición de tubería

2.1.2.1 Preparación de núcleos de arena

Los tubos con diferentes juntas se producen con moldes de tubos y diferentes núcleos de arena. El núcleo de arena mezclada con resina se añade al molde del núcleo de arena, apisonado y solidificado para la fundición centrífuga.



Núcleo de arena

2.1.2.2 Fundición centrífuga

El tubo de hierro dúctil de alta calidad es producido por el proceso de fundición centrífuga: Después de la esferoidización, el hierro fundido a alta temperatura fluye a través de un canal de colado dentro del molde de metal que gira a alta velocidad, distribuyéndose sobre la superficie interna del molde bajo fuerza centrífuga, solidificando en un tramo de tubo. Las impurezas y gases del hierro fundido son evacuados gracias a la fuerza centrífuga. La solidificación gradual hacia el interior forma una pared de tubería extremadamente densa que ahorra material y mejora las propiedades mecánicas.



2.1.2.3 Recocido

El tratamiento de recocido es un procedimiento necesario e importante durante la producción de tubería de hierro dúctil. Generalmente, la elongación de la tubería de hierro dúctil de fundición centrífuga es 2-5% inferior al requisito especificado en ISO 2531. Con el fin de mejorar la elongación, el tubo fundido debe ser recocido, es decir, el tubo se calienta a cierta temperatura en el horno de recocido y a continuación se enfría a cierta temperatura siguiendo una curva de enfriamiento apropiada, para continuar enfriándose de forma continua a temperatura ambiente. Después del tratamiento de recocido, las propiedades mecánicas de la tubería de hierro dúctil pueden alcanzar los índices de la tabla 1 y cumplir con la norma ISO 2531:

Tabla 1 Propiedades mecánicas de tubería de hierro dúctil

Tipo de fundición	Resistencia min. tensión Rm MPa	Elongación mínima A%	
	DN80~2000	DN80~1000	DN1100~2000
Tubería de hierro dúctil centrifuga	420	10	7
Accesorios y tubería de hierro dúctil no centrifuga	420	5	5

Note: 1. La resistencia a la fluencia (RP 0.2) se puede medir mediante acuerdo entre proveedor y comprador donde:
 RP 0.2 \geq 270 MPa, cuando A \geq 12% para DN80 ~ 1000; o RP 0.2 \geq 270MPa, cuando A \geq 10% para DN > 1000 o mayor.
 RP 0.2 \geq 300 MPa bajo otras condiciones.
 2. Para tubería de hierro dúctil centrifuga entre DN 80 ~ 1000, cuando la clase de espesor es mayor a K12, elongación mínima es 7%.



Recocido



Prueba de propiedad mecánica

2.1.3 Acabado/Recubrimiento

2.1.3.1 Aplicación de Zinc en pared exterior

Después del tratamiento de recocido, en la superficie externa de la tubería se aplica el recubrimiento de Zinc que cumple la norma ISO 2531 mediante el proceso de rociado por arco eléctrico, se utiliza bajo voltaje y alta potencia de corriente para fundir el alambre de Zinc con flujo de aire comprimido de alta velocidad para rociarlo sobre la pared externa de la tubería en forma de micro gotas.



Aplicaca Zinc

2.1.3.2 Prueba de presión

Cada tubo y accesorio de hierro dúctil manufacturado por Xinxing es sujeto a prueba hidrostática de acuerdo con ISO 2531, requisito indispensable para que el producto entre al siguiente paso del proceso.

2.1.3.3 Mortero cemento y otros recubrimientos internos

Teniendo en cuenta los requisitos sanitarios del suministro de agua potable y para evitar contaminación por oxidación, es necesario llevar a cabo la protección anti-corrosión del interior de la tubería a través del revestimiento interno. De no existir un requerimiento especial, todos los tubos de hierro dúctil producidos por Xinxing serán revestidos internamente con mortero cemento acorde a requerimientos de agua potable.

De acuerdo a los requisitos de la norma ISO 4179, Xinxing adopta el proceso de revestimiento interior centrifugo, logrando que la superficie del revestimiento mortero cemento sea suave, uniforme y plana, así como una alta adherencia con la pared de la tubería que hace difícil su desprendimiento.

La tubería con revestimiento de mortero cemento centrifugamente aplicado, se mantiene en un ambiente de alta temperatura y humedad para acelerar la maduración del revestimiento de mortero cemento.

2.1.3.4 Pintar capa de acabado, embalaje y almacenamiento

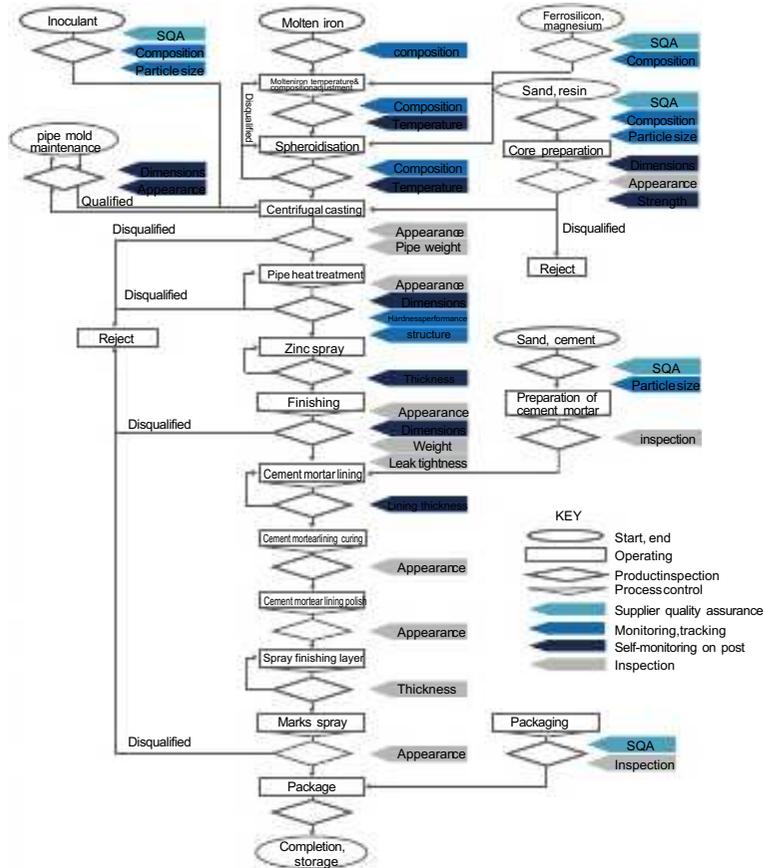
Después del rociado de la capa de acabado y el marcado, la tubería curada (DN \leq 300) será embalada y puesta en almacenamiento para programar su embarque.



Almacén de producto terminado

2.2 Sistema de control de calidad

2.2.1 Procedimiento de producción de tubería de hierro dúctil



2.2.2 Control de calidad y frecuencia de inspecciones

Tabla 2 Control de Calidad y Frecuencia de Inspección

No	Item QC	Frecuencia de prueba	Equipo de inspección	Producto no conforme
1	Composición del hierro fundido en alto horno	Cada horno	Espectrómetro	Retorno
2	Composición del hierro fundido desde horno FM	Cada horno	Espectrómetro	Reajustar
3	Temperatura del hierro fundido desde horno FM	Cada horno	Termómetro	Reajustar
4	Composición del hierro fundido esferoidal	Cada colada	Espectrómetro	Retorno
5	Apariencia del núcleo	Prueba completa	Inspección visual	Reparar o destruir
6	Dimensiones del núcleo	≥5 pzas/turno/especificación	Calibrador	Destruir
7	Dimensión del molde	Cada colada	Micrómetro, carátula de aguja	Retrabajar
8	Temperatura de fundición	Una muestra cada 3-10 tubos	Termómetro	Ajuste o retorno
9	Apariencia	Cada pieza	Inspección visual	Ajuste
10	Peso de tubo	Cada pieza	Báscula de plataforma	Ajuste
11	Temperatura del horno	Prueba lo largo de la producción, registro cada media hora	Instrumentación térmica	Ajuste
12	Velocidad de cadena	Prueba lo largo de la producción, registro cada media hora	Inversor	Ajuste
13	Apariencia	Cada pieza	Inspección visual	Rechazo
14	Propiedades Mecánica	1 pieza	Máquina Universal de Ensayo	Rechazo
15	Peso de Zinc	1 vez/turno	Báscula electrónica	Rehacer
16	Peso de tubo	Prueba completa	Báscula electrónica	Rechazo
17	Dimensiones	Pruba completa	Plantilla redonda estándar	Rechazo
18	Prueba de presión	Prueba completa	Máquina de prueba de presión	Rechazo
19	Relación mortero cemento	Cada mezcla	Bascula electrónica, contador	Ajustar
20	Apariencia de revestimiento	Cada pieza	Inspección visual	Rechazo o retrabajar
21	Espesor del revestimiento	≥1 vez/hora	Aguja de acero regla de acero	Rechazo o retrabajar
22	Tiempo de curado	Cada horno	Cronómetro	Ajuste
23	Temperatura de curado	Cada horno	Termómetro	Ajuste
24	Apariencia	Prueba completa	Inspección visual	Rechazo o retrabajar
25	Espesor de la película	≥3 pzas/turno/especificación	Probador de espesor de revestimiento	Retrabajar
26	Espesor de revestimiento	≥3 pzas/turno/especificación	Probador de espesor de revestimiento	Rechazo o retrabajar

2.2.3 Pruebas de rendimiento de las juntas

Cada junta de nuevo diseño de Xinxing se sujeta a pruebas de rendimiento en estricta conformidad con ISO 10804-1 y EN 545. Debiendo pasar la certificación por terceros antes de ponerla en el mercado.

— Objetivo de las pruebas de rendimiento

Verificar la resistencia mecánica y estanqueidad de las juntas en las condiciones aplicables más desfavorables de tolerancia de fundición y deflexión de la junta. El contenido y requisitos específicos de las pruebas de rendimiento de las juntas flexibles se enumeran en la Tabla 3

Tabla 3 Requerimientos de prueba de rendimiento de las juntas de tubería

Prueba	Requerimientos	Condiciones	Método prueba
1. Presión positiva hidrostática interna	Presión: (1.5PFA +5) bar Tiempo: 2h Sin fugas visibles	Junta con máxima tolerancia anular, alineada y separada al máximo y carga máxima cortante	Referencia a: ISO 2531 EN 545, etc.
		Junta con máxima tolerancia anular y deflexionada	
2. Presión Interna negativa	Presión: -0.9 Bara Tiempo: 2h Variación máxima de presión: 0.09 bar	Junta con máxima tolerancia anular, alineada y separada al máximo y carga máxima cortante	
		Junta con máxima tolerancia anular y deflexionada	
3. Presión externa Hidrostática	Presión: 2 bar Tiempo: 2h No fuga visible	Junta con máxima tolerancia anular, alineada y con carga máxima cortante	
4. Presión hidrostática interna cíclica	24,000 ciclos Presión: entre PMA y (PMA-5) bares Sin fugas visibles	Junta con máxima tolerancia anular, alineada y separada al máximo y carga máxima cortante	

^a 0.9 bares bajo la presión atmosférica

— Aparato de pruebas de rendimiento de junta

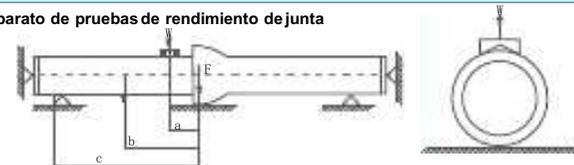


Figura 2 Aparato para presión positiva/negativa interna hidrostática y presión hidráulica interna cíclica

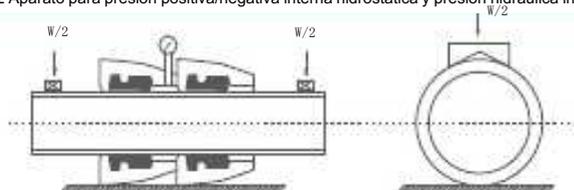


Figura 3 Aparato para presión hidrostática externa positiva



Capítulo 3

Requisitos para Almacenamiento y Transporte de Tubería de Hierro Dúctil

3.1 Levantamiento de la tubería de hierro dúctil

3.1.1 Precauciones

La tubería de hierro dúctil se debe levantar por correas o herramientas especiales y manejar con mucho cuidado. Los tubos se deben estibar de manera constante y firme sin colisión entre los tubos durante el turno de carga y descarga y transportación. La operación se debe seguir estrictamente los requisitos de protección y sujeción, a fin de evitar daños a la tubería y recubrimiento protector.

3.1.2 Herramientas de levantamiento

La grúa o montacargas está disponible para la elevación, donde se debe aplicar ganchos especiales, como se muestra en la Figura 1. Los ganchos especiales incluyen gancho de acero cubierto por el caucho, correa de nylon o cable de acero cubierto por caucho, a fin de no dañar el recubrimiento de mortero de cemento interno y recubrimiento protector externo. Así se alcanza el objetivo de proteger el recubrimiento interno y externo.

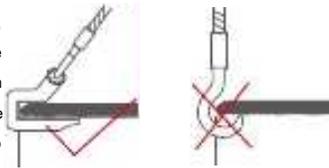


Figura 1 Ganchos especiales

3.1.3 Operaciones de elevación

3.1.3.1 Para la tubería de hierro dúctil presentada en manojos, se debe utilizar correa y herramientas especiales de elevación para levantar desde el fondo de todo paquete, como se muestra en la Figura 2. Está prohibido levantar el tubo o cinta embalada de acero directamente con el gancho, con el fin de evitar la distorsión de embalaje, la rotura de las correas del paquete o el accidente de que los tubos caen del paquete de embalaje durante la elevación. En general, un gancho es para levantar un paquete. Si es necesario levantar varios paquetes por un gancho, la herramienta especial de elevación se utiliza para prevenir la deformación del embalaje, a fin de evitar el daño del paquete, tales como la rotura de la correa de acero y el paquete de deformación; 3.1.3.2 Para tubería de hierro dúctil envasada a granel, el gancho especial o correa de elevación se puede utilizar para levantar uno o varios tubos de hierro dúctil por cada vez, como se muestra en la Figura 2; 3.1.3.3 Cuando se aplica la carretilla elevadora, todas sus áreas de contacto con los tubos deben ser protegidos durante la elevación;

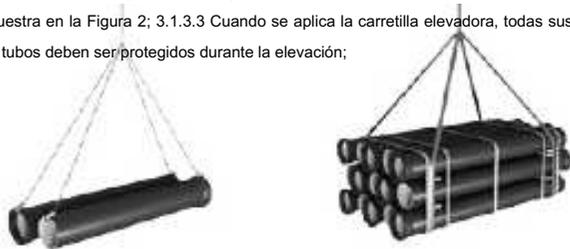


Figura 2 Operaciones de elevación

3.2 Transportación

(1) Si se adopta el camión o tren para el transporte, el vagón o carrocería debe limpiarse sin materiales extrañas. Al mismo tiempo, el esquema de carga se debe preparar de acuerdo con la capacidad aceptable de vehículo;

(2) Si se adopta el camión o tren para el transporte, se debe colocar dos o más piezas de madera en el suelo del vagón o carrocería a fin de evitar el contacto directo entre la campana del tubo y el suelo del vagón o carrocería; si un carro de plataforma se utiliza para el transporte, después de que los tubos se colocan en los tablones, deben ser fijados por cuñas. La longitud del tubo que se extiende fuera del vehículo no será superior a un cuarto de la longitud de la tubería; si los tubos son cargados en más de un piso, la campana y la espiga de los tubos de cada piso se escalonarán y finalmente se fijan con cable de acero firmemente. Los materiales protectores blandos se utilizarán para separar el contacto entre tubo y tubo, tubo y vehículo rígido, así como tubo y cuerdas de acero para sujeción;

(3) Cuando se descarga del vehículo, no importa si el tubo está envuelto o no, se prohíbe tirar directamente en el suelo o dejarlos caer, incluso por encima de la tierra de arena..

3.3 Almacenamiento

3.3.1 Requisitos de área de almacenamiento

3.3.1.1 El sitio seleccionado para el almacenamiento de la tubería de hierro dúctil deberá ser plano y sólido, y los siguientes lugares serán inaceptables

-Áreas inestables o inclinadas; - Zona pantanosas; - Tierra gravemente contaminada

3.3.1.2 Dos pistas de tablón de madera se deben colocar bajo los tubos para evitar el contacto directo con el suelo, y los tablones de madera deben ser sólidos.

3.3.1.3 Para el almacenamiento a largo plazo, los tubos deben ser cubiertos con lona o tela tejida para proteger la tubería contra el polvo o la suciedad.

3.3.2 Modelo de apilamiento

3.3.2.1 La tubería de hierro dúctil se puede apilar en dos modelos, es decir, la forma cuadrada y piramidal.

3.3.2.2 El modelo cuadrado se muestra como la Figura 3. Los tablones se colocan debajo del piso inferior y se fijan con cuñas de madera. En cada piso de tubería de hierro dúctil, las campanas y las espigas se dispondrán de forma alterna. Para tubería de hierro dúctil en pisos adyacentes, las campanas y las espigas deben estar también alternativas. El piso superior será perpendicular al piso inferior. La anchura de cada piso no excederá de 5.5 m.

3.3.2.3 El modelo Piramidal se muestra como la Figura 4. El piso inferior de tubos de hierro dúctil se coloca sobre dos filas de tablones paralelas con la distancia de aproximadamente 1,000 mm a cada extremo del

tubo. Las planchas se fijan con cuñas. Las campanas y las espigas de los tubos de cada piso se disponen de forma alterna. Teniendo en cuenta la capacidad de soporte de los tubos subyacentes, se recomienda la altura de apilamiento para tubería de hierro dúctil de K9, como se muestra en la Tabla 1. Y se recomienda la altura de apilamiento para tubería de hierro dúctil de clase C preferida, como se muestra en la Tabla 2.



Figura 3 Forma Cuadrada



Figura 4 Forma Piramidal



Tabla 1 La altura de apilamiento de la tubería de hierro dúctil de K9

DN	Pisos recomendados de apilamiento		DN	Pisos recomendados de apilamiento	
	Piramidal	Cuadrado		Piramidal	Cuadrado
80	32	20	700	7	4
100	26	18	800	6	3
125	24	16	900	5	3
150	20	16	1000	3	3
200	18	12	1100	3	2
250	17	9	1200	2	2
300	14	9	1400	2	1
350	12	9	1500	2	1
400	12	6	1600	2	1
450	10	6	1800 y mayor	1	1
500	9	5		1	1
600	8	4		1	1

Si se aumenta el número de pisos de apilamiento de los tubos, se debe añadir los tabloncillos colocados bajo el fondo piso.
Póngase en contacto con nosotros

Tabla 2 La altura de apilamiento de la tubería de hierro dúctil de Clase C preferida

DN	Pisos recomendados de apilamiento		DN	Pisos recomendados de apilamiento	
	Piramidal	Cuadrado		Piramidal	Cuadrado
80	26	18	700	5	3
100	24	16	800	4	3
125	21	14	900	3	2
150	18	14	1000	3	2
200	15	11	1100	2	2
250	14	9	1200	2	1
300	12	8	1400	1	1
350	10	7	1500	1	1
400	10	7	1600	1	1
450	8	6	1800 y mayor	1	1
500	7	5		1	1
600	6	4		1	1

Si se aumenta el número de pisos de apilamiento de los tubos, se debe añadir los tabloncillos colocados bajo el fondo piso.
Póngase en contacto con nosotros.



Capítulo 4

Diseño de

Ingeniería para

Tuberías de

Suministro de

Agua y Drenaje



Capítulo 4 Diseño de Ingeniería para Tuberías de Suministro de Agua y Drenaje

4.1 Determinación de la demanda de agua y requerimientos para satisfacer la presión del sistema	78
4.1.1 Determinación del consumo de agua	
4.1.2 Presión de suministro de agua	
4.2 Selección del diámetro de tubería	79
4.2.1 Fórmula para calcular el diámetro de la tubería	
4.2.2 Determinación de la velocidad y diámetro económico	
4.3 Selección del sistema de tubería	83
4.3.1 Tipos de sistemas de tubería	
4.3.2 Principios de diseño de tuberías	
4.3.3 Requerimientos generales para trazo de tuberías	
4.4 Cálculo de pérdidas de carga	85
4.4.1 Fórmula para calcular pérdidas de carga	
4.4.2 Pérdidas de carga	
4.5 Prevención y cálculo de golpe de ariete	95
4.5.1 Introducción	
4.5.2 Causas del golpe de ariete	
4.5.3 Peligros del golpe de ariete	
4.5.4 Prevención del golpe de ariete	
4.5.5 Cálculo simplificado del golpe de ariete	
4.6 Profundidad de instalación de la tubería	99
4.7 Métodos y diseño de atraques	106
4.7.1 Fuerza de empuje	
4.7.2 Formas de atraques de concreto	
4.7.3 Diseño de atraques de concreto	
4.7.4 Longitud de anclaje para sistemas de tubería con junta acerrojada	



4.1 Determinación de la demanda de agua y requerimientos para satisfacer la presión del sistema

El volumen de agua y la presión son dos elementos principales del diseño de proyectos de agua potable, para proveer un servicio de calidad en forma segura y económica. El diseño debe incluir:

- Determinar la demanda de agua del sector y los requerimientos de calidad y presión;
- Determinar el tamaño de las tuberías de suministro de agua considerando su economía y funcionalidad;
- Seleccionar el mejor tipo de tubería del sistema;
- Seleccionar el método de construcción adecuado conforme a las condiciones reales del sitio ;

4.1.1 Determinar el consumo de agua

Durante el diseño del sistema de agua potable, primero se debe determinar la dotación de consumo de agua. El consumo diario de agua Q_d para un sector está compuesto de consumo residencial Q1, consumo en edificios de oficinas Q2, consumo de edificios públicos, irrigación de áreas verdes, protección contra incendio Q3, consumo agrícola Q4 y consumo industrial Q5.

En adición a la variedad de consumos arriba mencionados, los consumos no previstos y fugas físicas que equivalen a 15%~25% del consumo máximo diario necesitan ser añadidos.

Por lo tanto, el máximo consumo diario para el periodo de diseño del sistema se calcula de la siguiente manera.

$$Q_d = (1.15 \sim 1.25)(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) \quad (\text{m}^3/\text{d})$$

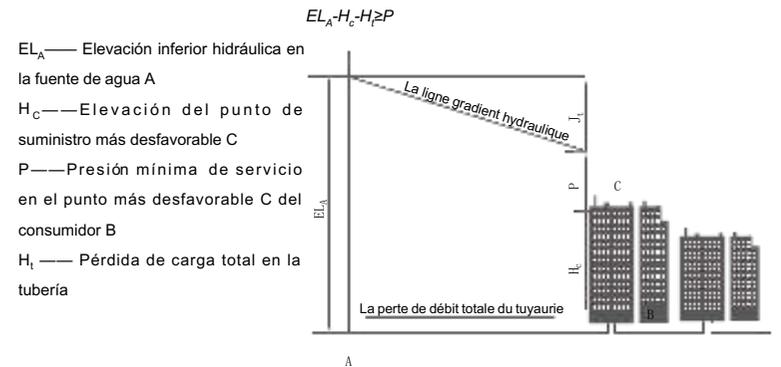
Cuando se considera el coeficiente de consumo horario K_h , el consumo máximo horario Q_h puede ser calculado a partir del consumo máximo diario Q_d :

$$Q_h = \frac{1000 \times K_h \times Q_d}{24 \times 3600} = \frac{K_h \times Q_d}{86.4} \quad (\text{l/s})$$

El consumo de agua total del sector está sujeto a los recursos hidráulicos locales, desarrollo económico, hábitos de consumo y la actividad industrial y agrícola, por lo que los cálculos deben considerar los estándares de diseño y parámetros de consumo de la localidad.

4.1.2 Presión de suministro de agua

Cuando se diseña una tubería para suministrar agua de la Fuente A a la Comunidad B, es necesario considerar el requerimiento de presión en el punto más desfavorable de la Comunidad B.



4.2 Selección del diámetro de tubería

4.2.1 Fórmula para calcular el diámetro de tubería

Una vez que el caudal Q es determinado, se utiliza la fórmula de caudal:

$$Q = \frac{\pi D^2 v}{4}$$

La fórmula para calcular el diámetro de la tubería puede obtenerse abajo:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}}$$

Dónde: v – velocidad del flujo o caudal (m/s)

Como se indica en la fórmula arriba. Cuando el caudal Q es definido, la menor velocidad de flujo v, se logra con el mayor diámetro de tubería D, con su correspondiente incremento en el costo de construcción de la red de tuberías; sin embargo, se reducen también las pérdidas de carga en las tuberías y por lo tanto su costo de operación. Por lo tanto, las siguientes consideraciones deben tomarse en cuenta para la selección del tamaño de las tuberías: Primero, los costos de construcción de las tuberías que incluye el costo de la tubería y accesorios, el costo de equipo de bombeo, los costos de instalación y construcción, etc. En segundo lugar, los costos de operación y mantenimiento, incluyendo los costos de energía por bombeo y los costos de mantenimiento, así como la tasa de interés de amortización de la inversión, en la mayoría de los proyectos se hace una comparación entre diversas alternativas de diseño, seleccionando la opción más económica y práctica. El método optimizado es comúnmente usado para obtener la mejor solución de diámetro D y velocidad v de flujo durante un periodo de tiempo t (periodo de retorno del proyecto), el diámetro que resulte con el importe menor de costos de construcción y operación será seleccionada como diámetro económico. Para prevenir accidentes en la red de distribución por el fenómeno de golpe de ariete, es recomendable que la máxima velocidad de flujo para la tubería de HD no exceda 2.5 ~ 3.0 m/s; para transmisión de aguas crudas turbias, la velocidad mínima de flujo debe ser 0.6 m/s para evitar sedimentación de partículas suspendidas, la velocidad de flujo debe ser seleccionada en combinación con condiciones económicas locales y costos de operación y mantenimiento de la red. El diámetro de las tuberías debe ser seleccionado en base a las pérdidas de carga. A través de múltiples investigaciones y pruebas, Xinxing ha determinado coeficientes de rugosidad absoluta de varios recubrimientos interiores y desarrollado tablas de cálculos hidráulicos para tubería de HD como referencia para los diseñadores.

4.2.2 Determinación del diámetro económico

Hay muchos métodos diferentes de calcular el diámetro económico y todos los países tienen su propia metodología. Para líneas de transmisión grandes y proyectos de drenaje, el método NPV (Valor Presente Neto) es usualmente adoptado para determinar la velocidad y diámetro económico.

4.2.2.1 Considerando el consumo máximo diario como el 100%, se realiza un análisis estadístico para tres condiciones de consumo diario que son: 100-90% (periodo anual de consumo pico); 90-80% (periodo anual de consumo promedio), <80% (periodo anual de bajo consumo). El análisis debe cubrir la cantidad y proporción de días, así como la proporción del suministro promedio diario en diferentes periodos de suministro hasta el día de consumo más alto. A través de investigación en la variación del consumo en un año, las características de la variación pueden ser resumidas para reflejar la magnitud de variación diaria a través del año, lo cual se usa como dato básico para calcular el cargo de operación por consumo de energía eléctrica anual.

4.2.2.2 Costo total de tuberías con diferentes diámetros

Una vez calculado el costo total para distintos diámetros, el diámetro de la tubería con el menor costo total

es seleccionado como diámetro económico.

Fórmula para calcular el costo total:

$$W = C_p + C_m \text{NPV} + C_e \text{NPV}$$

Donde W — Costo total (\$)

C_p — Costo de inversión en tubería (\$)

$C_m \text{NPV}$ — NPV costo anual de mantenimiento de la tubería dentro del periodo de cálculo (\$)

$C_e \text{NPV}$ — NPV costo anual de electricidad dentro del periodo de cálculo (\$)

1) Costo de inversión en tubería C_p

La inversión en tubería cubre todos los costos relacionados a la instalación, incluyendo el costo del material, costos de transportación, costos de protección anti-corrosión, costos constructivos y compensaciones ambientales.

2) Costo de Mantenimiento Anual

El costo por mantenimiento es calculado para el periodo de cálculo. La suma del costo NPV de mantenimiento de la tubería se calcula con la fórmula abajo:

$$C_m \text{NPV} = \sum_{t=1}^n C_m (1+i)^{-t}$$

Dónde: C_m — Cuota de mantenimiento anual de la tubería, usualmente 1% del costo de inversión

n — Periodo de cálculo, generalmente 20 años

i — Tasa de interés, generalmente 6 ~ 10% por año (depende del país)

3) Los costos de electricidad para operar la tubería en diferentes diámetros se calculan para suministro de agua de corto y largo plazo

La suma del NPV del costo de operación eléctrica anual se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_e \text{NPV} = \left[\sum_{t=1}^{t_1} \frac{Qr_1 H_1 f_1 + Qr_2 H_2 f_2 + Qr_3 H_3 f_3}{\eta(1+i)^t} + \sum_{t=t_1+1}^n \frac{Qr_1 H_1 f_1 + Qr_2 H_2 f_2 + Qr_3 H_3 f_3}{\eta(1+i)^t} \right] d \times \frac{24 \times 365}{102 \times 86.4}$$

Dónde: Q, Q^i — consumo de agua planeado de corto y largo plazo respectivamente, en m³/d;
 r_1, r_2, r_3 — relación del periodo de consumo anual pico, periodo promedio y de bajo consumo para el año completo respectivamente;

f_1, f_2, f_3 — relación del promedio de suministro de agua diario en el periodo pico, promedio y bajo con respecto al día de máximo consumo diario respectivamente;

H_1, H_2, H_3 — Pérdidas de carga en la tubería para el periodo de consumo pico, promedio y bajo de años recientes respectivamente, en metros;

H_1^i, H_2^i, H_3^i — Pérdidas de carga en la tubería para suministro promedio de agua diario en periodo de consumo pico, promedio y bajo de largo plazo, respectivamente, en metros;

η — eficiencia de bomba y motor;

$1 \sim t_1$ — Calculo para años recientes;

$(t_1 + 1 \sim n)$ — Calculo para años futuros;

d — Precio integrado de electricidad (\$/kwh);

4.2.2.3 Fórmula para calcular la potencia del eje

La potencia del eje de la bomba depende de la frecuencia de operación del proyecto, así como del diámetro y rugosidad de la tubería, lo cual debe ser considerado en el diseño de la tubería mediante la siguiente fórmula:

$$P = 0.0098 \times \frac{Q \times ELT}{\eta}$$

Dónde: P — Potencia del eje de la bomba (kw)

Q — Caudal (l/s)

ELT — Carga dinámica total (m)

η — Eficiencia de bomba



4.3 Selección del Sistema de tubería

4.3.1 Tipos de sistemas

— Sistema de tubería a gravedad

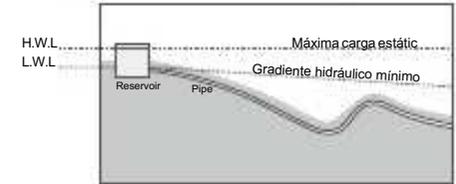


Diagrama de sistema de tubería a gravedad

Si el punto de arranque de la tubería está más elevado que el punto terminal y la diferencia de altura entre los dos puntos es mayor a la suma de todas las pérdidas de carga y la carga mínima requerida del usuario más desfavorable, entonces el sistema puede operar a gravedad.

El sistema de tubería se caracteriza por:

- 1) No requiere bombeo;
- 2) Instalaciones, operación y mantenimiento menos costoso;
- 3) Libre de fallas con operación y mantenimiento adecuados;

Principio de diseño del sistema a gravedad: Acelerar el flujo por medio del diferencial de carga disponible, lo que permite utilizar un menor diámetro de tubería para reducir costos de materiales e instalación, siempre y cuando se cumpla con la presión de llegada mínima requerida.

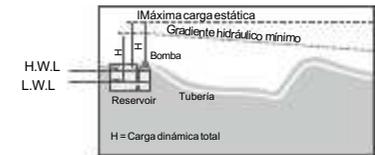


Diagrama de sistema de tubería a impulsión

— Sistema de Tubería Presurizada

Si el punto de arranque de la tubería no tiene la suficiente elevación, el agua no puede ser entregada por gravedad y es necesario utilizar estaciones de bombeo.

Este sistema de tubería tiene las siguientes características:

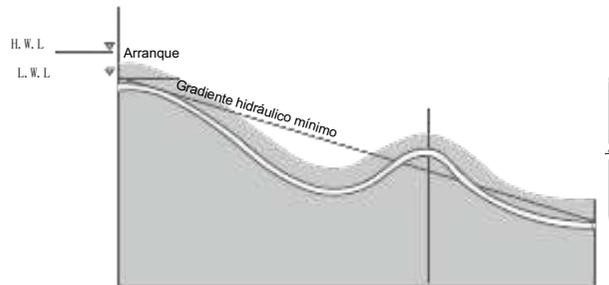
- 1) La presión del agua puede ser fácilmente controlada;
- 2) Menos afectada por condiciones del terreno, por lo que el trazo de la tubería tiene menos restricciones.
- 3) Alimentación eléctrica continua es necesaria. Así que durante el diseño de la tubería, varias opciones deben ser comparadas y la solución con menores costos en la suma de materiales, construcción y operación durante el periodo de retorno de la inversión, debe ser seleccionada.

4.3.2 Principios de diseño de la tubería

La tubería debe utilizar la diferencia de elevación del agua, siendo el sistema a gravedad preferido si se prestan las condiciones a largo del trazo. Si un sistema de bombeo es requerido debido a las condiciones del terreno o trazo, las etapas y estaciones de bombeo deben ser determinadas de acuerdo a la selección de los equipos, el análisis del costo de operación, así como una comparación técnico económica.

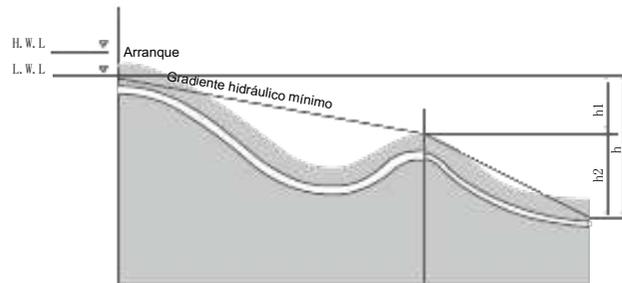
Durante la selección de la tubería, es necesario combinar el corto y largo plazo y considerar la posibilidad de implementar el proyecto por etapas.

El diseño y trazo de la tubería debe colocar todos los puntos de la tubería por debajo de la línea de mínimo gradiente hidráulico. Para líneas presurizadas, se debe permanecer debajo del gradiente hidráulico bajo las diferentes condiciones de flujo.



Ejemplo de diseño inapropiado de línea de conducción

— Cuando puntos del trazo queden inevitablemente por encima del mínimo gradiente hidráulico, el diámetro de la tubería debe ser incrementado en la sección aguas arriba para reducir pérdidas por fricción y levantar el gradiente hidráulico, para posteriormente incrementar el diámetro aguas abajo.



Ejemplo de cambio de diámetro de la tubería para acomodar el mínimo gradiente hidráulico

4.3.3 Requerimientos generales para el trazo de la tubería

— Válvulas de admisión de aire deben instalarse en puntos relativamente altos y todos los puntos absolutamente altos del trazo; desfuegos y válvulas de drenado deben instalarse en los puntos bajos del trazo.

— Para líneas presurizadas es necesario analizar la posibilidad de golpes de ariete; de ser necesario se deben tomar medidas para eliminarlo.

4.4 Cálculo de pérdidas de carga

La energía debe ser añadida para vencer las pérdidas de carga durante el suministro de agua. Las pérdidas están relacionadas a los siguientes factores.

- Fricción interna del agua (viscosidad del fluido);
 - Fricción del agua a lo largo de la tubería (depende de la rugosidad de la superficie interna del tubo);
 - Cambios menores en el flujo (codos, juntas, etc.).
- Las pérdidas de carga consisten de pérdidas lineales y pérdidas menores.

Para líneas de conducción largas, las pérdidas lineales alcanzan más del 90% de las pérdidas totales, mientras las pérdidas menores generalmente no alcanzan 10%.

4.4.1 Fórmula para calcular pérdidas de carga lineales

Generalmente, el cálculo hidráulico de la tubería se basa en un flujo uniforme.

4.4.1.1 Fórmula empírica para calcular pérdidas de carga lineales.

1) Fórmula de Darcy

$$h_f = \lambda \times \frac{l}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Dónde: h_f — Pérdidas de carga lineales (m)
 V — Velocidad promedio del flujo (m / s)
 g — Constante de gravedad (m / s)



La fórmula aplica para flujo laminar o turbulento en tubería de superficie interior suave o rugosa con cualquier sección transversal. El factor de pérdidas de carga lineales λ es generalmente calculado con la fórmula de C. F. Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.1 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

Dónde:

- λ — coeficiente de fricción lineal (mm)
- k — rugosidad equivalente de tubería (mm)
- D — diámetro de tubería (mm)
- Re — número de Reynolds

2) Fórmula Hazen-Williams

$$H_f = 1.49 \left(\frac{Q}{C_r D^{2.63}} \right)^{1.8518}$$

Dónde: H_f — pérdidas de carga en tubería (m)

C_h — coeficiente de Hazen-Williams

D — diámetro de tubería (m)

Q — caudal o flujo (m³/s)

L — longitud de tubería (m)

4.4.1.2 Coeficiente de fricción hidráulico

El coeficiente de fricción hidráulico es uno de los parámetros importantes para el diseño de mecánica de fluidos, que afecta directamente la precisión de los cálculos hidráulicos.

Sin importar si se utiliza la fórmula de Darcy o Hazen Williams, la diferencia del material de la tubería se refleja en la rugosidad absoluta de la pared interior. En cada fórmula, el valor de la rugosidad es un factor importante que afecta los resultados.

Generalmente, el mortero cemento es seleccionado como recubrimiento interior de la tubería de hierro dúctil. El mortero cemento interior es suave, uniforme y plano con fuerte adherencia a la pared y buen rendimiento hidráulico.

Xinxiang ha conducido una serie de pruebas de coeficiente de fricción para verificar los coeficientes "k" y Hazen Williams C_h de la tubería de hierro dúctil con recubrimiento interior de mortero cemento, siendo el coeficiente K igual a 0.03 mm; sin embargo para propósitos de diseño reales el valor del coeficiente de fricción recomendado para diferentes recubrimientos interiores se indica en la Tabla abajo:

Coeficiente de fricción recomendado para diferentes recubrimientos interiores

Recubrimiento interior	Rango de coeficiente de fricción	
	Rugosidad equivalente k (mm)	Coefficiente Hazen-Williams C_h
PU	0.03-0.05	140-145
Mortero cemento con capa de sello	0.05-0.07	133-137
Mortero cemento	0.07-0.1	125-130

4.4.1.3 Pérdidas de carga menores por accesorios y válvulas

Las pérdidas de carga menores por accesorios (codos, tes, etc.) y válvulas comprenden una menor proporción de las pérdidas de carga totales de una larga línea de conducción. Para una línea de gran longitud, las pérdidas de carga por accesorios pueden ser estimadas en 5% ~ 10% de las pérdidas lineales de la tubería, dependiendo del número de accesorios; sin embargo para tuberías con longitud corta y alto caudal, las pérdidas de carga por accesorios pueden ser relativamente grandes y no deben ser ignoradas.

Las pérdidas menores por accesorios pueden ser calculadas con la siguiente fórmula:

$$h_j = \xi \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

h_j — pérdida de carga menor (m)

ξ — coef. de pérdidas menores

v — velocidad (m / s)

g — constante gravedad (m / s²)

Coeficiente de pérdidas de carga menores ξ

No	Accesorio	símbolo	ξ valor y fórmula																				
1	Expansión súbita de sección transversal		$\xi = \left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2$																				
2	Reducción súbita de sección transversal		$\xi = 0.5 \left(1 - \frac{A_2}{A_1} \right)^2$																				
3	Salida de tubería		Le canal d'admission, $\xi = \left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2$																				
			Flujo a un tanque, $\xi=1.0$																				
4	Tubería divergente redonda		$\xi = K \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>α^*</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>k</td> <td>0.14</td> <td>0.16</td> <td>0.30</td> <td>0.62</td> </tr> </table>	α^*	8	10	15	25	k	0.14	0.16	0.30	0.62										
α^*	8	10	15	25																			
k	0.14	0.16	0.30	0.62																			
5	Compensación de tamaño		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>e/d</td> <td>0</td> <td>0.2</td> <td>0.4</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>∞</td> <td>35</td> <td>4.6</td> <td>0.98</td> </tr> <tr> <td>e/d</td> <td>0.7</td> <td>0.8</td> <td>0.9</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>ξ</td> <td>0.44</td> <td>0.17</td> <td>0.0</td> <td>0</td> </tr> </table>	e/d	0	0.2	0.4	0.6	ξ	∞	35	4.6	0.98	e/d	0.7	0.8	0.9	1.0	ξ	0.44	0.17	0.0	0
e/d	0	0.2	0.4	0.6																			
ξ	∞	35	4.6	0.98																			
e/d	0.7	0.8	0.9	1.0																			
ξ	0.44	0.17	0.0	0																			

Para pérdidas menores por válvulas, consulte a los fabricantes. Para otro tipo de pérdidas menores, consulte nuestro departamento de ingeniería.

4.4.2 Pérdidas de carga lineales

Para propósitos de diseño, hemos calculado las pérdidas de carga en tubería de hierro dúctil con mortero cemento y PU de 1 mm de espesor bajo las condiciones mostradas abajo (donde el gradiente hidráulico J es la pérdida de carga por unidad de longitud de tubería.

$$J = \frac{h_f}{L}$$

Las condiciones para el cálculo de las pérdidas de carga incluyen:

- 1) Flujo a tubo lleno
- 2) Coeficiente de rugosidad equivalente k de la tubería:
k = 0.1 mm para mortero cemento
k = 0.07 mm para mortero cemento con sello epoxi
k = 0.05 mm para recubrimiento de poliuretano
- 3) Temperatura del agua = 18°C , viscosidad cinemática del agua $\nu = 1.06 \times 10^{-6}$ (m²/s)
- 4) DI de la tubería: Valor DN nominal del diámetro de tubería

Tabla de pérdidas de carga para tubería de HD DN100 con diferentes recubrimientos interiores

Q(l/s)	Mortero cemento k=0.1mm		Capa sello epoxi k = 0.07mm		Poliuretano (PU) k=0.05mm	
	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)
4.0	3.19	0.51	309	0.51	2.26	0.45
4.5	3.97	0.57	382	0.57	2.81	0.51
5.0	4.84	0.64	466	0.64	3.40	0.57
5.5	5.79	0.70	556	0.70	4.04	0.62
6.0	6.83	0.76	653	0.76	4.75	0.68
6.5	7.94	0.83	759	0.83	5.52	0.74
7.0	9.13	0.89	872	0.89	6.31	0.79
7.5	10.43	0.95	992	0.95	7.17	0.85
8.0	11.77	1.02	1124	1.02	8.08	0.91
8.5	13.22	1.08	1257	1.08	9.08	0.96
9.0	14.76	1.15	1402	1.15	10.08	1.02
9.5	16.37	1.21	1555	1.21	11.17	1.08
10.0	18.05	1.27	1706	1.27	1226	1.13
10.5	19.81	1.34	1872	1.34	1344	1.19
11.0	21.65	1.40	2045	1.40	1468	1.25
11.5	23.55	1.46	2235	1.46	1596	1.30
12.0	25.52	1.53	2421	1.53	1729	1.36
12.5	27.69	1.59	2614	1.59	1867	1.42
13.0	29.81	1.66	2814	1.66	2009	1.47
13.5	32.15	1.72	3034	1.72	2155	1.53
14.0	34.41	1.78	3247	1.78	2317	1.59
14.5	36.92	1.85	3466	1.85	2473	1.64
15.0	39.32	1.91	3709	1.91	2633	1.70
15.5	41.99	1.97	3940	1.97	2811	1.76
16.0	44.53	2.04	4199	2.04	2979	1.81
16.5	47.35	2.10	4443	2.10	3152	1.87
17.0	50.27	2.16	4716	2.16	3346	1.93
17.5	53.01	2.23	4998	2.23	3527	1.98
18.0	56.09	2.29	5261	2.29	3731	2.04
18.5	59.24	2.36	5557	2.36	3920	2.10
19.0	62.19	2.42	5831	2.42	4135	2.15
19.5	65.51	2.48	6142	2.48	4355	2.21
20.0	68.91	2.55	6461	2.55	4557	2.27
20.5	72.05	2.61	6754	2.61	4787	2.32
21.0	75.61	2.67	7087	2.67	4997	2.38
22.0	82.98	2.80	7778	2.80	5484	2.49
23.0	90.26	2.93	8458	2.93	5961	2.61
26.0					75.34	2.95

* Carga (en metros) de columna de agua por kilómetro de tubería

DN400 différents Le tableau de la perte de charge de débit du tuyau de fonte ductile avec les revêtement interieur différents

flux(l/s)	revêtement intérieur de mortier de ciment k=0.1mm		couche de couverture époxy k = 0.07mm		revêtement (PU) intérieur de polyuréthane k=0.05mm	
	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)
60	0.51	0.48	0.50	0.48	0.44	0.46
65	0.59	0.52	0.58	0.52	0.51	0.50
70	0.69	0.56	0.67	0.56	0.59	0.54
75	0.78	0.60	0.76	0.60	0.67	0.57
80	0.88	0.64	0.85	0.64	0.76	0.61
85	0.99	0.68	0.95	0.68	0.85	0.65
90	1.10	0.72	1.06	0.72	0.94	0.69
95	1.22	0.76	1.18	0.76	1.04	0.73
100	1.34	0.80	1.30	0.80	1.14	0.76
110	1.61	0.88	1.55	0.88	1.37	0.84
120	1.90	0.95	1.83	0.95	1.60	0.92
130	2.22	1.03	2.12	1.03	1.87	0.99
140	2.54	1.11	2.44	1.11	2.16	1.07
150	2.91	1.19	2.79	1.19	2.44	1.15
160	3.29	1.27	3.15	1.27	2.76	1.22
170	3.70	1.35	3.53	1.35	3.09	1.30
180	4.12	1.43	3.93	1.43	3.45	1.38
190	4.59	1.51	4.38	1.51	3.81	1.45
200	5.05	1.59	4.83	1.59	4.22	1.53
210	5.57	1.67	5.28	1.67	4.62	1.61
220	6.07	1.75	5.80	1.75	5.04	1.68
230	6.64	1.83	6.30	1.83	5.51	1.76
240	7.18	1.91	6.86	1.91	5.96	1.84
250	7.79	1.99	7.39	1.99	6.46	1.91
260	8.37	2.07	7.99	2.07	6.94	1.99
270	9.03	2.15	8.62	2.15	7.49	2.07
280	9.71	2.23	9.20	2.23	7.99	2.14
290	10.42	2.31	9.87	2.31	8.57	2.22
300	11.07	2.39	10.57	2.39	9.11	2.29
310	11.83	2.47	11.21	2.47	9.73	2.37
320	12.60	2.55	11.94	2.55	10.37	2.45
330	13.40	2.63	12.70	2.63	10.94	2.52
340	14.13	2.71	13.39	2.71	11.62	2.60
350	14.98	2.79	14.18	2.79	12.31	2.68
360	15.84	2.86	15.01	2.86	12.93	2.75
370	16.74	2.94	15.85	2.94	13.66	2.83
380	17.65	3.02	16.60	3.02	14.41	2.91

La perte de débit par unité de longueur de tuyauterie

Tabla de pérdidas de carga para tubería de HD DN400 con diferentes recubrimientos

Q(l/s)	Mortero cemento k=0.1mm		Capa sello epoxi k = 0.07mm		Poliuretano (PU) k=0.05mm	
	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)
140	0.34	0.50	0.33	0.50	0.30	0.48
160	0.43	0.57	0.42	0.57	0.39	0.55
180	0.54	0.64	0.53	0.64	0.48	0.62
200	0.66	0.71	0.64	0.71	0.58	0.69
220	0.79	0.78	0.76	0.78	0.70	0.76
240	0.93	0.85	0.90	0.85	0.82	0.83
260	1.08	0.92	1.05	0.92	0.95	0.90
280	1.25	0.99	1.20	0.99	1.10	0.96
300	1.42	1.06	1.37	1.06	1.25	1.03
320	1.60	1.13	1.55	1.13	1.41	1.10
340	1.81	1.20	1.74	1.20	1.58	1.17
360	2.02	1.27	1.93	1.27	1.76	1.24
380	2.23	1.34	2.14	1.34	1.95	1.31
400	2.47	1.41	2.37	1.41	2.14	1.38
420	2.71	1.49	2.60	1.49	2.36	1.45
440	2.97	1.56	2.85	1.56	2.57	1.52
460	3.23	1.63	3.09	1.63	2.79	1.58
480	3.51	1.70	3.37	1.70	3.04	1.65
500	3.81	1.77	3.63	1.77	3.27	1.72
520	4.09	1.84	3.92	1.84	3.54	1.79
540	4.42	1.91	4.20	1.91	3.78	1.86
560	4.75	1.98	4.52	1.98	4.07	1.93
580	5.06	2.05	4.84	2.05	4.37	2.00
600	5.41	2.12	5.15	2.12	4.64	2.07
620	5.78	2.19	5.49	2.19	4.95	2.14
640	6.12	2.26	5.85	2.26	5.28	2.20
660	6.50	2.33	6.23	2.33	5.57	2.27
680	6.90	2.41	6.56	2.41	5.91	2.34
700	7.32	2.48	6.95	2.48	6.26	2.41
720	7.74	2.55	7.35	2.55	6.57	2.48
740	8.12	2.62	7.77	2.62	6.94	2.55
760	8.56	2.69	8.13	2.69	7.32	2.62
780	9.02	2.76	8.57	2.76	7.71	2.69
800	9.49	2.83	9.01	2.83	8.05	2.76
820	9.97	2.90	9.47	2.90	8.46	2.82
840	10.46	2.97	9.93	2.97	8.88	2.89

Carga (en metros) de columna de agua por kilómetro de tubería

Tabla de pérdidas de carga para tubería de HD DN1000 con diferentes recubrimientos

Q(m³/s)	Mortero cemento k=0.1mm		Capa sello epoxi k = 0.07mm		Poliuretano (PU) k=0.05mm	
	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)
	0.4	0.19	0.51	0.19	0.51	0.50
0.45	0.24	0.57	0.23	0.57	0.56	0.22
0.5	0.29	0.64	0.28	0.64	0.62	0.26
0.55	0.35	0.70	0.34	0.70	0.69	0.32
0.6	0.41	0.76	0.40	0.76	0.75	0.37
0.65	0.48	0.83	0.47	0.83	0.81	0.43
0.7	0.55	0.89	0.54	0.89	0.87	0.50
0.75	0.63	0.95	0.61	0.95	0.94	0.57
0.8	0.71	1.02	0.69	1.02	1.00	0.64
0.85	0.80	1.08	0.77	1.08	1.06	0.72
0.9	0.89	1.15	0.86	1.15	1.12	0.80
0.95	0.99	1.21	0.96	1.21	1.19	0.88
1	1.09	1.27	1.05	1.27	1.25	0.97
1.05	1.20	1.34	1.16	1.34	1.31	1.07
1.1	1.31	1.40	1.26	1.40	1.37	1.17
1.15	1.44	1.46	1.37	1.46	1.44	1.27
1.2	1.55	1.53	1.49	1.53	1.50	1.38
1.25	1.68	1.59	1.62	1.59	1.56	1.49
1.3	1.81	1.66	1.74	1.66	1.62	1.60
1.35	1.95	1.72	1.87	1.72	1.69	1.73
1.4	2.10	1.78	2.00	1.78	1.75	1.84
1.45	2.25	1.85	2.15	1.85	1.81	1.98
1.5	2.39	1.91	2.30	1.91	1.87	2.11
1.55	2.55	1.97	2.45	1.97	1.93	2.24
1.6	2.72	2.04	2.59	2.04	2.00	2.38
1.65	2.89	2.10	2.76	2.10	2.06	2.54
1.7	3.04	2.16	2.93	2.16	2.12	2.67
1.75	3.23	2.23	3.07	2.23	2.18	2.83
1.8	3.41	2.29	3.25	2.29	2.25	2.99
1.85	3.61	2.36	3.44	2.36	2.31	3.16
1.9	3.80	2.42	3.62	2.42	2.37	3.31
1.95	3.97	2.48	3.82	2.48	2.43	3.48
2	4.18	2.55	3.98	2.55	2.50	3.66
2.1	4.61	2.67	4.39	2.67	2.62	4.00
2.2	5.06	2.80	4.82	2.80	2.75	4.39
2.3	5.49	2.93	5.22	2.93	2.87	4.80
2.4	5.97	3.06	5.69	3.06	3.00	5.18

Carga (en metros) de columna de agua por kilómetro de tubería

Tabla de pérdidas de carga para tubería de HD DN1000 con diferentes recubrimientos

Q(m³/s)	Mortero cemento k=0.1mm		Capa sello epoxi k = 0.07mm		Poliuretano (PU) k=0.05mm	
	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)
	1	0.10	0.50	0.10	0.50	0.10
1.1	0.13	0.55	0.12	0.55	0.11	0.54
1.2	0.15	0.60	0.14	0.60	0.13	0.59
1.3	0.17	0.65	0.17	0.65	0.16	0.63
1.4	0.20	0.70	0.19	0.70	0.18	0.68
1.5	0.23	0.75	0.22	0.75	0.20	0.73
1.6	0.26	0.80	0.25	0.80	0.23	0.78
1.7	0.29	0.85	0.28	0.85	0.26	0.83
1.8	0.32	0.90	0.31	0.90	0.29	0.88
1.9	0.35	0.94	0.34	0.94	0.32	0.93
2	0.39	0.99	0.38	0.99	0.35	0.98
2.1	0.43	1.04	0.42	1.04	0.39	1.02
2.2	0.47	1.09	0.45	1.09	0.42	1.07
2.3	0.51	1.14	0.49	1.14	0.46	1.12
2.4	0.55	1.19	0.53	1.19	0.49	1.17
2.5	0.60	1.24	0.58	1.24	0.54	1.22
2.6	0.65	1.29	0.62	1.29	0.58	1.27
2.7	0.69	1.34	0.67	1.34	0.62	1.32
2.8	0.74	1.39	0.72	1.39	0.66	1.37
2.9	0.80	1.44	0.77	1.44	0.71	1.41
3	0.85	1.49	0.82	1.49	0.76	1.46
3.2	0.96	1.59	0.92	1.59	0.86	1.56
3.4	1.08	1.69	1.03	1.68	0.96	1.66
3.6	1.21	1.79	1.14	1.78	1.07	1.76
3.8	1.35	1.89	1.27	1.88	1.19	1.85
4	1.48	1.99	1.39	1.97	1.31	1.95
4.2	1.63	2.09	1.53	2.07	1.43	2.05
4.4	1.79	2.19	1.67	2.17	1.57	2.15
4.6	1.94	2.29	1.81	2.26	1.71	2.24
4.8	2.12	2.39	1.96	2.36	1.86	2.34
5	2.30	2.49	2.12	2.45	2.01	2.44
5.2	2.48	2.59	2.27	2.55	2.16	2.54
5.4	2.65	2.69	2.44	2.64	2.33	2.63
5.6	2.85	2.79	2.61	2.74	2.50	2.73
5.8	3.06	2.88	2.80	2.83	2.69	2.83
6	3.28	2.98	2.96	2.93	2.85	2.93
6.2	3.50	3.08	3.15	3.02	3.04	3.02

Carga (en metros) de columna de agua por kilómetro de tubería

Tabla de pérdidas de carga para tubería de HD DN2000 con diferentes recubrimientos interiores

Q(m³/s)	Materocementok=0.1mm		Epoxysealcoat k =0.07mm		Poliuretano (PU)k=0.05mm	
	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)	J(m/km)*	V(m/s)
1.6	0.08	0.51	0.08	0.51	0.08	0.50
1.8	0.10	0.57	0.10	0.57	0.10	0.56
2	0.13	0.64	0.12	0.64	0.12	0.63
2.2	0.15	0.70	0.15	0.70	0.14	0.69
2.4	0.18	0.76	0.18	0.76	0.17	0.75
2.6	0.21	0.83	0.21	0.83	0.19	0.81
2.8	0.24	0.89	0.24	0.89	0.22	0.88
3	0.28	0.95	0.27	0.95	0.25	0.94
3.2	0.31	1.02	0.30	1.02	0.29	1.00
3.4	0.35	1.08	0.34	1.08	0.32	1.07
3.6	0.39	1.15	0.38	1.15	0.36	1.13
3.8	0.43	1.21	0.42	1.21	0.40	1.19
4	0.48	1.27	0.46	1.27	0.43	1.25
4.2	0.53	1.34	0.51	1.34	0.48	1.32
4.4	0.58	1.40	0.56	1.40	0.52	1.38
4.6	0.63	1.46	0.61	1.46	0.57	1.44
4.8	0.68	1.53	0.66	1.53	0.61	1.50
5	0.74	1.59	0.71	1.59	0.67	1.57
5.2	0.80	1.66	0.77	1.66	0.71	1.63
5.4	0.86	1.72	0.82	1.72	0.77	1.69
5.6	0.92	1.78	0.89	1.78	0.83	1.75
5.8	0.99	1.85	0.95	1.85	0.88	1.82
6	1.06	1.91	1.01	1.91	0.94	1.88
6.2	1.13	1.97	1.08	1.97	1.01	1.94
6.4	1.19	2.04	1.15	2.04	1.06	2.00
6.6	1.27	2.10	1.22	2.10	1.13	2.07
6.8	1.34	2.16	1.28	2.16	1.20	2.13
7	1.42	2.23	1.36	2.23	1.27	2.19
7.2	1.51	2.29	1.44	2.29	1.33	2.26
7.4	1.58	2.36	1.52	2.36	1.41	2.32
7.6	1.66	2.42	1.60	2.42	1.48	2.38
7.8	1.75	2.48	1.67	2.48	1.56	2.44
8	1.84	2.55	1.76	2.55	1.64	2.51
8.4	2.03	2.67	1.94	2.67	1.79	2.63
8.8	2.23	2.80	2.13	2.80	1.97	2.76
9.1	2.36	2.90	2.28	2.90	2.11	2.85
9.5	2.58	3.02	2.46	3.02	2.27	2.98

Carga (en metros) de columna de agua por kilómetro de tubería

4.5 Prevención y cálculo del golpe de ariete

4.5.1 Introducción

Golpe de ariete se refiere al cambio dramático en la presión del agua causado por una interrupción súbita del flujo de agua en el sistema de tubería a presión y su propagación a lo largo de la tubería. El golpe de ariete puede causar un incremento dramático en la presión que puede dañar bombas, válvulas, tubería etc. Por el contrario, si la presión cae dramáticamente, puede también formar un fenómeno de golpe de ariete por cavitación (debido al colapso de cavidades).

Golpe de ariete por cavitación (debido al colapso de cavidades) — cuando la presión en algún punto de la línea cae por debajo de la presión saturada del vapor a la temperatura del fluido, el agua se evapora destruyendo la continuidad del flujo de agua y causando separación de columna generando una cavidad. Cuando las columnas de agua separadas se reúnen rellenando de agua la cavidad, ocurre una colisión violenta que puede producir un alto golpe de ariete por cavitación. Los golpes de ariete pueden ocurrir en líneas de flujo a gravedad o a impulsión(bombeados).

4.5.2 Causas del golpe de ariete

— Casos como, arranque y paro de bombas, apertura y cierre de válvulas o regulaciones del flujo a través de bombas de velocidad variable o alteración del ángulo de los álabes del impulsor de bombas, especialmente aquellos cambios causados por operación inapropiada de los equipos, pueden causar cambios dramáticos en la velocidad del agua;

— Paros accidentales en equipos de bombeo, ej. paro súbito de bombas por interrupción del suministro eléctrico ya sea por fallas operacionales, falla en equipamiento eléctrico o descargas eléctricas naturales.

4.5.3 Riesgos del golpe de ariete

— El incremento súbito de presión puede dañar bombas, tuberías y válvulas, etc.;

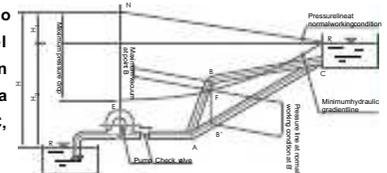
— Si una bomba gira en reversa con velocidad muy alta o su velocidad de rotación coincide con su velocidad crítica de resonancia, la unidad de bombeo puede vibrar severamente;

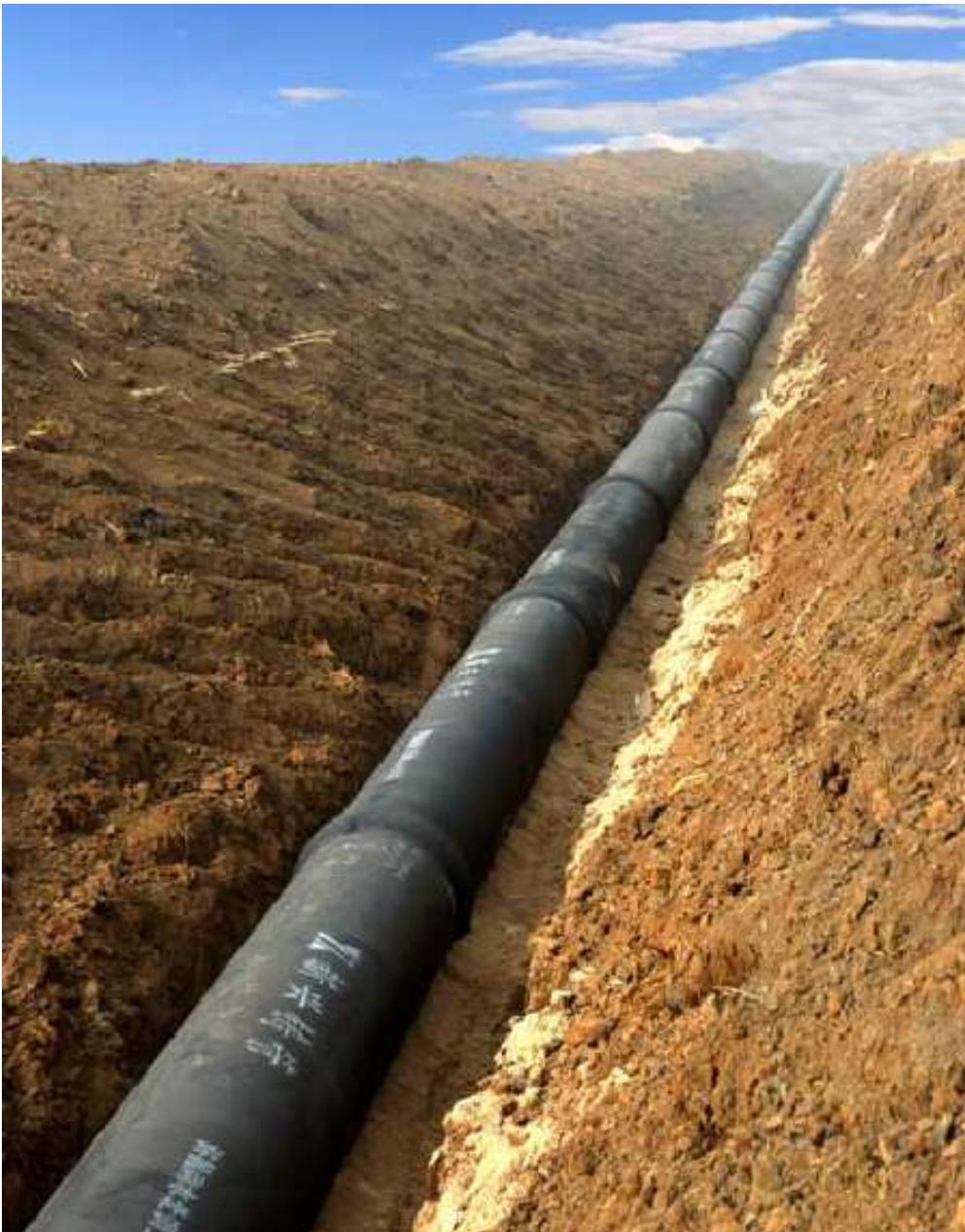
— Si la presión del sistema de agua potable cae a niveles negativos causando rompimientos en la tubería, agua residual puede penetrar a través de los rompimientos y contaminar la calidad del agua.

4.5.4 Prevención del golpe de ariete

— Trazar correctamente la tubería para evitar presiones negativas

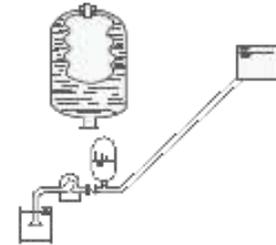
Durante la instalación de la tubería, es necesario evitar que su elevación esté por encima del mínimo gradiente hidráulico ya que pueden ocurrir golpes de ariete, como se muestra en la figura, el trazo de la tubería no debe ser A-B-C, sino A-B'-C.





— **Prevención de sobre presiones :**

- 1) Instalar un amortiguador de golpe de ariete
- 2) Instalar cámaras de aire (para líneas de corta longitud o diámetro menor)
- 3) Usar válvulas check de cierre lento o válvulas check de control de bomba (dispositivos especiales para eliminar el golpe de ariete debido a paros del bombeo)



Schematic diagram of air cylinder

4.5.5 Cálculo simplificado del golpe de ariete

4.5.5.1 Velocidad de onda de presión

fied water to water-consuming sec
$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{\frac{\gamma}{g} \left(\frac{1}{K} + \frac{D}{Ee} \right)}}$$

- Dónde: a — velocidad de onda de presión (m/s)
 γ — peso específico del agua(= 10000N / m3)
 g — aceleración de la gravedad (= 9,8 m / s2)
 K — modulo másico del agua (= 2,07 x 109N / m2)
 E — Módulo de elasticidad del material de la tubería (= 1.7×1011 N/m2 para hierro dúctil)
 D — diámetro de la tubería (m)
 e — espesor de pared de la tubería (m)

Si el diámetro y espesor de la tubería varia a lo largo de la línea, se debe calcular la velocidad de onda a_1, a_2, \dots para la longitud (L_1, L_2, \dots o L_n) respectivamente de cada sección con diámetro y espesor distinto. El valor promedio de la velocidad de onda de presión se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{L}{\sum \frac{L_n}{\alpha_n}}$$

4.5.5.2 Fórmula para calcular el periodo del golpe de ariete

El tiempo requerido para que la onda de presión haga un viaje completo de ida y vuelta a lo largo de la tubería es $2L/a$, conocido como el periodo o periodo del golpe de ariete

$$T_f = \frac{2L}{a} \quad (\text{s})$$

Dónde: T_f — periodo del golpe de ariete (s)

L — longitud de tubería (m)

4.5.5.3 Cálculo simplificado de golpe de ariete resultante de apertura o cierre de válvulas

1) Cálculo simple del golpe de ariete resultante de un cierre o apertura instantáneo de válvulas

(Tiempo de operación de la válvula para cierre o apertura instantánea: $T < T_f$)

$$H - H_0 = -\frac{a}{g} (V - V_0)$$

2) Cálculo simple del golpe de ariete resultante de apertura o cierre lento de válvulas

(Tiempo de operación de la válvula para cierre o apertura lenta: $T > T_f$)

Dónde:

$$H - H_0 = -\frac{2Lg}{gt} (V - V_0)$$

H_0 — presión en condición de flujo estable (m)

v_0 — velocidad de flujo bajo condición estable (m / s)

H — presión posterior a la operación de la válvula (m)

v — velocidad de flujo posterior a la operación de la válvula (m / s)

Cuando la válvula se cierra totalmente y $V = 0$, $H - H_0 = a \cdot v_0/g$, representa la máxima presión adicional resultante del golpe de ariete.

Estas fórmulas simplificadas proveen métodos de evaluación del máximo golpe de ariete bajo las siguientes condiciones:

Condiciones: No hay medidas de protección contra golpe de ariete en la línea y las pérdidas de presión en la línea son despreciables. Adicionalmente, no existe trinquete en las bombas, por lo que girarían como turbinas y la presión negativa llegaría a la presión de vapor, etc.

4.5.5.4 Cálculo simplificado de golpe de ariete por paro de equipos de bombeo

El cálculo del golpe de ariete por paro de equipos de bombeo es muy complejo y solo puede ser evaluado a través de programas de computadora. Para golpes de ariete por paro de bombeo en la mayoría de los proyectos de tuberías, el diseñador puede directamente usar el nomograma de Parmakian.

Después de todo, el análisis y cálculo del golpe de ariete de una estación de bombeo debe conducir al manejo y operación adecuada de la estación de bombeo, así como mantener las unidades en buenas condiciones. En la práctica, se debe seguir un manual de operación que prevenga errores en la operación de los equipos a fin de que operen de manera eficiente y segura.

4.6 Profundidad de instalación de las tuberías

Las profundidades permisibles teóricas de instalación de las tuberías para diferentes niveles de carga son calculadas de acuerdo a ISO 10803 con tres factores de carga de tráfico β , seis grupos de suelo y cinco tipos de zanja de instalación. Algunos resultados de cálculos se muestran en la tabla abajo, para referencia de diseñadores.

En general, si las profundidades de instalación son excedidas, tubería más gruesa con mayor clase de presión debe ser seleccionada.

. Factor de carga por tráfico - β

Los siguientes valores son asignados:

— 1.5: vialidades generales;

— 0.75: caminos donde el tráfico de tractocamiones está prohibido;

— 0.5: los demás casos

En los casos donde un estándar nacional exista para determinar las cargas de tráfico, el valor de β puede ser obtenido de:

$$\beta = P/100$$

Dónde: P es la carga de la rueda en kilonewtons, para un tipo de carga particular de acuerdo al estándar nacional.

Para todas las tuberías, β debe ser al menos 0.5, debiendo considerar que las tuberías que se instalen al lado de vialidades, deben soportar la carga completa de las vialidades.

Nota 1: Cuando $H < 0.3$ m, la formula no es aplicable

Nota 2: Para tuberías instaladas bajo ferrocarriles o aeropuertos o sitios sujetos a cargas muy fuertes, requerimientos especiales deben añadirse a los respectivos estándares nacionales de carga de tráfico y regulaciones de construcción.

Clasificación de suelos

Los siguientes grupos de suelo clasifican los diferentes materiales de relleno usados en el relleno acostillado de la zanja, compactado o no compactado, para proveer soporte a la tubería. Estos grupos clasifican suelos nativos, así como suelos manufacturados. También clasifican materiales sin disturbar de las paredes de la zanja.

Suelos Grupo A: piedra graduada angular (6 a 40 mm), incluye también materiales de relleno de acuerdo a su disponibilidad regional, tales como grava triturada, grava redondeada y concha triturada.

Suelos Grupo B: suelos de grano grueso; con poco o nada de finos. Sin partículas mayores a 40 mm.

Suelos Grupo C: suelos de grano grueso; con finos y suelos de grano fino con mediana a baja plasticidad,

con más de 25% de partículas gruesas, límite líquido menor a 50%.

Suelos Grupo D: suelos de grano fino; de mediana a baja plasticidad, con menos de 25% de partículas gruesas, límite líquido menor a 50 %.

Suelos Grupo E: suelos de grano fino de mediana a alta plasticidad y límite líquido mayor a 50%.

Suelos Grupo F: suelos orgánicos.

Tipo de trinchera para instalación de tubería

Trinchera tipo 1: relleno a volteo

Trinchera tipo 2: relleno con compactación ligera, mayor al 75% densidad Proctor estándar; Trinchera tipo 3: relleno con compactación ligera, mayor al 80% densidad Proctor estándar; Trinchera tipo 4: relleno con compactación media, mayor al 85% densidad Proctor estándar; Trinchera tipo 5: relleno con compactación alta, mayor al 90% densidad Proctor estándar.

NOTA: Las tuberías son instaladas en zanjas con fondo plano que proporcionen soporte uniforme, en otros casos, una capa de suelo suelto es usada como plantilla.

Profundidad permisible para tubería clase K9 con mortero cemento interior según ISO 2531

DN	Tipo de Suelo	Profundidad permisible a lomo de tubo/m				
		$(\beta=0.5/0.75/1.5)^a$				
		Trinchera tipo 1	Trinchera tipo 2	Trinchera tipo 3	Trinchera tipo 4	Trinchera tipo 5
100	A	50 ^b /50 ^b /50 ^b				
	B	50 ^b /50 ^b /50 ^b				
	C	50 ^b /50 ^b /50 ^b				
	D	50 ^b /50 ^b /50 ^b				
	E/F	50 ^b /50 ^b /50 ^b				
200	A	18.9/18.8/18.7	19.4/19.4/19.3	20.6/20.6/20.5	23.1/23.0/23.0	28.1/28.1/28.0
	B	18.1/18.0/17.9	18.6/18.6/18.5	19.7/19.7/19.6	21.8/21.8/21.7	26.1/26.0/26.0
	C	17.2/17.2/17.1	18.0/18.0/17.9	18.8/18.8/18.7	20.6/20.6/20.5	24.7/24.7/24.6
	D	17.0/17.0/16.9	17.7/17.7/17.7	18.6/18.6/18.5	20.3/20.3/20.2	23.7/23.7/23.6
	E/F	16.7/16.7/16.6	17.2/17.2/17.1	17.7/17.7/17.6	18.8/18.8/18.7	21.3/21.2/21.2
300	A	13.3/13.2/13.1	13.6/13.6/13.5	14.8/14.8/14.7	17.3/17.3/17.2	22.3/22.2/22.2
	B	12.2/12.2/12.1	12.5/12.5/12.4	13.7/13.6/13.5	15.7/15.7/15.6	19.6/19.6/19.5
	C	11.1/11.1/11.0	11.8/11.8/11.7	12.5/12.5/12.4	14.1/14.1/14.0	17.8/17.7/17.7
	D	10.8/10.7/10.6	11.4/11.4/11.3	12.2/12.2/12.1	13.7/13.7/13.6	16.4/16.4/16.3
	E/F	10.4/10.4/10.2	10.7/10.7/10.5	11.0/11.0/10.9	11.8/11.7/11.6	13.3/13.3/13.1
500	A	9.8/9.8/9.7	10.1/10.1/10.0	11.4/11.4/11.3	14.2/14.2/14.1	19.6/19.6/19.5
	B	8.5/8.4/8.2	8.7/8.7/8.5	9.9/9.9/9.8	12.2/12.1/12.0	16.1/16.1/16.0
	C	7.1/7.0/6.8	7.8/7.7/7.5	8.5/8.4/8.2	10.1/10.0/9.9	13.8/13.7/13.6
	D	6.6/6.5/6.3	7.3/7.2/7.0	8.0/7.9/7.7	9.5/9.5/9.3	12.0/11.9/11.8
	E/F	6.1/6.0/5.8	6.3/6.2/6.0	6.5/6.4/6.2	6.9/6.9/6.6	7.8/7.8/7.6

Profundidad permisible para tubería clase K9 con mortero cemento interior según ISO 2531 (continuación)

DN	Tipo de Suelo	Profundidad permisible a lomo de tubo/m				
		$(\beta=0.5/0.75/1.5)^a$				
		Trinchera tipo 1	Trinchera tipo 2	Trinchera tipo 3	Trinchera tipo 4	Trinchera tipo 5
800	A	8.8/8.8/8.6	9.1/9.0/8.9	10.5/10.5/10.4	13.8/13.7/13.7	19.9/19.9/19.8
	B	7.1/7.0/6.8	7.3/7.3/7.0	8.7/8.7/8.5	11.2/11.2/11.1	15.6/15.5/15.5
	C	5.3/5.3/5.0	6.1/6.0/5.8	6.9/6.8/6.6	8.7/8.6/8.4	12.7/12.7/12.6
	D	4.8/4.7/4.3	5.5/5.4/5.2	6.3/6.2/6.0	8.0/7.9/7.8	10.5/10.5/10.3
	E/F	4.2/4.0/3.7	4.3/4.2/3.8	4.4/4.3/4.0	4.8/4.7/4.3	5.4/5.3/5.1
1000	A	7.9/7.9/7.7	8.2/8.1/8.0	9.6/9.6/9.5	12.8/12.8/12.7	18.8/18.8/18.7
	B	6.2/6.2/5.9	6.4/6.3/6.1	7.8/7.8/7.6	10.3/10.2/10.1	14.5/14.4/14.4
	C	4.5/4.4/4.0	5.2/5.1/4.8	6.0/5.9/5.7	7.7/7.6/7.4	11.6/11.6/11.5
	D	3.9/3.7/3.3	4.6/4.5/4.2	5.4/5.3/5.0	7.0/7.0/6.8	9.4/9.4/9.3
	E/F	3.3/3.1/2.6 ^c	3.4/3.2/2.7 ^c	3.5/3.3/2.9 ^c	3.7/3.6/3.2	4.3/4.2/3.8
1200	A	7.4/7.4/7.2	7.7/7.6/7.4	9.1/9.0/8.9	12.2/12.2/12.1	18.2/18.1/18.1
	B	5.7/5.6/5.4	5.9/5.8/5.6	7.3/7.2/7.0	9.7/9.6/9.5	13.8/13.8/13.7
	C	3.9/3.8/3.5	4.7/4.6/4.3	5.4/5.4/5.1	7.1/7.0/6.8	10.9/10.9/10.8
	D	3.3/3.2/2.7 ^c	4.1/4.0/3.6	4.8/4.8/4.4	6.4/6.4/6.2	8.8/8.7/8.6
	E/F	2.7/2.5/2.1 ^d	2.8/2.7/2.1 ^d	2.9/2.7/2.1 ^d	3.2/3.0/2.5 ^c	3.6/3.5/3.1
1500	A	7.0/6.9/6.7	7.2/7.1/7.0	8.6/8.6/8.4	11.7/11.7/11.6	17.6/17.5/17.5
	B	5.3/5.2/4.9	5.4/5.3/5.1	6.8/6.8/6.5	9.2/9.1/9.0	13.3/13.2/13.1
	C	3.5/3.3/3.0	4.2/4.1/3.8	5.0/4.9/4.6	6.6/6.5/6.3	10.4/10.3/10.2
	D	2.9/2.7/2.1 ^c	3.6/3.5/3.1	4.3/4.3/3.9	5.9/5.9/5.7	8.2/8.2/8.0
	E/F	2.2/2.0/1 ^d	2.3/2.1/1 ^d	2.4/2.2/1 ^d	2.6/2.4/1 ^d	3.0/2.9/2.3 ^c
1800	A	6.7/6.7/6.5	6.9/6.8/6.7	8.3/8.3/8.2	11.4/11.4/11.3	17.2/17.2/17.1
	B	5.0/4.9/4.7	5.1/5.1/4.8	6.5/6.4/6.3	8.8/8.8/8.7	12.9/12.9/12.8
	C	3.2/3.1/2.7	3.9/3.8/3.5	4.7/4.6/4.3	6.3/6.2/6.0	10.0/10.0/9.9
	D	2.6/2.4/1 ^d	3.3/3.2/2.8	4.0/4.0/3.7	5.6/5.6/5.3	7.8/7.8/7.7
	E/F	1.9/1.7/1 ^d	2.0/1.8/1 ^d	2.1/1.9/1 ^d	2.3/2.1/1 ^d	2.7/2.5/1.9 ^c
2000	A	6.6/6.5/6.4	6.8/6.7/6.6	8.2/8.1/8.0	11.3/11.2/11.2	17.0/17.0/17.0
	B	4.8/4.8/4.5	5.0/4.9/4.7	6.3/6.3/6.2	8.7/8.7/8.6	12.7/12.7/12.6
	C	3.1/3.0/2.6	3.8/3.7/3.4	4.5/4.5/4.2	6.1/6.1/5.9	9.8/9.8/9.7
	D	2.5/2.3/1 ^d	3.2/3.1/2.7	3.9/3.8/3.5	5.5/5.4/5.2	7.7/7.7/7.5
	E/F	1.8/1.6/1 ^d	1.8/1.7/1 ^d	2.0/1.7/1 ^d	2.1/1.9/1 ^d	2.5/2.3/1 ^d

a. Los factores de carga por tráfico aplicables a todas las tuberías enterradas son 0,5 , 0,75 y 1,5;
b. La profundidad de instalación permisible excede 50 m;
c. La profundidad de instalación permisible mínima debe ser mayor a 1 m;
d. No recomendado

Profundidad permisible para tubería clase C con mortero cemento interior según ISO 2531

DN	Tipo de Suelo	Profundidad permisible a lomo de tubo/m				
		$(\beta=0.5/0.75/1.5)^a$				
		Trincheratipo 1	Trincheratipo 2	Trincheratipo 3	Trincheratipo 4	Trincheratipo 5
80	A	39.4/39.4/39.4	40.5/40.5/40.5	42.1/42.1/42.0	45.5/45.5/45.4	d/d/d
	B	38.9/38.9/38.9	40.0/40.0/40.0	41.6/41.5/41.5	44.7/44.7/44.7	d/d/d
	C	38.4/38.4/38.3	39.7/39.7/39.6	41.0/41.0/41.0	44.0/44.0/43.9	d/d/d
	D	38.2/38.2/38.2	39.5/39.5/39.4	40.8/40.8/40.8	43.8/43.8/43.7	49.9/49.9/49.8
	E/F	38.168.168.0	39.239.239.1	40.340.340.3	42.842.842.8	48.448.448.3
100	A	27.3/27.3/27.2	28.1/28.1/28.0	29.3/29.3/29.3	32.1/32.1/32.0	37.8/37.8/37.8
	B	26.7/26.7/26.5	27.4/27.4/27.4	28.7/28.7/28.6	31.2/31.2/31.1	36.3/36.3/36.2
	C	26.1/26.1/26.0	27.0/27.0/27.0	28.0/28.0/28.0	30.3/30.3/30.2	35.2/35.2/35.2
	D	25.9/25.8/25.8	26.8/26.8/26.7	27.8/27.8/27.8	30.0/30.0/30.0	34.5/34.4/34.4
	E/F	25.725.825.6	26.426.426.3	27.227.227.1	28.928.928.8	32.632.632.6
125	A	19.9/19.9/19.8	20.4/20.4/20.3	21.6/21.6/21.5	24.0/24.0/23.9	29.0/29.0/29.0
	B	19.1/19.1/19.0	19.7/19.7/19.6	20.8/20.8/20.7	22.9/22.9/22.8	27.1/27.1/27.1
	C	18.4/18.4/18.3	19.2/19.2/19.1	20.0/20.0/19.9	21.8/21.8/21.7	25.9/25.9/25.8
	D	18.2/18.1/18.0	18.9/18.9/18.8	19.7/19.7/19.6	21.5/21.5/21.4	25.0/24.9/24.8
	E/F	17.9/17.9/17.8	18.4/18.4/18.3	19.0/18.9/18.9	20.2/20.2/20.1	22.8/22.8/22.7
150	A	14.9/14.9/14.8	15.4/15.3/15.2	16.4/16.4/16.3	18.8/18.7/18.7	23.4/23.4/23.4
	B	14.0/14.0/13.9	14.5/14.4/14.3	15.5/15.5/15.4	17.5/17.4/17.4	21.2/21.2/21.1
	C	13.2/13.1/13.0	13.9/13.8/13.7	14.6/14.5/14.4	16.1/16.1/16.0	19.7/19.7/19.6
	D	12.9/12.8/12.7	13.6/13.5/13.4	14.3/14.2/14.1	15.8/15.8/15.7	18.6/18.6/18.5
	E/F	12.8/12.5/12.4	12.9/12.9/12.8	13.3/13.3/13.2	14.2/14.1/14.0	16.0/16.0/15.9
200	A	10.9/10.8/10.7	11.2/11.1/11.0	12.3/12.3/12.1	14.7/14.7/14.6	19.5/19.4/19.4
	B	9.8/9.7/9.6	10.1/10.0/9.9	11.1/11.1/11.0	13.1/13.0/12.9	16.7/16.6/16.6
	C	8.7/8.6/8.4	9.3/9.2/9.1	10.0/9.9/9.8	11.4/11.4/11.3	14.8/14.8/14.7
	D	8.3/8.2/8.0	8.9/8.9/8.7	9.6/9.5/9.4	11.0/11.0/10.8	13.4/13.4/13.3
	E/F	7.9/7.9/7.7	8.1/8.1/7.9	8.4/8.3/8.2	8.9/8.9/8.7	10.1/10.1/9.9
250	A	10.6/10.5/10.4	10.9/10.8/10.7	12.0/12.0/11.9	14.6/14.5/14.4	19.4/19.4/19.3
	B	9.4/9.4/9.2	9.7/9.6/9.5	10.8/10.8/10.6	12.8/12.8/12.7	16.5/16.4/16.3
	C	8.2/8.2/8.0	8.9/8.8/8.7	9.6/9.5/9.4	11.1/11.0/10.9	14.5/14.5/14.4
	D	7.8/7.8/7.6	8.5/8.4/8.3	9.2/9.1/8.9	10.6/10.6/10.4	13.0/13.0/12.9
	E/F	7.5/7.4/7.2	7.7/7.6/7.4	7.9/7.9/7.7	8.4/8.4/8.2	9.5/9.5/9.3

Profundidad permisible para tubería clase C con mortero cemento interior según ISO 2531 (continuación)

DN	Tipo de Suelo	Profundidad permisible a lomo de tubo/m				
		$(\beta=0.5/0.75/1.5)^a$				
		Trinchea tipo 1	Trinchea tipo 2	Trinchea tipo 3	Trinchea tipo 4	Trinchea tipo 5
300	A	10.4/10.3/10.2	10.7/10.6/10.5	11.9/11.9/11.7	14.5/14.4/14.3	19.5/19.5/19.4
	B	9.1/9.1/8.9	9.4/9.4/9.2	10.6/10.5/10.4	12.6/12.6/12.5	16.4/16.3/16.2
	C	7.9/7.8/7.6	8.6/8.5/8.3	9.3/9.2/9.0	10.8/10.7/10.6	14.3/14.2/14.1
	D	7.5/7.4/7.2	8.1/8.1/7.9	8.8/8.8/8.6	10.3/10.3/10.1	12.7/12.7/12.6
	E/F	7.1/7.0/6.8	7.3/7.2/7.0	7.5/7.4/7.2	8.0/7.9/7.7	9.1/9.0/8.8
350	A	8.5/8.5/8.3	8.8/8.7/8.5	10.0/9.9/9.8	12.6/12.5/12.4	17.6/17.6/17.4
	B	7.2/7.1/6.9	7.4/7.3/7.1	8.6/8.5/8.3	10.6/10.6/10.4	14.2/14.2/14.1
	C	5.8/5.8/5.5	6.5/6.4/6.2	7.1/7.1/6.9	8.6/8.6/8.4	12.0/12.0/11.8
	D	5.4/5.3/5.0	6.0/5.9/5.7	6.7/6.6/6.4	8.1/8.1/7.9	10.3/10.3/10.1
	E/F	4.9/4.8/4.5	5.1/5.0/4.7	5.2/5.2/4.9	5.6/5.5/5.2	6.4/6.3/6.1
400	A	7.4/7.4/7.2	7.7/7.6/7.4	8.9/8.8/8.6	11.5/11.4/11.3	16.5/16.4/16.3
	B	6.1/6.0/5.7	6.2/6.2/5.9	7.4/7.3/7.1	9.4/9.4/9.2	13.0/13.0/12.8
	C	4.7/4.5/4.2	5.3/5.2/4.9	5.9/5.9/5.6	7.4/7.3/7.1	10.7/10.6/10.5
	D	4.2/4.1/3.7	4.8/4.7/4.4	5.4/5.4/5.1	6.9/6.8/6.6	8.9/8.9/8.7
	E/F	3.7/3.6/3.1	3.8/3.7/3.2	4.0/3.8/3.4	4.2/4.1/3.7	4.8/4.7/4.4
450	A	7.1/7.0/6.8	7.3/7.3/7.1	8.5/8.5/8.3	11.2/11.2/11.0	16.3/16.2/16.1
	B	5.7/5.6/5.3	5.9/5.8/5.5	7.0/7.0/6.8	9.1/9.0/8.9	12.7/12.7/12.5
	C	4.2/4.1/3.7	4.9/4.8/4.4	5.5/5.4/5.2	7.0/6.9/6.7	10.3/10.3/10.1
	D	3.7/3.6/3.1	4.4/4.3/3.9	5.0/4.9/4.6	6.4/6.4/6.1	8.5/8.5/8.3
	E/F	3.2/3.1/2.4 c	3.3/3.2/2.6 c	3.5/3.2/2.7	3.7/3.6/3.1	4.3/4.1/3.8
500	A	7.2/7.1/6.9	7.4/7.4/7.2	8.7/8.6/8.5	11.4/11.4/11.3	16.6/16.6/16.5
	B	5.7/5.7/5.4	5.9/5.8/5.6	7.1/7.1/6.9	9.2/9.2/9.0	12.9/12.9/12.8
	C	4.2/4.1/3.7	4.9/4.8/4.5	5.6/5.5/5.2	7.0/7.0/6.8	10.5/10.4/10.3
	D	3.7/3.6/3.1	4.4/4.3/3.9	5.0/5.0/4.6	6.5/6.4/6.2	8.6/8.6/8.4
	E/F	3.2/3.1/2.4 c	3.3/3.2/2.6 c	3.4/3.2/2.7	3.7/3.6/3.1	4.2/4.1/3.7
600	A	7.5/7.4/7.2	7.7/7.6/7.5	9.0/9.0/8.8	11.9/11.9/11.7	17.3/17.3/17.2
	B	5.9/5.8/5.6	6.1/6.0/5.8	7.4/7.3/7.1	9.6/9.5/9.4	13.5/13.4/13.3
	C	4.3/4.2/3.9	5.0/4.9/4.6	5.7/5.6/5.4	7.3/7.2/7.0	10.9/10.8/10.7
	D	3.8/3.7/3.2	4.5/4.4/4.0	5.2/5.1/4.8	6.7/6.6/6.4	8.9/8.9/8.7
	E/F	3.3/3.1/2.5 c	3.4/3.2/2.6	3.5/3.2/2.8	3.7/3.6/3.1	4.3/4.2/3.8
700	A	6.5/6.5/6.3	6.7/6.7/6.5	8.1/8.1/7.9	11.1/11.0/10.9	16.6/16.6/16.5
	B	4.9/4.8/4.5	5.0/5.0/4.7	6.4/6.3/6.1	8.6/8.6/8.4	12.5/12.5/12.4
	C	3.2/3.0/2.4 c	3.9/3.8/3.4	4.6/4.5/4.2	6.2/6.1/5.9	9.8/9.7/9.6
	D	2.6/2.4/2.0 d	3.3/3.2/2.6	4.0/3.9/3.5	5.6/5.5/5.2	7.7/7.6/7.5
	E/F	2.0/1.6/1.0 d	2.0/1.7/1.0 d	2.1/1.8/1.0 d	2.3/2.1/1.0 d	2.7/2.5/1.0 d

Profundidad permisible para tubería clase C con mortero cemento interior según ISO 2531 (continuación)

DN	Tipo de Suelo	Profundidad permisible a lomo de tubo/m				
		$(\beta=0.5/0.75/1.5)^a$				
		Trinchea tipo 1	Trinchea tipo 2	Trinchea tipo 3	Trinchea tipo 4	Trinchea tipo 5
800	A	6.5/6.5/6.3	6.8/6.7/6.6	8.2/8.2/8.0	11.3/11.3/11.2	17.1/17.1/17.0
	B	4.9/4.8/4.5	5.0/4.9/4.7	6.4/6.3/6.1	8.8/8.7/8.6	12.8/12.8/12.7
	C	3.1/2.9/2.3c	3.8/3.7/3.3	4.6/4.5/4.1	6.2/6.1/5.9	9.9/9.9/9.8
	D	2.4/2.2/d	3.2/3.0/2.4c	3.9/3.8/3.4	5.5/5.5/5.2	7.7/7.7/7.5
	E/F	1.8/1.2/d	1.8/1.4/d	1.9/1.6/d	2.1/1.8/d	2.5/2.3/d
900	A	6.5/6.5/6.3	6.7/6.7/6.5	8.2/8.1/8.0	11.3/11.2/11.1	17.1/17.0/17.0
	B	4.8/4.7/4.4	5.0/4.9/4.6	6.3/6.3/6.1	8.7/8.6/8.5	12.7/12.7/12.6
	C	3.0/2.9/2.3c	3.7/3.6/3.2	4.5/4.4/4.1	6.1/6.0/5.8	9.8/9.8/9.7
	D	2.4/2.2/d	3.1/3.0/2.4c	3.9/3.8/3.4	5.5/5.4/5.1	7.7/7.6/7.4
	E/F	1.7/1/d	1.8/1.3/d	1.8/1.5/d	2.0/1.7/d	2.4/2.2/d
1000	A	6.5/6.4/6.2	6.7/6.6/6.4	8.1/8.1/7.9	11.2/11.2/11.0	17.0/17.0/16.9
	B	4.8/4.7/4.4	4.9/4.8/4.5	6.3/6.2/6.0	8.6/8.6/8.4	12.7/12.6/12.5
	C	3.0/2.8/2.1c	3.7/3.6/3.2	4.4/4.3/4.0	6.0/6.0/5.8	9.8/9.8/9.6
	D	2.3/2.1/d	3.1/2.9/2.3c	3.8/3.7/3.3	5.4/5.3/5.1	7.6/7.5/7.4
	E/F	1.6/d/d	1.7/d/d	1.8/1.4/d	2.0/1.7/d	2.3/2.1/d
1100	A	5.5/5.4/5.2	5.7/5.6/5.4	7.1/7.0/6.8	10.1/10.0/9.9	15.7/15.7/15.6
	B	3.7/3.6/3.2	3.9/3.8/3.4	5.2/5.2/4.9	7.5/7.5/7.3	11.4/11.4/11.3
	C	1.8/1.5/d	2.6/2.4/d	3.4/3.2/2.7	4.9/4.8/4.6	8.5/8.5/8.3
	D	d/d/d	1.9/1.6/d	2.7/2.5/d	4.3/4.2/3.8	6.3/6.3/6.1
	E/F	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d
1200	A	5.5/5.4/5.2	5.6/5.6/5.4	7.0/7.0/6.8	10.1/10.0/9.9	15.7/15.7/15.6
	B	3.7/3.6/3.2	3.8/3.7/3.4	5.2/5.1/4.9	7.5/7.4/7.3	11.4/11.3/11.2
	C	1.8/1.5/d	2.6/2.4/d	3.3/3.2/2.7	4.9/4.8/4.6	8.5/8.4/8.3
	D	d/d/d	1.9/1.6/d	2.7/2.5/d	4.2/4.1/3.8	6.3/6.2/6.0
	E/F	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d
1400	A	5.5/5.4/5.2	5.6/5.6/5.4	7.0/7.0/6.8	10.0/10.0/9.9	15.7/15.7/15.6
	B	3.7/3.6/3.2	3.8/3.7/3.4	5.2/5.1/4.9	7.5/7.4/7.3	11.4/11.3/11.2
	C	1.8/1.5/d	2.6/2.4/d	3.3/3.2/2.8	4.9/4.8/4.6	8.5/8.4/8.3
	D	d/d/d	1.9/1.6/d	2.7/2.5/1.7c	4.2/4.1/3.8	6.3/6.2/6.0
	E/F	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d
1500	A	5.4/5.4/5.2	5.6/5.5/5.3	7.0/6.9/6.8	10.0/10.0/9.9	15.7/15.6/15.6
	B	3.7/3.6/3.2	3.8/3.7/3.4	5.2/5.1/4.9	7.5/7.4/7.3	11.3/11.3/11.2
	C	1.8/1.5/d	2.6/2.4/d	3.3/3.2/2.8	4.9/4.8/4.5	8.4/8.4/8.3
	D	d/d/d	1.9/1.6/d	2.6/2.5/1.7c	4.2/4.1/3.8	6.3/6.2/6.0
	E/F	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d

Profundidad permisible para tubería clase C con mortero cemento interior según ISO 2531 (continuación)

DN	Tipo de suelo	Profundidad permisible a lomo de tubo/m				
		$(\beta=0.5/0.75/1.5)^a$				
		Trinchea tipo 1	Trinchea tipo 2	Trinchea tipo 3	Trinchea tipo 4	Trinchea tipo 5
1600	A	5.5/5.4/5.2	5.6/5.6/5.4	7.0/6.9/6.8	10.0/10.0/9.9	15.7/15.6/15.6
	B	3.7/3.6/3.3	3.8/3.7/3.4	5.1/5.1/4.9	7.4/7.4/7.3	11.3/11.3/11.2
	C	1.8/1.5/d	2.6/2.4/1.6c	3.3/3.2/2.8	4.9/4.8/4.6	8.4/8.4/8.3
	D	0.9/d/d	1.9/1.6/d	2.7/2.5/1.8c	4.2/4.1/3.8	6.3/6.2/6.0
	E/F	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d
1800	A	5.4/5.4/5.2	5.6/5.5/5.3	7.0/6.9/6.8	10.0/10.0/9.9	15.6/15.6/15.5
	B	3.7/3.6/3.3	3.8/3.7/3.4	5.1/5.1/4.9	7.4/7.4/7.2	11.3/11.3/11.2
	C	1.8/1.6/d	2.5/2.4/1.7c	3.3/3.2/2.8	4.8/4.8/4.6	8.4/8.4/8.3
	D	0.9/d/d	1.9/1.6/d	2.6/2.5/1.9	4.2/4.1/3.8	6.2/6.2/6.0
	E/F	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d
2000	A	5.4/5.4/5.2	5.6/5.5/5.4	7.0/6.9/6.8	10.0/10.0/9.9	15.6/15.6/15.5
	B	3.7/3.6/3.3	3.8/3.7/3.4	5.1/5.1/4.9	7.4/7.4/7.2	11.3/11.3/11.2
	C	1.8/1.6/d	2.6/2.4/1.8	3.3/3.2/2.8	4.8/4.8/4.6	8.4/8.4/8.3
	D	1.0/d/d	1.9/1.7/d	2.6/2.5/2.0	4.2/4.1/3.9	6.2/6.2/6.0
	E/F	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d	d/d/d

a. Los factores de carga por tráfico aplicables a todas las tuberías enterradas son 0.5, 0.75 y 1.5;
b. La profundidad de instalación permisible excede 50 m;
c. La profundidad de instalación permisible mínima debe ser mayor a 1 m;
d. No recomendado.

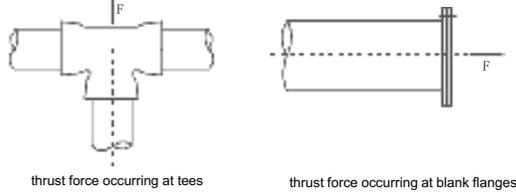
4.7 Método y diseño de atraques

Cuando la tubería cambia de dirección (en codos o tes), se tapa en los extremos, o cambia de diámetro (reducciones), ocurren empujes hidráulicos en la tubería. Para estos casos, es necesario tomar medidas restrictivas, habiendo varios métodos disponibles, entre ellos, los métodos más comunes son los atraques de concreto y las juntas acerrojadas.

4.7.1 Fuerza de empuje

La fuerza de empuje F se relaciona a la máxima presión de prueba P de la tubería, al área transversal de la tubería, al ángulo del codo, etc., y puede ser calculada como sigue:

4.7.1.1 Tes y extremos de tubería



Fórmula de cálculo $F = P \times A$ (N)

Dónde: P — presión de prueba (generalmente la máxima presión de prueba en campo, Pa) según especificaciones de proyecto

A — área transversal del ramal de la te o tapa ciega (m²)

4.7.1.2 Codo y Te con ramal angular



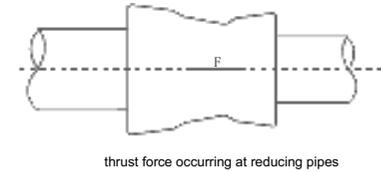
$$\text{Fórmula } F = 2 \times P \times A \times \sin \frac{\theta}{2} \text{ (N)}$$

Dónde: A — área transversal de la tubería

θ — ángulo del codo o ramal

$$\text{Calculation formula } F = P \times A \times \sin \theta \text{ (N)}$$

4.7.1.3 Reducciones



Fórmula $F = P \times (A - a)$ (N)

Dónde: (A-a) – diferencia de áreas transversales en ambos extremos de la reducción

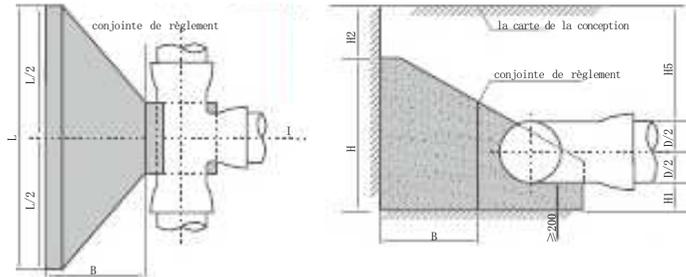
Valor de referencia de la fuerza de empuje en accesorios con presión hidrostática de 10bares

DN	DE(mm)	Presión (bar)	Empuje F ¹ (tonf)				Tees y tapas ciegas
			90° codos	45° codos	22.5° codos	11.3° codos	
80	98	10	1.1	0.6	0.3	0.1	0.8
100	118	10	1.5	0.8	0.4	0.2	1.1
200	222	10	5.5	3.0	1.5	0.8	3.9
300	326	10	11.8	6.4	3.3	1.6	8.3
400	429	10	20.4	11.1	5.6	2.8	14.5
500	532	10	31.4	17.0	8.7	4.4	22.2
600	635	10	44.8	24.2	12.4	6.2	31.7
700	738	10	60.5	32.7	16.7	8.4	42.8
800	842	10	78.7	42.6	21.7	10.9	55.7
900	945	10	99.2	53.7	27.4	13.7	70.1
1000	1048	10	122.0	66.0	33.7	16.9	86.3
1100	1152	10	147.4	79.8	40.7	20.4	104.2
1200	1255	10	174.9	94.7	48.3	24.2	123.7
1400	1462	10	237.4	128.5	65.5	32.9	167.9
1500	1565	10	272.0	147.2	75.1	37.7	192.4
1600	1668	10	309.0	167.2	85.3	42.8	218.5
1800	1875	10	390.5	211.3	107.7	54.1	276.1
2000	2082	10	481.5	260.6	132.8	66.7	340.4

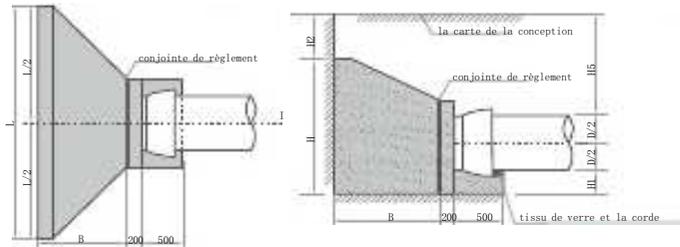
¹ Los valores de fuerza de empuje de la tabla son calculados en base al diámetro exterior de la tubería

4.7.2 Forma de los atraques de concreto

4.7.2.1 Atraques para tes y extremos de tubería

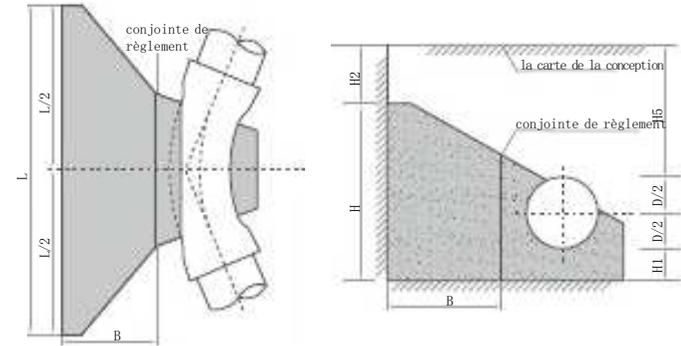


Atraques de concreto en tes

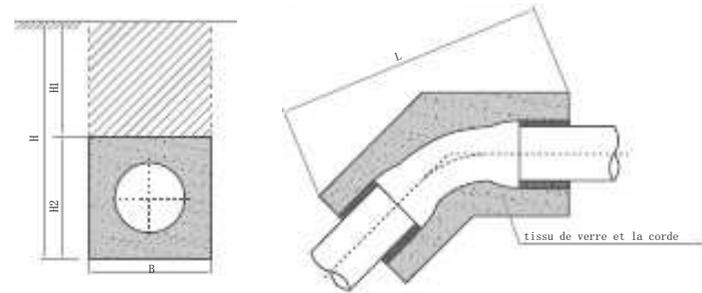


Atraques en tapa ciega

4.7.2.2 Atraques de concreto en codos



Atraque de concreto para codo horizontal 1



Atraque de concreto para codo horizontal 2

4.7.3 Diseño de atraques de concreto

Cuando se diseñan atraques de concreto, se debe cuidar proveer suficiente resistencia de carga al empuje bajo cualquier condición, incluyendo condiciones de instalación y del terreno, tamaño y peso de los atraques, peso del suelo de relleno, capacidad de carga del suelo contra los atraques, así como la fricción entre la tubería y el suelo circundante.

Los atraques no deben construirse en suelos suaves. Para suelos suaves, el suelo alrededor de los atraques debe reemplazarse con arena u otro material que pueda proveer adecuada capacidad de carga contra los atraques.

La capacidad de carga del suelo debe ser cuidadosamente verificada. En caso de ser relativamente baja, debe expandirse el área de empuje del atraque o el suelo debe ser reforzado.

4.7.3.1 Diseño de atraques de concreto para tes, codos y tapas ciegas horizontales

La fuerza resultante F del empuje de la sección transversal externa debe ser menor que la suma de la capacidad de reacción del suelo en la zona de empuje del atraque y la fricción inferior de los atraques, ej. $KF \leq$ resistencia total de atraques de concreto T :

$$T: T=K(T_1+T_2) (N)$$

Dónde: K — coeficiente de seguridad, $K \geq 1.5$

T_1 — reacción del suelo contra los atraques (N)

T_2 — fricción inferior (N)



4.7.3.2 Atraque en codo vertical ascendente

El componente vertical N resultado del empuje F de la sección transversal externa del codo vertical y el peso del agua que llena la tubería, son soportados por el suelo en la superficie inferior del atraque, el área de empuje del atraque es calculada con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{N+G_1}{[R]-\gamma H} (m^2)$$

Dónde:

N — componente vertical de 'F' (kN)

G_1 — peso total del agua de llenado de la tubería que actúa en el atraque (kN)

$[R]$ — capacidad de carga permisible del suelo (kPa)

γ — densidad de peso del concreto (kN / m²)

H — altura de atraque (m)

4.7.3.3 Atraques en codos verticales descendentes

El componente vertical N resultado del empuje F de la sección transversal externa del codo descendente debe ser menor que el peso total del atraque de concreto (G_1+G_2); el componente horizontal N_p debe ser menor que la fricción permisible que soporta la junta de la tubería:

$$N_p = F \times \sin \frac{\theta}{2} < f(G_1+G_2-N)+T_1$$

Dónde:

G_1 — peso total del agua que llena la tubería y actúa en los atraques (N)

G_2 — peso total de los atraques de concreto (N)

f — coeficiente de fricción entre el atraque de concreto y el suelo

T_1 — presión pasiva del suelo (N)

El codo descendente debe seleccionarse con el menor ángulo posible para reducir el peso del atraque de concreto.

4.7.4 Longitud de anclaje para tubería con junta acerojada

Es imposible instalar atraques de concreto bajo circunstancias especiales, tales como:

1. No existe espacio suficiente para atraques de concreto, debido a restricciones físicas de la obra;
2. Cuando la tubería cruza ríos o puentes;
3. En cruces de zonas pantanosas

Por lo anterior, durante el diseño y construcción de la tubería de hierro dúctil, se requieren equipamientos especiales para conectar la tubería y accesorios logrando juntas flexibles y rígidas, de manera que las juntas de la tubería puedan transferir las fuerzas de empuje entre sí. La fricción generada entre la tubería y el suelo circundante puede efectivamente soportar los esfuerzos generados en dirección axial o radial, eliminando así la necesidad de atraques.

La junta acerojada puede resistir el empuje en lugares donde el espacio es limitado o donde el suelo detrás de los accesorios es incapaz de proveer suficiente soporte. Este método de restricción involucra las condiciones propias de la instalación, así como el número de juntas de tubería a cada lado del punto de empuje.

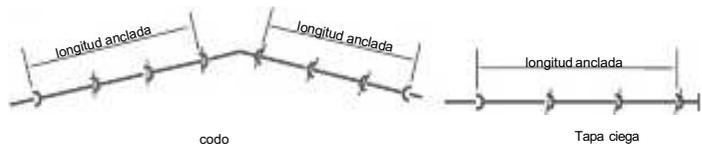
Xinxing puede proveer tubería de hierro dúctil con junta acerojada de los siguientes tipos:

- 1) Tubería de hierro dúctil con junta acerojada tipo-TF (ver sección 1.5 por detalles)
- 2) Tubería de hierro dúctil con junta acerojada tipo Xanchor (ver sección 1.6 por detalles)

Longitud de anclaje de la tubería acerojada

La longitud a restringir calcula cuantas tuberías con junta acerojada se requieren en los dos lados del punto de empuje, como puede ser un codo, para contrarrestar las fuerzas de empuje hidráulico causadas por la presión del líquido dentro del codo contra la fuerza friccional entre la tubería y el suelo circundante.

Longitud a anclar para un codo y rama ciega:



Longitud de anclaje de tubería acerojada (solo para referencia)

Dimensiones en metros

DN	Rama ciega			90°			45°			22.5°			11.25°		
	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0
80	5.9	3.9	2.8	4.6	3.0	2.2	2.9	1.9	1.4	1.6	1.1	0.8	0.9	0.6	0.5
100	7.2	4.8	3.5	5.6	3.7	2.7	3.5	2.3	1.7	2.0	1.3	1.0	1.0	0.7	0.5
125	8.8	5.9	4.4	6.9	4.6	3.4	4.3	2.9	2.1	2.4	1.6	1.2	1.3	0.9	0.6
150	10.1	6.9	5.1	8.0	5.4	4.0	4.9	3.3	2.5	2.8	1.9	1.4	1.5	1.0	0.7
200	13.4	9.1	6.9	10.5	7.2	5.4	6.5	4.5	3.4	3.7	2.5	1.9	1.9	1.3	1.0
250	16.4	11.4	8.6	12.9	8.9	6.8	8.0	5.5	4.2	4.5	3.1	2.4	2.4	1.6	1.2
300	19.4	13.5	10.3	15.2	10.6	8.1	9.5	6.6	5.0	5.3	3.7	2.8	2.8	2.0	1.5
400	24.9	17.7	13.6	19.5	13.9	10.7	12.1	8.6	6.6	6.8	4.8	3.7	3.6	2.6	2.0
450	27.7	19.8	15.3	21.7	15.5	12.1	13.5	9.7	7.5	7.6	5.4	4.2	4.0	2.9	2.2
500	30.0	21.6	16.8	23.6	16.9	13.2	14.6	10.5	8.2	8.2	5.9	4.6	4.3	3.1	2.4
600	34.6	25.2	19.7	27.2	19.8	15.5	16.9	12.3	9.6	9.5	6.9	5.4	5.0	3.7	2.9
700	38.8	28.6	22.5	30.5	22.4	17.7	18.9	13.9	11.0	10.6	7.8	6.2	5.6	4.1	3.3
800	42.6	31.6	25.1	33.4	24.9	19.7	20.8	15.4	12.2	11.6	8.7	6.9	6.2	4.6	3.6
900	46.2	34.7	27.7	36.3	27.2	21.7	22.5	16.9	13.5	12.6	9.5	7.6	6.7	5.0	4.0
1000	49.6	37.6	30.1	39.0	29.5	23.7	24.2	18.3	14.7	13.6	10.3	8.2	7.2	5.4	4.4
1100	52.8	40.3	32.5	41.5	31.7	25.5	25.8	19.7	15.9	14.4	11.0	8.9	7.7	5.8	4.7
1200	55.7	42.9	34.8	43.7	33.7	27.3	27.2	20.9	17.0	15.2	11.7	9.5	8.1	6.2	5.0
1400	60.7	47.4	38.7	47.7	37.2	30.4	29.6	23.1	18.9	16.6	12.9	10.6	8.8	6.9	5.6
1600	65.8	52.0	42.9	51.7	40.9	33.7	32.1	25.4	21.0	18.0	14.2	11.7	9.5	7.5	6.2
1800	69.0	55.1	45.8	54.2	43.3	36.0	33.7	26.9	22.3	18.9	15.1	12.5	10.0	8.0	6.6

Nota:

1. Los siguientes factores deben ser considerados para determinar la longitud de anclaje de la tubería acerojada:
 - Condiciones de instalación de la tubería;
 - Calidad y compactación del relleno;
 - Propiedades físicas del relleno, tales como el ángulo de fricción interno;
2. La tabla de arriba aplica para tubería enterrada recubierta externamente con zinc metálico y capa de acabado estándar en suelo ordinario con ángulo de fricción interno de 30°, prueba hidrostática de 10 bares y factor de seguridad de 1.2.
3. Cuando la tubería de HD use camisa de PE o tenga recubrimiento exterior de poliuretano, la longitud de la tabla debe ser multiplicada por 1.9; de requerirse cálculos más precisos, favor de contar el departamento de ingeniería de Xinxing.
4. Dividiendo la longitud de la tabla entre 10 y multiplicándola por la presión de prueba real de la obra en bares, se obtendrá la longitud de anclaje real para cada proyecto;



Capítulo 5 Construcción, Instalación y Aceptación de la Tubería de Hierro Dúctil



Capítulo 5 Construcción, Instalación y Aceptación de la Tubería de Hierro Dúctil

5.1 Excavación de Zanja.....	118
5.1.1 La Excavación de Zanja deberá cumplir con los siguientes requisitos	
5.1.2 Ancho de Zanja	
5.1.3 Tratamiento de la Cimentación	
5.2 Instalación de la Tubería.....	120
5.2.1 Preparación	
5.2.2 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil con junta tipo-T	
5.2.3 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil con junta tipo-XT2	
5.2.4 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil con junta tipo-TF auto anclada	
5.2.5 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil con junta tipo Xanchor auto anclada	
5.2.6 Instalación de la manga de protección de Polietileno	
5.2.7 Construcción de la tubería XTJ "Jacking"	
5.2.8 Construcción bajo condiciones especiales	
5.3 Relleno de Zanja.....	143
5.4 Reparación en Sitio o del recubrimiento.....	144
5.5 Métodos de calibración en círculo.....	144
5.6 Corte de la Tubería.....	145
5.7 Soldadura de la Junta Auto Anclada.....	146
5.8 Reparando una tubería dañada	148
5.9 Prueba de Presión y Aceptación.....	150
5.9.1 Provisiones para la prueba de presión	
5.9.2 Inyección de Agua	
5.9.3 Procedimiento de la prueba de presión	
5.9.4 Criterio de Elección	

5.1 Excavación de Zanja

5.1.1 La Excavación de Zanja deberá cumplir con los siguientes requisitos:

La sección excavada de la zanja debe cubrir los requerimientos del diseño; el subsuelo original al fondo de la zanja no debe ser alterado. Para excavación con maquinaria, se deben dejar 20-30 cm de capa de tierra en el fondo la cual será excavada manualmente para llegar a la elevación del diseño y nivelada al final.

El fondo de la zanja no debe ser sujeta a inmersión o congelamiento de agua, de ser así, se debe usar grava-arena o tierra caliza para rellenar.

Cuando la tierra al fondo de la zanja sea suelo corrosivo o material no apto, se debe excavar completamente la zanja y la cimentación debe cumplir con los requerimientos del diseño

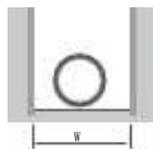
Los agujeros en las juntas deben de ser reservados para la junta en el encaje de la tubería, para asegurar que la tubería esté derecha y cumpla con los requisitos de instalación.

Para los lugares donde el nivel freático sea problema, la remoción y drenado del agua deber ser llevado a cabo de acuerdo a los requerimientos de diseño.



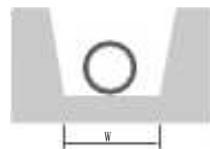
5.1.2 Ancho de Zanja

La Zanja debe ser excavada de acuerdo a los requerimientos del diseño. Si no se cuenta con un diseño, la Figura 1 y Figura 2 se puede tomar como base refiriéndose a la Tabla 1 para el ancho (W) del fondo de la zanja.



Con puntales

Figura 1 Zanja en suelo malo



Sin puntales

Figura 2 Zanja en suelo bueno

Tabla 1 Referencia de Ancho en Zanjas de Tubería

Dimensiones en milímetros

DN	W	DN	W
80	680	700	1300
100	700	800	1400
150	750	900	1500
200	800	1000	1600
250	850	1100	1700
300	900	1200	1800
350	950	1400	2000
400	1000	1500	2100
450	1050	1600	2200
500	1100	1800	2400
600	1200	2000	2600

1) La W se refiere al ancho libre al fondo de la zanja.
2) Si se van a utilizar soportes de madera o diverso material para ayudar con la construcción la zanja debe ser más ancha para poder acomodar esto.

5.1.3 Tratamiento de la Cimentación

(1) La cimentación de la tubería debe cumplir con los requerimientos del diseño. Cuando la Resistencia de la base natural no cumpla con los requerimientos de diseño se debe reforzar de acuerdo a los requisitos de diseño.

(2) Si se sobre-excava el fondo de la zanja o esta alterada de cualquier manera, se debe de tratar de acuerdo a lo siguiente:

— Cuando la sobre-excavación sea menor a 150mm, se puede rellenar y compactar con el mismo material de excavación siempre y cuando esté mejor compactado que el suelo original;

— Cuando el material del fondo de la zanja contenga mucha cantidad de agua y no se puede compactar, se deben tomar medidas efectivas como reemplazo del material.

— Cuando en el suelo del fondo se presenten problemas de drenaje, se puede tratar con los siguientes métodos:

Cuando la profundidad del problema está dentro de 100mm, se usará grava o arenisca graduada naturalmente para rellenar. Cuando el problema esté dentro de 300mm y la parte inferior esté dura, es aceptable usar piedras o escombros para rellenar y después usar grava para rellenar los huecos y nivelar

(3) Si el fondo original está compuesto de piedra o tierra muy dura, una cama de arena de 150 – 200mm de espesor se debe colocar debajo de la tubería;



5.2 Instalación de la Tubería

5.2.1 Preparación

(1) Colocación

Prepare todo el equipo y la herramienta necesaria como lo requiera la instalación. Toda la tubería, coples, válvulas e hidrantes son acomodadas de ambos lados de la zanja. No colocarlos del lado donde esté el material de excavación mientras sea posible.



(2) Colocando la tubería en la zanja

Coloque cuidadosamente la tubería en la zanja con ayuda de una grúa, cuerdas o cualquier equipo adecuado. Está prohibido descargar o arrojar directamente la tubería en la zanja. El levantamiento se debe de realizar de acuerdo a los requerimientos del capítulo 3.1 Levantamiento de la tubería de hierro dúctil.

(3) Inspección

Revisar cuidadosamente si hay daños o algún otro defecto en la tubería antes de instalar.



(4) Limpiando la junta para la parte campana-espiga

Limpia las partes de la junta campana-espiga antes de colocar la tubería, especialmente donde se colocará el 'gasket', donde no se permite la presencia de polvo, arena, piedras y otras sustancias.

(5) Tapa Ciega

Cuando la tubería no esté colocada, se deben tomar medidas para sellar los extremos de la tubería durante la instalación, para evitar que drenaje sanitario o arena de la zanja entre a la tubería.

5.2.2 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil con junta tipo-T

(1) Instalación del 'Gasket'

Coloca el 'gasket' dentro de la ranura de la campana

— Para el 'gasket' de menor tamaño (\leq DN800), se debe doblar en la forma que muestra la Figura 3 y después colocarlo en la ranura selladora de la campana;

— Para el 'gasket' de mayor tamaño ($>$ DN800), se debe doblar en la forma que muestra la Figura 4 y después colocarlo en la ranura selladora de la campana;

Cuando el 'gasket' sea colocado en la campana, aplica fuerza radial para que se inserte completamente en la ranura de la campana como se muestra en la Figura 5.

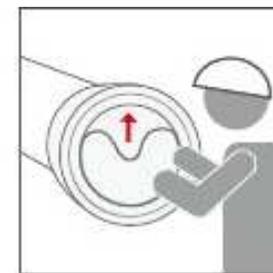


Figura 3 DN ≤ DN800

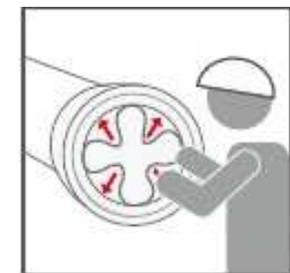


Figura 4 DN > DN800

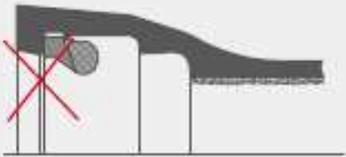
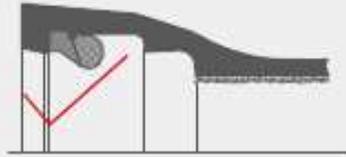


Figura 5

Lubrica la superficie que trabajará del gasket y la espiga del otro tubo, como la Figura 6

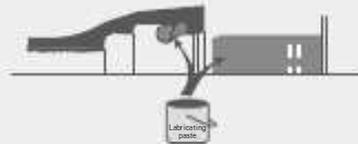


Figura 6 Aplicación del Lubricante



(2) Conexión de la Junta

Al conectar, alinea la espiga y la campana de ambos tubos, luego empuja lentamente la espiga dentro de la campana, e insértalo entre las dos líneas de la campana como se muestra en la Figura 7. Para la instalación inmediatamente si se presenta mucha Resistencia al insertar la tubería. Saque la tubería y revise el estado del gasket, de la campana y de la espiga, identifica las causas y corrija el problema antes de reinsertar la tubería.

Nota: Marca la línea de la espiga claramente antes de la instalación mientras se instale la tubería aserrada.

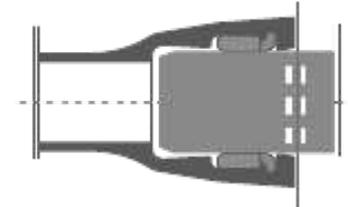


Figure 7 Le schéma de la profondeur de prise

Se pueden usar diferentes herramientas para instalar la tubería de hierro dúctil:

— Herramientas simples como palancas se pueden usar para tuberías debajo de DN150.

Se debe usar madera para proteger la campana del uso de una palanca (Figura 8);

— Herramientas como cable de acero y cadenas de guía para instalación de tubería mayores de DN200 (se debe proteger la tubería del contacto de cable de acero con materiales flexibles para evitar daños en interior tanto como en el exterior (Figura 9).

Refiérase a la Tabla 2 para el Peso y resistencia de cadenas de guía para instalar tuberías de hierro dúctil de diferentes especificaciones; se puede usar una excavadora también para la instalación (Figura 10) se debe proteger la tubería con madera al cargarla con la excavadora.

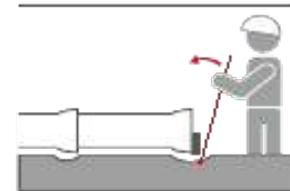


Figura8 Instalación Tubería DN80-DN150

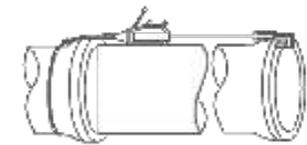


Figura9 Instalación Tubería DN200-DN2600



Tabla 2 Parámetros para Cadenas Guía para Junta tipo T

DN	Parámetros para Cadenas Guía(Ton)	Cadena Guía (PCS)
100-200	1	1
300-400	2	1
500-600	5	1
700-800	5	1
900-1000	5	2
1200-1400	8	2-3
1600-2000	10	2-3

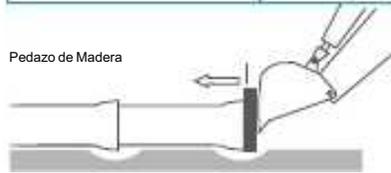


Figura 10 Instalación con Excavadora

(3) Revisión de Instalación

Ya terminada la conexión, el método mostrado en la Figura 11 se puede usar para revisar la posición del 'gasket' :

Use una regla de metal delgada para checar proporción de compresión en los 4 puntos de la espiga con separación de 90° entre ellos. La regla de metal se insertará en casi la misma profundidad en los 4 puntos, lo que indicará una conexión normal en la junta.

La profundidad de inserción en la espiga generalmente equivale a la profundidad P de la campana menos 10mm (véase Tabla 3 para las dimensiones de inserción de espiga). En la instalación real, la primera línea de la espiga debe de ser cubierta por la campana del siguiente tramo, y la segunda línea debe quedar expuesta.



Figura 11 Inspección de la colocación del 'gasket'

Tabla 3 Profundidad de Inserción de la Espiga en Juntas tipo T (Recomendada)

Dimensiones en Milímetros

DN	P-10		DN	P-10		DN	P-10	
	Junta Tipo T	Junta Tipo XT2		Junta tipo T	Junta XT2		Junta Tipo T	Junta XT2
80	75	82	450	110	105	1400	230	235
100	78	84	500	110	107	1500	240	—
125	80	—	600	110	112	1600	250	255
150	85	90	700	140	137	1800	290	265
200	90	95	800	150	147	2000	309	280
250	95		900	165		2200	—	318
300	100	97	1000	175	—	2400	—	336
350	100	100	1100	190	—	2600	—	355
400	100	102	1200	205	157	—	—	—

5.2.3 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil con junta tipo XT2

El método de conexión ve 5.2.2 Instalación de Hierro Dúctil con junta tipo-T y la profundidad de inserción de la espiga véase la tabla 3.

5.2.4 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil con junta tipo TF acerojada

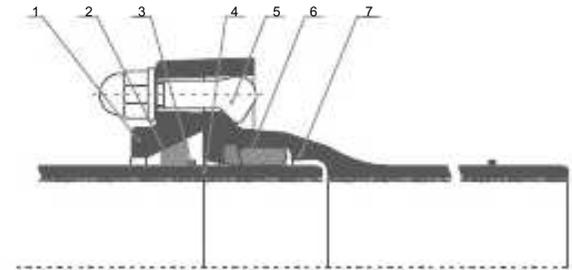


Figura 12

No	1	2	3	4	5	6	7
Nombre	Contrabrida	Anillo sellador	Talón soldado	Cordón de soldadura	Tornillos con cabeza gancho	Gasket	Campana

(1) Inspección y limpieza antes de la instalación

Limpia la superficie de trabajo de la campana con una brocha. Revisar cuidadosamente si hay defectos en la superficie interior de la campana, en especial si hay algo que pueda afectar el sellado de la junta.

Revisar si hay algún defecto en el gasket, glándula o anillo de sellado para la conexión;

Revisar si la camará de la espiga autoanclable y el talón soldado pueden cumplir con los requerimientos de instalación..



Figura 13 Instalación de la Glándula y el talón soldado

(2) Pasos de Instalación

1. Primero, empuja la glándula 1 y anillo de sellado 2 sucesivamente de la espiga 4 y se deben pasar a través del talón soldado, como se muestra en la figura 17. Cuando el anillo de sellado pase completamente por el talón soldado, empujalo hacia atrás para que el anillo de sellado pueda ajustarse a la superficie frontal del talón.

2. Inserte la espiga 4 en la campana 7 del otro tubo con el gasket 6 instalado (Refiérase a la sección 5.2.2 para la conexión específica).

3. Mueve la glándula hacia el anillo de sellado. Ajusta el espacio entre la glándula 1 y el cuerpo de la tubería para que esté distribuido uniformemente, mantén los extremos de la glándula 1 y la campana 7 en paralelo, haz que la superficie cónica interior de la glándula 1 se ajuste cerca a la superficie cónica exterior del anillo sellador 2, luego se aprieta el tornillo 5 para fijar la glándula 1 con la campana 7. Cuando se esté apretando el tornillo, procurar chequear y ajustar que el bisel y la inclinación del tornillo 5 se ajuste bien a la joroba de la campana, y que el espacio entre la glándula 1 y la cara del extremo campana este casi parejo.



5.2.5 Instalación de Tubería de Hierro Dúctil con junta tipo Xanchor autoanclada

— Gasket de Instalación

El Gasket Instalado se muestra en la Figura 14. Su instalación es igual que la junta tipo T. Véase la sección 5.2.2 para detalles.



Figura 14 Instalación del Anillo de Sellado

— Instalación del anillo de soporte

Coloque el anillo de soporte en su posición en la campana como se muestra en la Figura 15;



Figura 15 Instalación del anillo de soporte

— Instalación del Tapón

Paso 1: Instale dos tapones traseros en los dos bultos adyacentes en el anillo de soporte, e inserte la ranura del tapón al bulto del anillo de soporte, véase la Figura 16;



Figura 16 Instalación del Tapón Trasero



Paso 2: alinea las dos orillas biseladas de los tapones frontales con las orillas biseladas correspondientes de los tapones traseros; después presiona los tapones frontales entre los dos traseros, vea Figura 17; Nota: Asegurarse de presionarlos completamente en su lugar.



Figura 17 Instalación de Tapones Frontales

Paso 3: instala de manera alterna los tapones frontales y traseros. Cuando se instale el último tapón frontal se puede requerir una palanca para presionarlo entre los dos tapones traseros debido al aplastamiento, véase Figura 18;



Figura 18 Final Instalación de Tapones

— Conexión Campana-Espiga

La instalación es igual a la de la junta tipo XT2. Véase 5.2.3 para más detalles.



Figura 19 Conexión Final de Junta Xanchor

5.2.6 Instalación de la manga de protección de Politetileno

LEI método de la manga de Politetileno se refiere al método anticorrosivo para que la tubería de metal cumpla con su tiempo de servicio, esto usando tubería o protección de PE para cubrir la tubería enterrada antes de su instalación para protegerla del cualquier tipo de suelo corrosivo.

Estas mangas se han usado desde hace más de 50 años para proteger tubería de metal. Se ha probado a lo largo de los años en laboratorios y casos prácticos de ingeniería que este método es el que cuenta con mejor costo-beneficio para la anticorrosión, adecuado para tubería de hierro dúctil enterrada en suelos corrosivos.

Nota: Los ambientes altamente corrosivos con Corrientes parásitas de alta densidad y esas especificadas en el Anexo A de la AWWA C105 son excepción.

— Rendimiento Requerido de la Manga Protectora de PE

El material y el rendimiento de la manga de PE debe cumplir con los requisitos de las normas ISO 8180 o AWWA C105.

— Características de la Manga de PE

- A. Fácil de construir, alto costo-beneficio anticorrosión;
- B. Adecuado para la mayoría de los ambientes corrosivos;
- C. No requiere mantenimiento;
- D. A excepción de las propiedades del material, el efecto protector depende principalmente de la calidad de la instalación.

— Método de Instalación

Método A: Método de Cubierta (véase la figura)

Cubre mangas largas de PE por fuera de la tubería de hierro dúctil y traslapa en las juntas.



Método B: Método de Envoltura (véase la figura)

Envuelve toda la tubería con una hoja suficientemente ancha



Nota: si este método es aplicado a tubería atornillada, una capa de manga de politetileno de protección se debe agregar a las juntas;

— Secuencia de Instalación (Método A por ejemplo)

Paso 1: Use cable de acero para levantar la tubería casi al medio y mantenerla completamente despegada del suelo; Colocar la manga pre-cortada (1m más larga que el tubo) sobre la tubería entre la espiga y donde se encuentra el cable;



Paso 2: Baja la tubería a la zanja y conecta al tramo ya instalado.



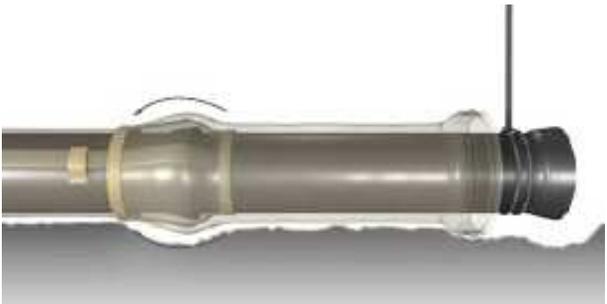
Paso 3: Recorre el cable de acero, levanta la campana del tubo y procede a cubrir todo el tramo de tubería



Paso 4: Jale el exceso de manga de PE al costado del extremo de la campana, envuelve la tubería en las juntas y usa cinta adhesiva para asegurarlo en su lugar;



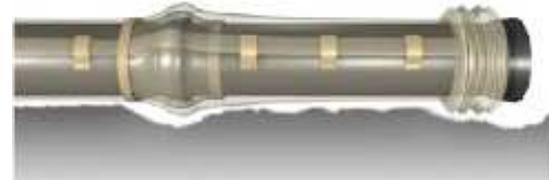
Paso 5: Endereza el exceso de manga al final de la espiga, extiéndelo y envuelve la junta. Después amontona el resto al final del tramo;



Paso 6: Tome la parte floja de la manga a lo largo del tramo para asegurar que se ajuste bien pero no muy apretado. Doble el exceso de la manga por encima del tubo;



Paso 7: Asegure el doblez de la manga de PE a lo largo de la dirección axial del tubo con cinta adhesiva a cada metro;



Paso 8: Repare los rasgones pequeños, o cualquier otro daño con cinta adhesiva o cinta de PE



Paso 9: Rellene la zanja cuidadosamente de acuerdo a la AWWA C600. Hágalo lentamente para evitar daños a la manga de PE .

— Dimensiones de la manga de Polietileno

Tabla 4 Ancho de la Manga de PE para tubería de HD (mm)

DN	100	200	300	500	800	1000	1200	1500	1800	2000
Ancho mínimo del PE(Hoja)	580	950	1300	2000	3050	3720	4400	5470	6550	7200

Para prevenir que objetos grandes y duros dañen la manga de PE durante el relleno, se puede colocar una cubierta suave sobre la tubería como prado mientras que se debe evitar piedras y objetos duros en el relleno. De preferencia se debe evitar caminar sobre la tubería instalada para evitar daños en la manga. Para piezas especiales como Tees o Cruces, es necesario cortar la manga de PE o envolver directamente la hoja de PE alrededor de todo el tubo y después pega las juntas de manga de PE con cinta adhesiva.

5.2.7 Construcción de la tubería 'Jacking' XTJ

La construcción tipo Jacking consiste en utilizar la fuerza generada por el equipo de gatos en la fosa de trabajo para vencer la fricción entre la tubería y la tierra que la rodea y se usan los gatos para colocar la tubería sección por sección en el suelo tal como el diseño lo requiera, después se quita la tierra hasta que se haya colocado toda la tubería, como se muestra en la figura de abajo .



Construction of XTJ jacking pipe

5.2.7.1 Investigación de Construcción

- Clase y Profundidad de la capa de tierra
- Propiedades Físicas y Mecánicas de la masa y capa de tierra
- Nivel de Aguas Subterráneas y presión
- Corrosividad de las aguas subterráneas y suelo
- Distribución de las tuberías y estructuras subterráneas, etc
- Cargas Muertas en el suelo, tales como edificios y Cargas dinámicas en el suelo, etc.



5.2.7.2 Selección de métodos con uso de gatos y banco de empuje

Los métodos de gato para tubería se deben seleccionar en base a la naturaleza del suelo, diámetro del tubo, nivel freático, estructuras e instalaciones cerca del sitio, etc., y es determinado después de una comparación técnica y económica. En caso de no contar con experiencia relevante para estos casos, se debe referir a la Tabla 5.

Tabla 5 Referencia para selección de banco de empuje

Estrato		Banco de Empuje Abierto			Banco de Empuje Balanceado		
		Mecánico	Extrusión	Excavación Manual	Presión de Tierra	Suspensión	Balance Presión
Encima del Nivel Freático	Suelo Cementado	√√					
	Suelo Estable	√√		√			
	Suelo Suelto	√	√	√√			
Debajo del Nivel Freático	Lodo fd>30KPa		√		√√	√	√
	Agua en s.. arcilloso>30%		√√		√√	√	√
	Agua en s. limoso <30%				√	√√	√
	Suelo limoso				√	√√	√
	s. arenoso k<10-4 cm/s					√√	√√
	s. arenoso k<10-4~10-3 cm/s					√	√√
	Grava-arena k<10-3~10-2 cm/s					√	√
	Con obstáculos						√

5.2.7.3 Preparación de Instalación antes de la Construcción

— Requerimientos de diseño del pozo de trabajo y el pozo receptor

(1) Reglamentos Generales

- Para facilitar el drenado, excavación y transporte, el pozo de trabajo y el pozo receptor se deben colocar cerca de energía y agua, lejos de zonas residenciales y líneas de alto voltaje, evitando impacto negativo en los edificios e instalaciones de los alrededores mientras sea posible;
- El pozo de trabajo y el pozo receptor se pueden armar con hojas de acero, cajón hidráulico, pilas coladas o paredes subterráneas de diafragma;
- El pozo de trabajo y el pozo receptor se pueden construir de forma circular, rectangular o poligonal. El pozo intermedio que cruza la tubería y el pozo de trabajo hondo puede ser circular o poligonal.

(2) Diseño del Pozo de Trabajo

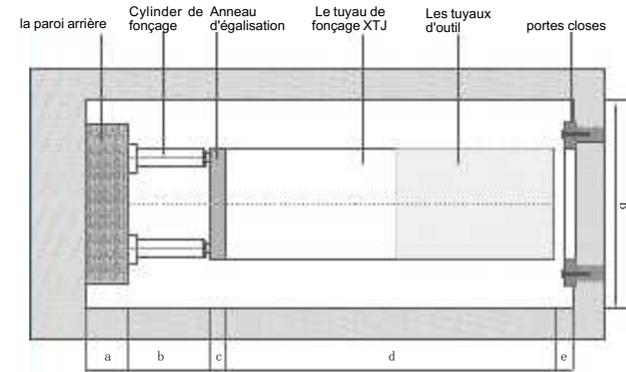


Figura 20 Diseño de pozo de trabajo

— Determinando la longitud mínima del pozo de trabajo

La longitud interna mínima del pozo de trabajo se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$L \geq a + b + c + d + e$$

Donde:

- L — longitud Mínima interna del pozo de trabajo (m)
- a — grosor de la pared trasera, generalmente de 0.6 m
- b — longitud del gato (m), generalmente de 2.5 m
- c — grosor del anillo de presión, generalmente de 0.2 m
- d — longitud del banco de empuje o tubo, escoge un valor mayor (m)
- e — ancho del sellado y exceso instalado (m)

— Determinando el ancho mínimo para el pozo de trabajo

El Ancho mínimo de un pozo de trabajo rectangular debe seguir la sig. Fórmula:

$$B = D + (2.0 \sim 4.0)$$

Donde: B — ancho interno neto del pozo de trabajo (m);

D — máximo diámetro exterior del tubo (m)

(3) Tamaños del pozo receptor

El ancho mínimo neto interno del pozo receptor no debe ser mayor al ancho mínimo neto del pozo de trabajo; la longitud mínima interna neta de l pozo receptor debe ser suficiente para poder quitar el banco de empuje y sacarlo del pozo, al igual espacio para conectar la tubería.

— Resistencia de la Pared Trasera

(1) Requisitos Básicos

Resistencia Suficiente

Rigidez Suficiente

Superficie plana de la pared trasera

Material Homogéneo

Estructura Simple, sencillo de armar y desarmar

(2) Fórmula para calcular la fuerza reactiva de la pared trasera

Asumiendo que el levantamiento con el gato principal es impuesto uniformemente en el suelo detrás de la fosa de trabajo a través de la pared trasera, la fuerza de reacción R de la pared trasera debe ser 1.2 – 1.6 veces el total de la fuerza del gato F₀ para asegurar la seguridad de la pared trasera durante el levantamiento. La fuerza R se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$R = \alpha \cdot B \cdot \left(\gamma \cdot H^2 \cdot \frac{K_p}{2} + 2c \cdot H \cdot \sqrt{K_p + \gamma \cdot h} \cdot H \cdot K_p \right)$$

Donde: R — Fuerza de Reacción de Empuje Total(kN)

α — coeficiente, rango de 1.5 a 2.5

B — ancho de pared trasera (m)

γ — masa total del suelo (kN/m³)

H — altura de la pared trasera (m)

K_p — coeficiente presión tierra pasiva (véase Tabla);

C — cohesión de la tierra (kPa)

h — altura del suelo desde el fondo hasta la cima de la pared trasera (m)



Tabla 6 Coefficient of Active and Passive Earth Pressures of Soil

Tipo de Suelo	Angulo de fricción interna Φ(°)	Coefficiente de presión tierra pasiva K _p	Coefficiente de presión tierra activa K _A	$\frac{K_p}{K_A}$
e sol souple	10	1.42	0.70	2.03
le sol argile	20	2.04	0.49	4.16
le sol argile sableuse	25	2.46	0.41	6.00
le sol limon	27	2.66	0.38	7.00
la sable	30	3.00	0.33	9.09
le sol gravel	35	3.69	0.27	13.67

5.2.7.4 Equipo Auxiliar Principal para construcción

— Máquina de Izamiento

El levantamiento por gato de la tubería requiere equipo para izamiento vertical y transporte. Grúa Aérea o un camion con grúa se puede usar durante circunstancias normales, y sus capacidades de levantamiento deben cumplir con los siguientes requerimientos de trabajo:

- ① Montar y desmontar el equipo para colocación con gato
- ② Levantamiento de la línea de tubería. Montaje y desmontaje del riel superior
- ③ Transporte vertical de la tierra y otro material;

— Instalación de equipo para transportar terraplén

Hay dos tipos de transporte: transporte por medio de la tubería o por el campo. Para hacerlo por medio de la tubería, la naturaleza del suelo se debe considerar para poder escoger el equipo adecuado, el espacio requerido, cantidad de tierra por empuje, longitud del gato, etc.

— Sistema de Ventilación

Para tubería de largos tramos, se necesita que un trabajador esté operando dentro de la misma línea de tubería durante la construcción. Si el trabajador permanece mucho tiempo dentro de la tubería, fácilmente puede ocurrir un accidente por falta de oxígeno. Por lo tanto, se debe contar con un compresor de aire para ventilar el pozo de trabajo y la línea de la tubería para asegurar el bienestar de los trabajadores.

5.2.7.5 Cálculo de la fuerza

1) Fuerza de los Gatos

La fuerza total de los gatos en la tubería se puede calcular con la siguiente tubería

$$F_0 = \pi D_1 L f_k + N_f$$

Dónde: F₀ — valor estándar de la fuerza total de los gatos (kN);

D₁ — diámetro externo del tubo (mm);

L — longitud diseñada de empuje de la tubería (m);

f_k — fricción promedio entre el tubo y la tierra (kN/m²)

N_f — Resistencia del banco de empuje, la cual se pueda calcular con la Tabla 8 de acuerdo a diferentes configuraciones, (kN)

Tabla 8 Fórmula para calcular Resistencia en el banco de empuje (NF)

Cara de Banco de Empuje	Tipo de Máquina	Fórmula para el cálculo de la Resistencia	Simbolo en la Fórmula
Filo	Excavación Manual Mecánica	$N_F = \pi(D_g - t) t R$	Grosor de la cuchilla (m)
Campana	Empuje	$N_F = \pi D_g^2 (1 - e) R / 4$	Tasa de apertura
Cuadrícula	Empuje	$N_F = \pi D_g^2 a R / 4$	Parámetros de la sección De pref. a = 0.6~1.0
Cuad. con presión	Balace presión de aire	$N_F = \pi D_g^2 (aR + P_a) / 4$	P_a —La presión de aire (kN / m ²)
Cortador Grande	Presión de Tierra y Lodo	$N_F = \pi D_g^2 \gamma_t H_F / 4$	γ_t — específica del suelo (kN / m ³) H_F —grosor del sobrecargado(m)

A. D_g -- diámetro externo del banco de empuje (m)
B. R - Resistencia de extrusión (kN/m²), preferentemente R = 300 ~ 500 kN / m².

5.2.7.6 Excavación y Empuje

La excavación y el empuje por medio de gatos puede comenzar cuando el equipo en la fosa de trabajo haya sido instalado y mantenido en buenas condiciones durante la inspección.

Primero, baje el tubo al riel de guía y colóquelo en su lugar, instale el anillo de empuje, cheque las elevaciones, del centro y parte inferior del tubo, si cumplen con los requerimientos de diseño se puede empezar con el trabajo.

Precauciones a considerar:

— Principios generales

- Opera continuamente con el principio de empujar después de excavar, empujando mientras seguía excavando, sin entrar a ningún tipo de suspensión ya que incrementará la resistencia y dificultad de empuje.
- La calidad de la instalación de tubería por gatos está relacionada con la dirección del empuje y la elevación de la primera sección del tubo. Es necesario medir frecuentemente y corregir a tiempo cualquier desviación;
- Si el trazo del cilindro de empuje es menor que la longitud de un tramo de tubo, entonces el pistón puede ser retirado después de que el cilindro del pistón se estrechó a una ciclo de trabajo, ahora un anillo de empuje se puede añadir entre el pistón y el tubo empujado, el proceso puede seguir continuamente;
- Ya que la terracería en frente de la tubería colapse o el indicador de presión de la bomba se oscile significativamente durante el empuje, el trabajo se debe interrumpir inmediatamente y se podrá seguir ya que se determinen las causas y sean corregidas;
- La fuerza máxima de trabajo de empuje del cilindro no debe exceder el empuje permisible.

— Estas medidas relevantes se pueden tomar en cuenta para reducir la resistencia

La manera más efectiva para reducir la Resistencia de empuje durante tramos largos de tubería es usando

lechada, inyectándolo alrededor de la pared del tubo para formar un tipo de manga lubricante para así reducir la resistencia al empujar.

— Medidas para evitar hundimiento de suelo

Para suelo sin estabilizar, se puede aplicar seleccionar un banco de empuje con función de balance en vez de un banco a excavación abierta. Se puede establecer un punto de observación a nivel del suelo, y los parámetros de balance del banco de empuje se pueden determinar con pruebas de empuje.

5.2.8 Construcción bajo condiciones especiales

5.2.8.1 Colocando tubería en pendientes

Existirá riesgo de deslaves cuando se coloque tubería en las siguientes pendientes:

- Tubería colocada sobre el suelo con pendiente mayor a 20%;
- Tubería colocada debajo del suelo con pendiente mayor a 25%;

Este riesgo se puede eliminar por medio de la colocación de un bloque de concreto detrás de la campana (en este caso, la campana va hacia arriba), como se muestra en la Figura 21.

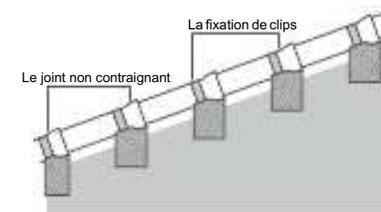


Figura 21 Tubería en pendientes

5.2.8.2 Colocando tubería en suelo nivelado

— Para la tubería espiga-campana colocada en el suelo, se sugiere colocar un soporte por cada tramo como un bloque de concreto, que se colocará detrás de la campana.

— Fije el tubo en el soporte con una banda de acero. Inserte un pedazo de hule para incrementar la fricción entre la banda y el tubo. Y así, el elongamiento axial que puede sufrir el tubo por temperatura puede ser absorbido en cada junta;

Para más detalle, véase las Figuras 22 y 23.

Las piezas que probablemente produzcan un empuje debido a la presión interna, como codos y tees, serán protegidas por este anclaje.

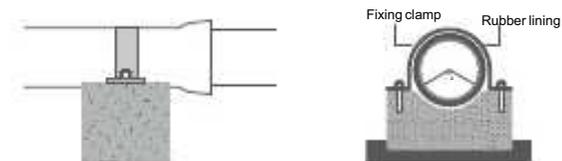


Figura 22 Clip puesto detrás de la campana

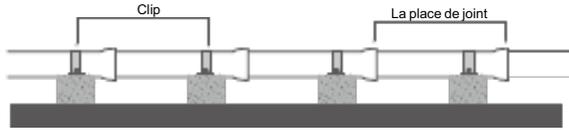


Figura 23 Tubería en suelo nivelado

5.2.8.3 Instalación a través de zanjas

Hay tres métodos de instalación para atravesar zanjas,

- sujetándose al Puente existente como en la Figura 24a;
- construir un Puente especial como en la Figura 24b;
- colgado debajo de un Puente como en la Figura 24c:

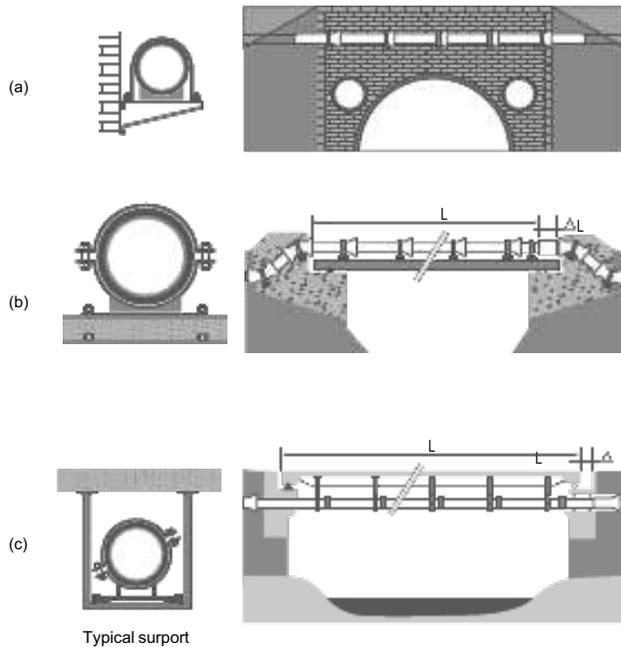


Figura 24 Instalaciones típicas de tubería cruzando ríos

5.3 Relleno de la Zanja

(1) Rellene la zanja a tiempo cuando la construcción ya haya sido completada e inspeccionada.

— Para tubería de presión, ambos costados y la parte superior del tubo, a excepción de las juntas, se deben de rellenar con no más de 0.5m antes de la prueba de presión de agua. Las partes restantes se rellenarán a su tiempo cuando cumpla para hacerlo durante la prueba de presión.

— Tuberías de gravedad serán rellenadas cuando sea adecuado durante la prueba de presión.

(2) Se deben de cumplir los siguientes requisitos al rellenar la zanja::

- A. Limpia ladrillos, bloques, piedras y madera y demás escombros en la zanja;;
- B. No debe haber agua dentro de la zanja, no rellene si hay agua;

(3) Los siguientes requerimientos deben de cumplirse durante el relleno:

- A. Revisar que la tubería no tenga daños o deformaciones antes de rellenar la zanja, si acaso existe debe de ser reemplazada;
- B. El rango del ángulo efectivo de soporte en la base del tubo debe ser llenada y compactada con arena granular manteniendo contacto cercano con las paredes del tubo;
- C. Rellena y compacta simultáneamente por ambos lados del tubo, tomando medidas para evitar flotamiento y desplazamiento al rellenar debajo del centro del tubo;
- D. Se debe apisonar manualmente desde la base de la tubería hasta 500mm por encima del lomo del tubo durante el relleno, El relleno por encima de los 500mm debe ser compactado con maquinaria por ambos lados del tubo.

(4) Requisitos al relleno:

- ① No debe haber material orgánico o congelado, u objetos duros como ladrillos y piedras mayores de 50mm desde el fondo de la zanja hasta 500mm encima del lomo del tubo;
- ② Si se esta relleno a temperaturas de congelación, la tierra congelada se puede mezclar por encima de los 500mm del lomo del tubo, pero no puede sobrepasar el 15% del volumen del relleno;
- (5) La profundidad de la capa suelta del relleno puede ser seleccionada en base a la aplicación de compactación especificada en la Tabla 8.

Tabla 8 Profundidad Suelta de cada capa del relleno

Herramienta de compactación	Profundidad de capa suelta(mm)
Pisón de Acero o Madera	≤200
Aparato de Compactacion Ligera	200-250
Rodillo	200-300
Rodillo Vibratorio	≤400

(6) Cuando la tubería sea puesta debajo de una vialidad, el camino debe de ser pavimentado inmediatamente después de colocarla; cuando el tubo este localizado en una capa de suelo blando y secciones con alto nivel freático, la arena gruesa y mediana se debe usar para rellenar primero y compactar las esquinas auxiliares de la base del tubo, y después esa arena gruesa y mediana se usará para rellenar por capas hasta 500mm encima del lomo del tubo.

(7) Cuando el tubo de hierro dúctil este relleno a la elevación de diseño, la deformación del tubo debe ser medida en las próximas 12 a 24 h, y debe cumplir con los requerimientos del diseño; si estos no son disponibles, la deformación no debe superar el 2%.

(8) El grosor de la cubierta por encima del lomo del tubo debe de satisfacer los requerimientos del diseño, refiérase al apéndice B de esta especificación si no se encuentran los requerimientos

5.4 Reparación de recubrimiento

Cualquier daño en el recubrimiento exterior o interior durante manejo, transporte o instalación debe de ser reparado. Refiérase al 1.10 para verlo con más detalle.

5.5 Métodos de Calibración en Círculo

La espiga del tubo se puede volver ovalada con el manejo y transporte del tubo. Para tubos menores de DN400, la parte deformada debe ser cortada, mientras que las pipas mayores a DN500 se debe usar el dispositivo para calibrar en círculo (Figura 25) Y se debe poner atención en:

(1) El tamaño y la forma de los arcos superiores e inferiores deben de ser ajustados de acuerdo a la especificación del tubo que se va a calibrar;

(2) Datos de referencia para cantidad de fuerza en la calibración en círculo: se necesita fuerza de sobra en el gato durante la calibración, si el diámetro nominal es de 100mm, se debe ajustar el gato a 105mm al calibrarse, este valor de más depende de varios factores como tamaño, grosor y forma elíptica del tubo, y el valor exacto puede ser determinado con pruebas en campo;

(3) Ya que el revestimiento de mortero se fracture durante la calibración, se debe reparar como sea requerido.

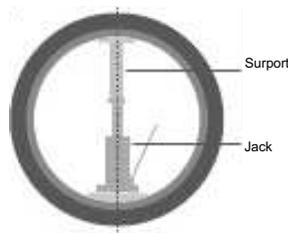


Figure 25 Devices for circle-calibrating

5.6 Corte de la Tubería

(1) Cuando la espiga del tubo tenga algún daño por el manejo o transporte, que afecte la instalación, esta parte se cortará;

(2) En el caso que la longitud del tubo sea determinada en el campo para poder instalar piezas especiales el tubo deberá ser cortado.

1. Para tubos con diámetro \leq DN300, se puede cortar a 2/3 del tubo empezando del extremo de la espiga;

2. Para tubos con diámetro $>$ DN300, los fabricantes suelen proveer tubos cortables con cierto porcentaje.

(3) Herramientas para cortar: cortador abrasivo o sierra metálica eléctrica se puede usar. Se prohíbe el corte con método de oxígeno, ya que las temperaturas altas pueden afectar el desempeño del hierro dúctil.

(4) Para juntas tipo T y tipo XT2, el extremo recién cortado debe ser redondeado y biselado para evitar daño al gasket durante la instalación.



Figura 26 Cortador Abrasivo



Figura 27 Biselado en Espiga

Tabla 9 Dimensiones del Biselado

DN	DE(mm)	X(mm)	Y(mm)	DN(mm)	DE(mm)	X(mm)	Y(mm)
80	98	9	3	600	635	9	3
100	118	9	3	700	738	15	5
125	144	9	3	800	842	15	5
150	170	9	3	900	945	15	5
200	222	9	3	1000	1048	15	5
250	274	9	3	1100	1152	15	5
300	326	9	3	1200	1255	15	5
350	378	9	3	1400	1462	21	7
400	429	9	3	1500	1565	21	7
450	480	9	3	1600	1668	21	7
500	532	9	3	1800	1875	27	9

5.7 Soldadura de la Junta auto-anclada

Bajo la guía de un soldador profesional, el tubo de hierro dúctil se puede soldar en el campo. El soldado se puede hacer bajo ciertas condiciones del ambiente.

— Herramientas para Soldar

Las herramientas principales son el soldador, la amoladora, electrodo a base de níquel, plato de cobre, etc;

— Procedimiento de Soldadura

1. Primero, limpia cuidadosamente la superficie externa con la rueda de la abrasión, como en la Figura 28. El pulido no debe afectar el grosor de la pared del tubo;
2. Fije la placa de cobre a la pared externa del tubo de acuerdo a los tamaños de la tabla 10. El anillo guía de cobre debe estar cerca a la pared del tubo. Si es necesario, dar unos golpes con un martillo, como se muestra en la Figura 29;
3. Soldar en capas para asegurar la calidad del soldado como se muestra en la Figura 29;
4. Quite el Anillo Guía de Cobre, y pule el anillo de soldadura a las dimensiones mostradas en la Figura 30 y la tabla 10.



Figure 28 Surface cleaning

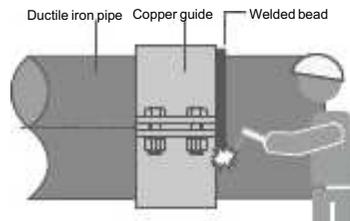


Figura 29 Anillo de Soldadura

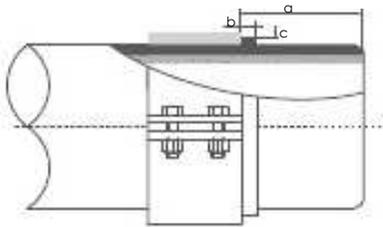


Figura 30 Dimensiones de la soldadura para junta TF auto anclada

Tabla 10 Dimensiones de la soldadura en junta TF autoanclada

DN	PFA(bar)	Parámetros de soldadura(mm)			DN	PFA'(bar)	Parámetros de Soldadura(mm)		
		a	b	c			a	b	c
DN80	30	82	5	4	DN500	25	116	6	4.5
DN100		85			116		6	4.5	
DN150		89			148		8	5	
DN200		95			158		8	5	
DN250		105			175		8	5	
DN300	25	105	5	4	DN900	23	185	10	6
DN350		105			200	10	6		
DN400		105			217	12	6		

La table de arriba muestra los parámetros de la soldadura para la junta TF autoanclada DIP de la clase K9. Si la presión de diseño es mas alta que el valor PFA en la table de arriba, los parámetros de la soldadura y el espesor del tubo se incrementarán de la manera que corresponda. Por favor contactamos par parámetros específicos.

— Reparación del Recubrimiento

Limpia el are de la soldadura. La superficie debe estar suave y limpia, libre de polvo y aceite. Refiérase a la sección 1.10 para verlo con más detalle.

5.8 Reparando una tubería dañada

Si la tubería de hierro dúctil que se está usando está dañada localmente y se presenta fuga, se puede reparar con un collar tipo-K. El procedimiento es el siguiente:

(1) Excavación y rompimiento del tubo

Excave donde se presenta el daño en la tubería, corte la parte afectada después de confirmar el daño, como se muestra en la Figura 31;

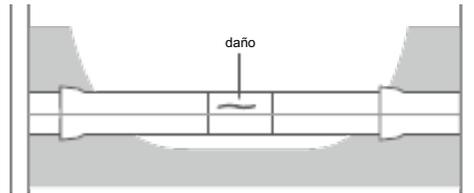


Figura 31 Cortando el Tubo

(2) Preparación del reemplazo de tubo

Prepare una sección doble espiga de la misma especificación y dos juegos de ensamble del collar tipo K;

(3) Instale el collar tipo K

Conecte los dos extremos de los collares tipo K a los dos extremos del tubo a repararse, para que la espiga del tubo original puede ser insertada en la profundidad máxima de instalación del collar tipo K, vea la figura 32 para detalles;

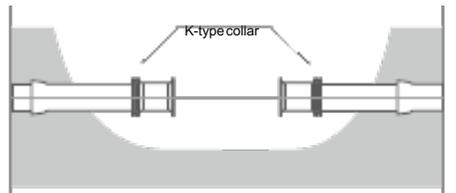


Figura 32 Instalación del Collar tipo K

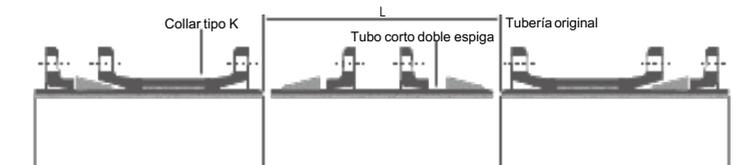


Figura 33 Detalles de Instalación del collar tipo K

(4) Reemplazo del Tubo

Como se muestra en la figura 33, corta una sección del mismo tamaño con doble espiga con longitud L-8, y póngalo en posición para reemplazar;

(5) Conexión del collar

Mueva axialmente los dos collares tipo K hacia la sección de tubería que se metió y conéctelos. La conexión completa se muestra en la Fig. 24;

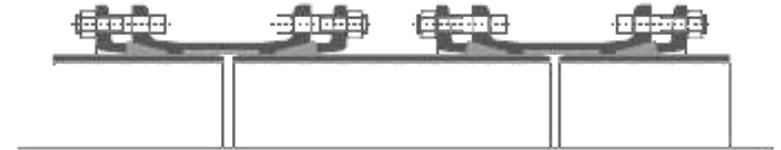


Figura 34 Reparación con collar tipo K

(6) Reparación del Recubrimiento

Repare el recubrimiento dañado durante los cortes de acuerdo a los requerimientos que da el fabricante antes de instalar las partes. Refiérase a la sección 1.10 para ver más detalles.

5.9 Prueba de Presión y Aceptación

Una línea de tubería recién instalada para agua potable o drenaje debe de someterse a una prueba de presión hidrostática antes de ponerse en uso. La presión de prueba y los criterios serán de acuerdo a la ISO 10802 .

5.9.1 Provisiones en una Prueba de Presión

— Longitud de la Sección Probada

A menos que se especifique lo contrario, la longitud de la sección probada no debe ser mayor a 1000-1500m

— Prueba de Presión

1) La presión de prueba en el punto más bajo no debe ser menor que los valores límites especificados en a) o b) (el que sea mayor)

a) Cuando la presión de trabajo se menor o igual a 10 bares, la presión de prueba será 1.5 veces la presión de trabajo.

b) Presión máxima de trabajo.

2) La presión de prueba en el punto más alto no debe ser menor a la presión de trabajo en el mismo punto.

3) No se debe exceder la presión de prueba.

a) Presión máxima de prueba aplicable para tubos, piezas especiales, bridas y accesorios se especifica en la norma ;

b) Presión de diseño de la abrazadera o ancla.

5.9.2 Inyección de Agua

— En general, cuando se le está metiendo agua a la parte más baja de la sección probada, el agua fluirá de tal manera que el aire será eliminado; se debe contar con expulsores de aire en las partes más elevadas.

— Se recomienda que el flujo del agua inyectada no exceda el 10% del flujo de diseño.

— La tubería revestida de mortero deberá mantener agua por un periodo de tiempo después de la inyección para que el revestimiento pueda absorber agua (no menos de 24 h, el tiempo se determinará de acuerdo a la humedad del ambiente)

5.9.3 Procedimiento para la Prueba

— Inspecciona visualmente todas las juntas expuestas y piezas especiales, etc. para revisar que no haya fuga u otros defectos después de inyectar agua y antes de incrementar la presión; cuando pase la

inspección, el sitio de la prueba deberá mantener la presión de trabajo por suficiente tiempo para estabilizar la presión.

— Incremente establemente la presión hasta llegar a la presión de prueba indicada después de que haya pasado la inspección visual. Si es necesario, mantén la presión de prueba con una bomba dentro del rango de la presión de prueba + - 0.1 bares por al menos una hora.

— Mantén la presión de prueba por al menos: una hora para $DN \leq 600$; tres horas para $600 < DN \leq 1400$; y seis horas para $DN > 1400$. Mientras tanto, la cantidad de agua para mantener la presión será medida.

5.9.4 Criterio de Selección

Línea de Presión: la pérdida de agua no debe exceder 0.001 l/hr/km (longitud de tubería)/mm (tamaño nominal) bares (presión estática, presión hidráulica promedio en el área probada, si las elevaciones de todas las localidades en la misma línea son bastantes diferentes, luego el criterio de pérdida será calculado en base a las presiones promedio pesadas). La prueba de presión se considera aprobada cuando la pérdida de agua en una línea de DN100 por kilómetro sea menor a 1/h con una presión de 10 bares.

Líneas sin presión: la pérdida de agua no debe exceder 0.1 l/km (longitud de la línea)/mm (tamaño nominal). Sin embargo, cuando la presión requerida para la prueba sea más de 1 bar, el criterio de selección de una línea de presión aplicará.



Capítulo 6
Accesorios
y Piezas
especiales de
Hierro Dúctil
Xinxing



Capítulo 6 Accesorios y Piezas especiales de Hierro Dúctil Xinxing

6.1 Nombres y símbolos de los accesorios.....	158
6.2 Parámetros técnicos para accesorios y piezas especiales.....	160

- (1) Extremidad Brida-espiga (Véase Figura 1 y Tabla 1)
- (2) Manguito Campana-espiga (Véase Figura 2 y Tabla 2)
- (3) Manguito doble Campana (Véase Figura 3 y Tabla 3)
- (4) Extremidad Brida-campana (Véase Figura 4 y Tabla 4)
- (5) Manguito doble Espiga (Véase Figura 5 y Tabla 5)
- (6) Codo doble Campana 90° (Véase Figura 6 y Tabla 6)
- (7) Codo doble Campana 45° (Véase Figura 7 y Tabla 7)
- (8) Codo doble Campana 22.5° (Véase Figura 8 y Tabla 8)
- (9) Codo doble Campana 11.25° (Véase Figura 9 y Tabla 9)
- (10) Codo campana-espiga 90° (Véase Figura 10 y Tabla 10)
- (11) Codo campana-espiga 45° (Véase Figura 11 y Tabla 11)
- (12) Codo campana-espiga 22.5° (Véase Figura 12 y Tabla 12)
- (13) Codo campana-espiga 11.25° (Véase Figura 13 y Tabla 13)
- (14) Codo doble Brida 90° (Véase Figura 14 y Tabla 14)
- (15) Codo doble Brida 45° (Véase Figura 15 y Tabla 15)
- (16) Codo doble Brida 22.5° (Véase Figura 16 y Tabla 16)
- (17) Codo doble Brida 11.25° (Véase Figura 17 y Tabla 17)
- (18) Codo doble Brida 90° con patin (Véase Figura 18 y Tabla 18)
- (19) Reducción doble Campana (Véase Figura 19 y Tabla 19)
- (20) Reducción doble Brida (Véase Figura 20 y Tabla 20)
- (21) Doble codo Campana-campana (Véase Figura 21 y Tabla 21)
- (22) Doble codo Campana-espiga (Véase Figura 22 y Tabla 22)
- (23) Tee doble Campana con ramal bridada (Véase Figura 23 y Tabla 23)
- (24) Tee Bridada (Véase Figura 24 y Tabla 24)
- (25) Tee Campanas (Véase Figura 25 y Tabla 25)
- (26) Tee Campana-espiga con ramal campana (Véase Figura 26 y Tabla 26)
- (27) Tee Campana-espiga con ramal bridada (Véase Figura 27 y Tabla 27)
- (28) Tee doble Campana con ramal de salida inferior bridada (Véase Figura 28 y Tabla 28)
- (29) Tee Campanas con ramal de salida inferior campana (Véase Figura 29 y Tabla 29)
- (30) Tee Campana-espiga con ramal de salida inferior bridada (Véase Figura 30 y Tabla 30)
- (31) Tee 45° Campanas (Véase Figura 31 y Tabla 31)
- (32) Tee 45° Bridada (Véase Figura 32 y Tabla 32)
- (33) Cruz Campanas (Véase Figura 33 y Tabla 33)
- (34) Cruz Bridada (Véase Figura 34 y Tabla 34)
- (35) Cruz Campana-espiga-doble campana (Véase Figura 35 y Tabla 35)

- (36) Tapón Espiga Tipo T (Véase Figura 36 y Tabla 36)
- (37) Tapón Campana Tipo T (Véase Figura 37 y Tabla 37)
- (38) Cople flexible (Véase Figura 38 y Tabla 38)
- (39) Adaptador bridado (Véase Figura 39 y Tabla 39)
- (40) Junta de Desmantelamiento (Véase Figura 40 y Tabla 40)
- (41) brida campana de succión (Véase Figura 41 y Tabla 41)
- (42) Bridas
 - PN10 (Véase Figura 42 y Tabla 42)
 - PN16 (Véase Figura 42 y Tabla 43)
 - PN25 (Véase Figura 42 y Tabla 44)
 - PN40 (Véase Figura 42 y Tabla 45)
- (43) Bridas soldadas
 - PN10 (Véase Figura 43 y Tabla 46)
 - PN16 (Véase Figura 43 y Tabla 47)
 - PN25 (Véase Figura 43 y Tabla 48)
- (44) Brida de empotramiento soldada (Véase Figura 44 y Tabla 49)
- (45) Bridas ciegas
 - PN10 (Véase Figura 45 y Tabla 50)
 - PN16 (Véase Figura 45 y Tabla 51)
 - PN25 (Véase Figura 45 y Tabla 52)
- (46) Bridas de reducción
 - PN10 (Véase Figura 46 y Tabla 53)
 - PN16 (Véase Figura 46 y Tabla 54)
 - PN25 (Véase Figura 46 y Tabla 55)
- (47) Brida de empotramiento flexible (Véase Figura 47 y Tabla 56)
- (48) Tornillos para la conexión de bridas (Véase Figura 48 y Tabla 57)

6.1 Nombres y símbolos de los accesorios

No.	Nombre de producto	Símbolo	DN	Figura No.	Tabla No.
1	ExtremidadBrida-espiga		80-2000	1	1
2	Manguito Campana-espiga		80-1800	2	2
3	Manguito doble Campana		80-2000	3	3
4	ExtremidadBrida-campana		80-2000	4	4
5	Manguito doble Espiga		80-2000	5	5
6	Codo doble Campana 90°		80-1400	6	6
7	Codo doble Campana 45°		80-2000	7	7
8	Codo doble Campana 22.5°		80-2000	8	8
9	Codo doble Campana 11.25°		80-2000	9	9
10	Codo campana-espiga 90°		80-1400	10	10
11	Codo campana-espiga 45°		80-2000	11	11
12	Codo campana-espiga 22.5°		80-2000	12	12
13	Codo campana-espiga 11.25°		80-2000	13	13
14	Codo doble Brida 90°		80-1400	14	14
15	Codo doble Brida 45°		80-2000	15	15
16	Codo doble Brida 22.5°		80-2000	16	16
17	Codo doble Brida 11.25°		80-2000	17	17
18	Codo doble Brida 90° con patín		80-1000	18	18
19	Reducción doble Campana		80-2000	19	19
20	Reducción doble Brida		80-2000	20	20
21	Doble codo Campana-campana		100-300	21	21
22	Doble codo Campana-espiga		100-300	22	22
23	Tee doble Campana con ramal bridada		100-2000	23	23
24	Tee Bridado		80-2000	24	24
25	Tee Campanas		80-2000	25	25
26	Tee Campana- espiga con ramal campana		80-2000	26	26
27	Tee Campana-espiga con ramal bridada		80-2000	27	27
28	Tee doble campana con ramal inferior bridada		100-2000	28	28
29			100-2000	29	29
30	Tee Campan-espiga con ramal inferior bridada		100-2000	30	30

No.	Nombre de producto	Símbolo	DN	Figura No.	Tabla No.
31	Tee 45° Campanas		80-600	31	31
32	Tee 45° Bidas		80-600	32	32
33	Cruz Campanas		80-600	33	33
34	Cruz Bridada		80-600	34	34
35	Cruz Campana-espiga-doble campana		80-600	35	35
36	Tapón Espiga Tipo T		80-1800	36	36
37	Tapón Campana Tipo T		80-1800	37	37
38	Cople flexible		80-1600	38	38
39	Adaptador bridado		80-1600	39	39
40	Junta de Desmantelamiento		80-1600	40	40
41	Brida campana de succión		80-2600	41	41
42	Bridas		80-2000	42	42- 43- 44- 45
43	Bridas soldadas		40-2000	43	46- 47- 48
44	Brida de empotramiento soldada		80-2000	44	49
45	Bridas ciega		80-2000	45	50- 51- 52
46	Bridas de reducción		80-800	46	53- 54- 55
47	Brida de empotramiento flexible		80-1400	47	56
48	Tornillos para la conexión de		80-2000	48	57

6.2 Parámetros técnicos para los accesorios y las piezas especiales

(1) Extremidad Brida-espiga (Véase Figura 1 y Tabla 1)

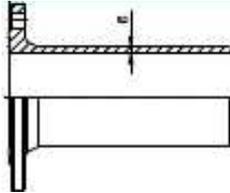


Figura 1 Extremidad Brida-espiga

Tabla 1 Parámetros técnicos para Extremidad Brida- espiga
Dimensiones en milímetros

DN	e	L	DN	e	L
80	7	350	700	14.4	600
100	7.2	360	800	15.6	600
125	7.5	370	900	16.8	600
150	7.8	380	1000	18	600
200	8.4	400	1100	19.2	600
250	9	420	1200	20.4	600
300	9.6	440	1400	22.8	710
350	10.2	460	1500	24	750
400	10.8	480	1600	25.2	780
450	11.4	500	1800	27.6	850
500	12	520	2000	30	920
600	13.2	560			

(2) Manguito Campana-espiga (Véase Figura 2 y Tabla 2)

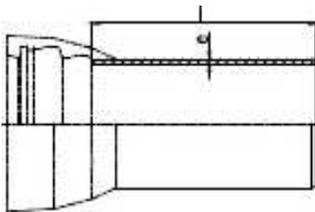


Figura 2 Manguito Campana-espiga

Tabla 2 Parámetros Técnicos para Manguito Campana- espiga

Dimensiones en milímetros

DN	e	L	DN	e	L
80	7	255	600	13.2	425
100	7.2	255	700	14.4	460
125	7.5	265	800	15.6	475
150	7.8	270	900	16.8	500
200	8.4	285	1000	18	515
250	9	300	1100	19.2	540
300	9.6	315	1200	20.4	565
350	10.2	335	1400	22.8	620
400	10.8	355	1600	25.2	650
450	11.4	365	1800	27.6	700
500	12	385			

(3) Manguito doble Campana (Véase Figura 3 y Tabla 3)

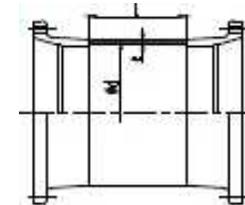


Figura 3 Manguito doble Campana

Tabla 3 Parámetros Técnicos para Manguito doble Campana

Dimensiones en milímetros

DN	e	L	d
80	7	410	109
100	7.2	410	130
125	7.5	415	156
150	7.8	415	183
200	8.4	420	235
250	9	425	288

Tabla 3 Parámetros Técnicos para Manguito doble Campana

Dimensiones en milímetros

DN	e	L	d
300	9.6	430	340
350	10.2	435	393
400	10.8	440	445
450	11.4	445	498
500	12	450	550
600	13.2	460	655
700	14.4	470	760
800	15.6	480	865
900	16.8	490	970
1000	18	500	1075
1100	19.2	610	1180
1200	20.4	620	1285
1400	22.8	660	1492
1500	24	700	1596
1600	25.2	710	1699
1800	27.6	730	1905
2000	30	750	2107
2200	32.4	770	2316
2400	34.8	790	2521

(4) Extremidad Brida-campana (Véase Figura 4 y Tabla 4)

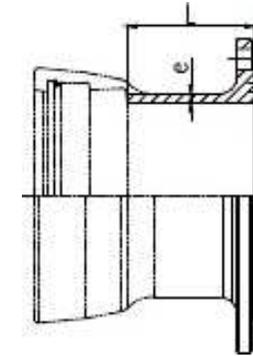


Figura 4 Extremidad Brida-campan

Tabla 4 Parámetros Técnicos Para Extremidad Brida-campana

Dimensiones en milímetros

DN	e	L	DN	e	L
80	7	130	700	14.4	190
100	7.2	130	800	15.6	200
125	7.5	135	900	16.8	210
150	7.8	135	1000	18	220
200	8.4	140	1100	19.2	230
250	9	145	1200	20.4	240
300	9.6	150	1400	22.8	310
350	10.2	155	1500	24	330
400	10.8	160	1600	25.2	330
450	11.4	165	1800	27.6	350
500	12	170	2000	30	370
600	13.2	180			

(5) Manguito Espiga-espiga (Véase Figura 5 y Tabla 5)

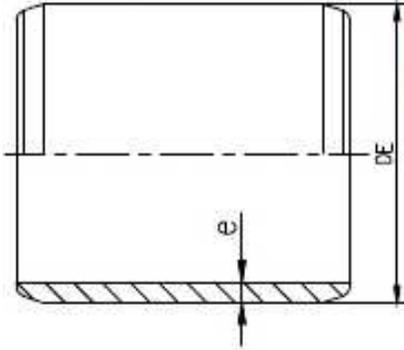


Figura 5 Manguito Espiga-espiga

Tabla 5 Parámetros Técnicos para Manguito Espiga-espiga

Dimensiones en milímetro

DN	DE	e	DN	DE	e
80	98	7	700	738	14.4
100	118	7.2	800	842	15.6
125	144	7.5	900	945	16.8
150	170	7.8	1000	1048	18
200	222	8.4	1100	1152	19.2
250	274	9	1200	1255	20.4
300	326	9.6	1400	1462	22.8
350	378	10.2	1500	1565	24
400	429	10.8	1600	1668	25.2
450	480	11.4	1800	1875	27.6
500	532	12	2000	2082	30
600	635	13.2			

(6) Codo doble Campana 90° (Véase Figura 6 y Tabla 6)

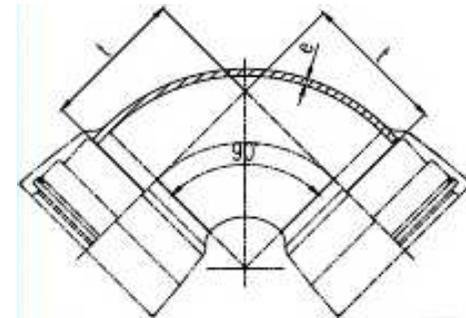


Figura 6 Codo doble Campana 90°

Tabla 6 Parámetros Técnicos para Codo doble Campana 90°

Dimensiones en milímetros

DN	e	t	DN	e	t
80	7	100	500	12	520
100	7.2	110	600	13.2	620
125	7.5	145	700	14.4	720
150	7.8	170	800	15.6	820
200	8.4	220	900	16.8	920
250	9	270	1000	18	1020
300	9.6	320	1100	19.2	1120
350	10.2	370	1200	20.4	1220
400	10.8	420	1400	22.8	1220
450	11.4	470			

(7) Codo doble Campana 45° (Véase Figura 7 y Tabla 7)

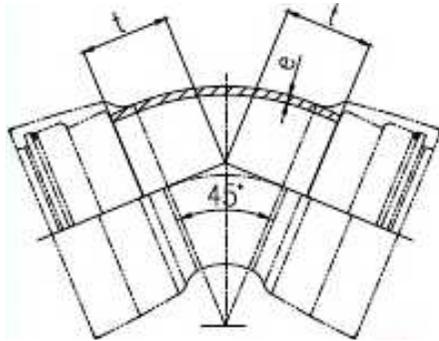


Figura 7 Codo doble Campana 45°

Tabla 7 Parámetros Técnicos para Codo doble Campana 45°
Dimensiones en milímetros

DN	e	t	DN	e	t
80	7	50	700	14.4	330
100	7.2	60	800	15.6	370
125	7.5	75	900	16.8	415
150	7.8	85	1000	18	460
200	8.4	110	1100	19.2	505
250	9	130	1200	20.4	550
300	9.6	150	1400	22.8	515
350	10.2	175	1500	24	540
400	10.8	195	1600	25.2	565
450	11.4	220	1800	27.6	610
500	12	240	2000	30	660
600	13.2	285			

(8) Codo doble Campana 22.5° (Véase Figura 8 y Tabla 8)

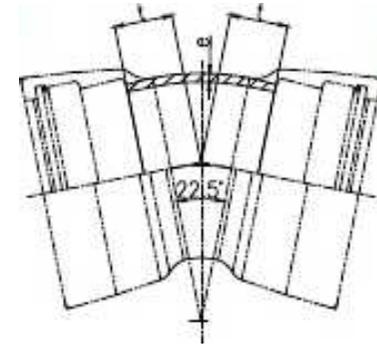


Figura 8 Codo doble Campana 22.5°

Tabla 8 Parámetros Técnicos para Codo doble Campana 22.5°
Dimensiones en milímetros

DN	e	t	DN	e	t
80	7	40	700	14.4	175
100	7.2	40	800	15.6	195
125	7.5	50	900	16.8	220
150	7.8	55	1000	18	240
200	8.4	65	1100	19.2	260
250	9	75	1200	20.4	285
300	9.6	85	1400	22.8	260
350	10.2	95	1500	24	270
400	10.8	110	1600	25.2	280
450	11.4	120	1800	27.6	305
500	12	130	2000	30	330
600	13.2	150			

(9) Codo doble Campana 11.25° (Véase Figura 9 y Tabla 9)

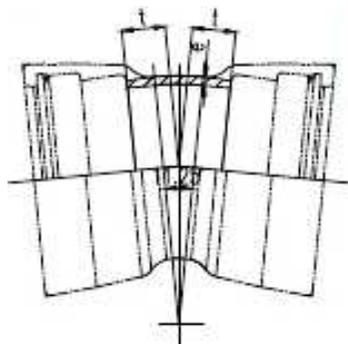


Figura 9 Codo doble Campana 11.25°

Table 9 Parámetros Técnicos para Codo doble Campana 11.25°
Dimensiones en milímetros

DN	e	t	DN	e	t
80	7	30	700	14.4	95
100	7.2	30	800	15.6	110
125	7.5	35	900	16.8	120
150	7.8	35	1000	18	130
200	8.4	40	1100	19.2	140
250	9	50	1200	20.4	150
300	9.6	55	1400	22.8	130
350	10.2	60	1500	24	140
400	10.8	65	1600	25.2	140
450	11.4	70	1800	27.6	155
500	12	75	2000	30	165
600	13.2	85			

(10) Codo campana-espiga 90° (Véase Figura 10 y Tabla 10)

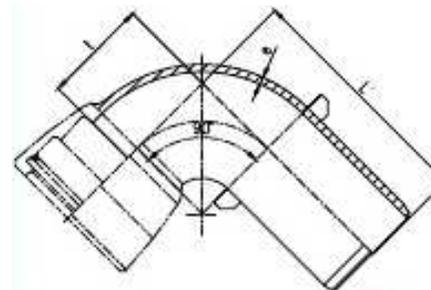


Figura 10 Codo campana-espiga 90°

Tabla 10 Parámetros Técnicos para Codo campana-espiga 90°
Dimensiones en milímetros

DN	e	t	L'	DN	e	t	L'
80	7	100	280	450	11.4	470	670
100	7.2	110	300	500	12	520	720
125	7.5	145	325	600	13.2	620	820
150	7.8	170	350	700	14.4	720	900
200	8.4	220	400	800	15.6	820	1000
250	9	270	450	900	16.8	920	1100
300	9.6	320	500	1000	18	1020	1200
350	10.2	370	550	1200	20.4	1220	1400
400	10.8	420	600	1400	22.8	1220	1600

(11) Codo campana-espiga 45° (Véase Figura 11 y Tabla 11)

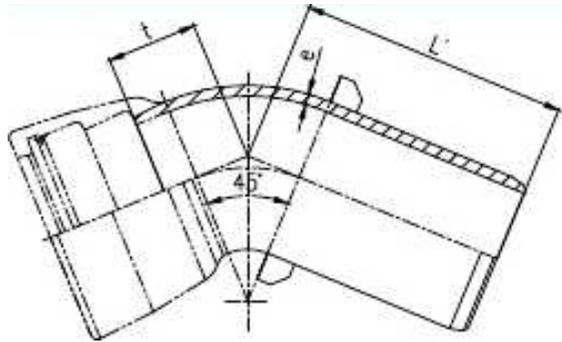


Figura 11 Codo campana-espiga 45°

Tabla 11 Parámetros Técnicos para Codo campana-espiga 45°

Dimensiones en milímetros

DN	e	t	L'	DN	e	t	L'
80	7	50	235	700	14.4	330	580
100	7.2	60	245	800	15.6	370	620
125	7.5	75	255	900	16.8	415	665
150	7.8	85	265	1000	18	460	760
200	8.4	110	290	1100	19.2	505	805
250	9	130	310	1200	20.4	550	850
300	9.6	150	330	1400	22.8	515	815
350	10.2	175	355	1500	24	540	840
400	10.8	195	375	1600	25.2	565	925
450	11.4	220	420	1800	27.6	610	970
500	12	240	440	2000	30	660	1060
600	13.2	285	485				

(12) Codo campana-espiga 22.5° (Véase Figura 12 y Tabla 12)

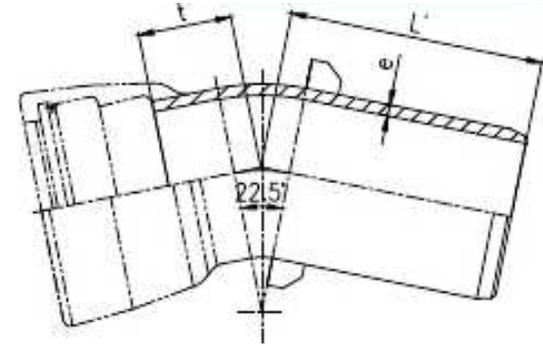


Figura 12 Codo campana-espiga 22.5°

Tabla 12 Parámetros Técnicos para Codo campana-espiga 22.5°

Dimensiones en milímetros

DN	e	t	L'	DN	e	t	L'
80	7	40	220	700	14.4	175	425
100	7.2	40	220	800	15.6	195	445
125	7.5	50	230	900	16.8	220	470
150	7.8	55	235	1000	18	240	540
200	8.4	65	245	1100	19.2	260	560
250	9	75	255	1200	20.4	285	585
300	9.6	85	265	1400	22.8	260	560
350	10.2	95	275	1500	24	270	570
400	10.8	110	290	1600	25.2	280	640
450	11.4	120	320	1800	27.6	305	665
500	12	130	330	2000	30	330	730
600	13.2	150	350				

(13) Codo campana-espiga 11.25° (Véase Figura 13 y Tabla 13)

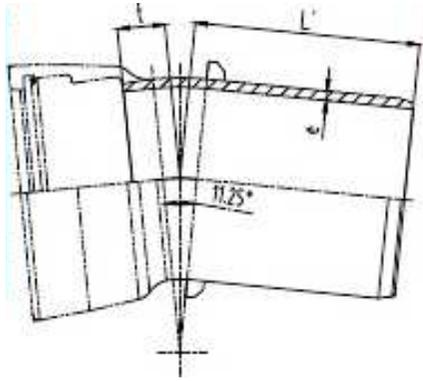


Figura 13 Codo campana-espiga 11.25°

Tabla 13 Parámetros Técnicos para Codo campana-espiga 11.25°
Dimensiones en milímetros

DN	e	t	L'	DN	e	t	L'
80	7	30	210	700	14.4	95	345
100	7.2	30	210	800	15.6	110	360
125	7.5	35	215	900	16.8	120	370
150	7.8	35	215	1000	18	130	430
200	8.4	40	220	1100	19.2	140	440
250	9	50	230	1200	20.4	150	450
300	9.6	55	235	1400	22.8	130	430
350	10.2	60	240	1500	24	140	440
400	10.8	65	245	1600	25.2	140	500
450	11.4	70	270	1800	27.6	155	515
500	12	75	275	2000	30	165	565
600	13.2	85	285				

(14) Codo doble Brida 90° (Véase Figura 14 y Tabla 14)

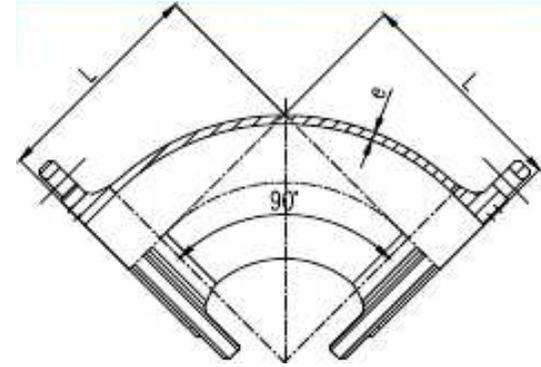


Figura 14 Codo doble Brida 90°

Tabla 14 Parámetros Técnicos para Codo doble Brida 90°
Dimensiones en milímetros

DN	e	L	DN	e	L
80	7	165	450	11.4	550
100	7.2	180	500	12	600
125	7.5	200	600	13.2	700
150	7.8	220	700	14.4	800
200	8.4	260	800	15.6	900
250	9	350	900	16.8	1000
300	9.6	400	1000	18	1100
350	10.2	450	1200	20.4	1300
400	10.8	500	1400	22.8	1470

(15) Codo doble Brida 45° (Véase Figura 15 y Tabla 15)

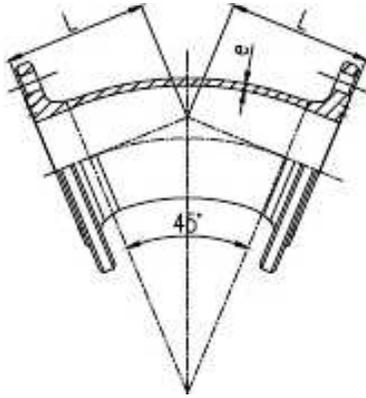


Figura 15 Codo doble Brida 45°

(16) Codo doble Brida 22.5° (Véase Figura 16 y Tabla 16)

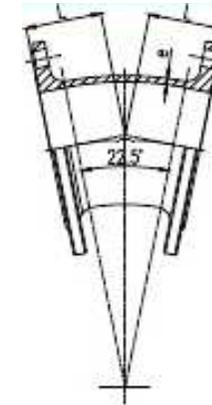


Figura 16 Codo doble Brida 22.5°

Tabla 15 Parámetros Técnicos para Codo doble Brida 45°

Dimensiones en milímetros

DN	e	L	DN	e	L
80	7	130	700	14.4	480
100	7.2	140	800	15.6	530
125	7.5	150	900	16.8	580
150	7.8	160	1000	18	630
200	8.4	180	1100	19.2	695
250	9	350	1200	20.4	750
300	9.6	400	1400	22.8	775
350	10.2	300	1500	24	810
400	10.8	325	1600	25.2	845
450	11.4	350	1800	27.6	910
500	12	375	2000	30	980
600	13.2	425			

Tabla 16 Parámetros Técnicos para Codo doble Brida 22.5°

Dimensiones en milímetros

DN	e	L	DN	e	L
80	7	125	600	13.2	405
100	7.2	135	700	14.4	300
125	7.5	150	800	15.6	330
150	7.8	155	900	16.8	360
200	8.4	170	1000	18	390
250	9	340	1100	19.2	420
300	9.6	390	1200	20.4	450
350	10.2	290	1400	22.8	460
400	10.8	310	1600	25.2	470
450	11.4	335	1800	27.6	480
500	12	360	2000	30	520

(17) Codo doble Brida 11.25° (Véase Figura 17 y Tabla 17)

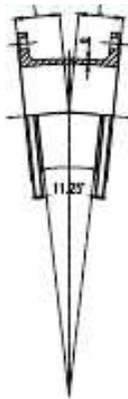


Figura 17 Codo doble Brida 11.25°

Tabla 17 Parámetros Técnicos para Codo doble Brida 11.25°

Dimensiones en milímetro

DN	e	L	DN	e	L
80	7	125	600	13.2	405
100	7.2	135	700	14.4	205
125	7.5	80	800	15.6	230
150	7.8	155	900	16.8	245
200	8.4	170	1000	18	265
250	9	340	1100	19.2	320
300	9.6	390	1200	20.4	360
350	10.2	290	1400	22.8	380
400	10.8	310	1600	25.2	400
450	11.4	335	1800	27.6	410
500	12	360	2000	30	415

(18) Codo doble Brida 90° con patin (Véase Figura 18 y Tabla 18)

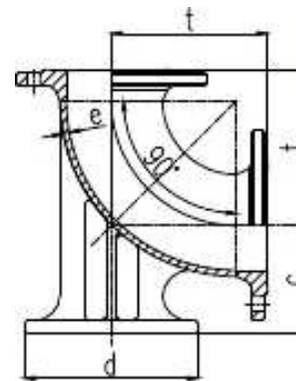


Figura 18 Codo doble Brida 90° con patin

Tabla 18 Parámetros Técnicos para Codo doble Brida 90° con patin

Dimensiones en milímetros

DN	e	t	c	d	DN	e	t	c	d
80	7	165	110	180	400	10.8	500	320	500
100	7.2	180	125	200	450	11.4	550	355	550
125	7.5	200	140	225	500	12	600	385	600
150	7.8	220	160	250	600	13.2	700	450	700
200	8.4	260	190	300	700	14.4	800	515	800
250	9	350	225	350	800	15.6	900	580	900
300	9.6	400	255	400	900	16.8	1000	645	1000
350	10.2	450	290	450	1000	18	1100	710	1100

(19) Reducción doble Campana (Véase Figura 19 y Tabla 19)

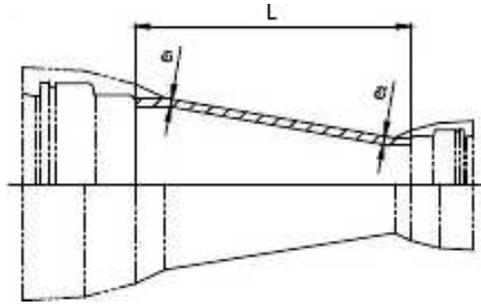


Figura 19 Reducción doble Campana

Tabla 19 Parámetros Técnicos para Reducción doble Campana
Dimensiones en milímetros

DN	e1	dn	e2	L	DN	e1	dn	e2	L
100	7.2	80	7	90	700	14.4	200	8.4	1080
150	7.8	80	7	190			250	9	980
		100	7.2	150			300	9.6	880
200	8.4	80	7	290			350	10.2	780
		100	7.2	250			400	10.8	680
		150	7.8	150			450	11.4	580
250	9	80	7	390	500	12	480		
		100	7.2	330	600	13.2	280		
		150	7.8	250	400	10.8	880		
		200	8.4	150	450	11.4	780		
300	9.6	80	7	490	800	15.6	500	12	680
		100	7.2	430			600	13.2	480
		150	7.8	350			700	14.4	280
		200	8.4	250			400	10.8	1080
		250	9	150			450	11.4	980
350	10.2	80	7	600	900	16.8	500	12	880
		100	7.2	560			600	13.2	680
		150	7.8	460			700	14.4	480
		200	8.4	360			800	15.6	280

Tabla 19 Parámetros Técnicos para Reducción doble Campana

na	DN	e1	dn	e2	L	DN	e1	dn	e2	L	
350	102	250	9	260	1000	18	600	13.2	880		
		300	9.6	160			700	14.4	680		
80	7	700	800	15.6			480				
100	7.2	660	900	16.8			280				
400	10.8	150	7.8	560			1100	19.2	600	13.2	1080
		200	8.4	460					700	14.4	880
		250	9	360	800	15.6			680		
		300	9.6	260	900	16.8			480		
		350	10.2	160	1000	18			280		
		80	7	800	600	13.2			1280		
450	11.4	100	7.2	760	1200	20.4	700	14.4	1080		
		150	7.8	660			800	15.6	880		
		200	8.4	560			900	16.8	680		
		250	9	460			1000	18	480		
		300	9.6	360			1100	19.2	280		
		350	10.2	260			600	13.2	960		
		400	10.8	160			700	14.4	860		
		80	7	900			800	15.6	760		
500	12	100	7.2	860	1400	22.8	900	16.8	660		
		150	7.8	760			1000	18	560		
		200	8.4	660			1100	19.2	460		
		250	9	560			1200	20.4	360		
		300	9.6	460			800	15.6	960		
		350	10.2	360			900	16.8	860		
		400	10.8	260			1000	18	760		
		450	11.4	160			1200	20.4	560		
		80	7	1100			1400	22.8	360		
		100	7.2	1060			1000	18	960		
600	13.2	150	7.8	960	1800	27.6	1200	20.4	760		
		200	8.4	860			1400	22.8	560		
		250	9	760			1600	25.2	360		
		300	9.6	660			1000	18	1160		
		350	10.2	560			1200	20.4	960		
		400	10.8	460			1400	22.8	760		
		450	11.4	360			1600	25.2	560		
		500	12	260			1800	27.6	360		

(20) Reducción doble Brida (Véase Figura 20 y Tabla 20)

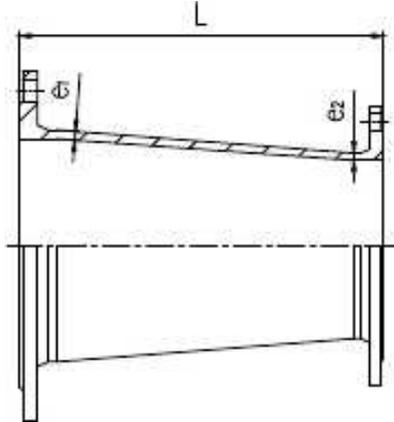


Figura 20 Reducción doble Brida

Tabla 20 Parámetros Técnicos para Reducción doble Brida

Dimensiones en milímetros

DN	e1	dn	e2	L	DN	e1	dn	e2	L
100	7.2	80	7	200	700	14.4	250	9.0	1050
150	7.8	80	7	300			300	9.6	1000
		100	7.2	280			350	10.2	900
200	8.4	80	7	600	800	15.6	400	10.8	800
		100	7.2	600			450	11.4	750
		150	7.8	300			500	12	700
250	9	80	7	650	800	15.6	600	13.2	600
		100	7.2	600			400	10.8	1030
		150	7.8	600			450	11.4	900
		200	8.4	300			500	12.0	800
300	9.6	80	7	700	900	16.8	600	13.2	700
		100	7.2	700			700	14.4	600
		150	7.8	650			400	10.8	1100
		200	8.4	600			450	11.4	1050
350	10.2	250	9	300	900	16.8	500	12	1000
		80	7	750			600	13.2	800

Tabla 20 Parámetros Técnicos para Reducción doble Brida

Dimensiones en milímetros

DN	e1	dn	e2	L	DN	e1	dn	e2	L
350	10.2	100	7.2	750	900	16.8	700	14.4	700
		150	7.8	700			800	15.6	600
		200	8.4	650	1000	18	600	13.2	1000
		250	9.0	600			700	14.4	800
		300	9.6	300			800	15.6	700
400	10.8	80	7	800	1100	19.2	900	16.8	600
		100	7.2	800			600	13.2	1100
		150	7.8	750			700	14.4	1000
		200	8.1	700			800	15.6	800
		250	9.0	650			900	16.8	700
		300	9.6	600			1000	18	600
450	11.4	350	10.2	300	1200	20.4	600	13.2	1150
		80	7	900			700	14.4	1100
		100	7.2	900			800	15.6	1000
		150	7.8	800			900	16.8	800
		200	8.4	750			1000	18	700
		250	9.0	700	1100	19.2	600		
		300	9.6	650	1400	22.8	600	13.2	860
		350	10.2	600			700	14.4	850
		400	10.8	300			800	15.6	950
		80	7	950			900	16.8	1100
100	7.2	950	1000	18			1000		
500	12	150	7.8	900	1500	24	1100	19.2	800
		200	8.4	800			1200	20.4	700
		250	9.0	750			1400	22.8	600
		300	9.6	700			1000	18	1650
		350	10.2	650	1600	25.2	1100	19.2	1465
		400	10.8	600			1200	20.4	1000
		450	11.4	300			1400	22.8	910
		80	7	1050			1000	18	1760
600	13.2	100	7.2	1050	1800	27.6	1200	20.4	1710
		150	7.8	1000			1400	22.8	1340
		200	8.4	950			1500	24	1550
		250	9.0	900			1600	25.2	970
		300	9.6	800	2000	30	1000	18	2160
		350	10.2	750			1200	20.4	2140

Tabla 20 Parámetros Técnicos para Reducción doble Brida

Dimensiones en milímetro

DN	e1	dn	e2	L	DN	e1	dn	e2	L
600	13.2	400	10.8	700	200	30	1400	22.8	1770
		450	11.4	650			1500	24	1585
		500	12	600			1600	25.2	1400
700	14.4	200	8.4	1100			1800	27.2	1030

(21) Codo doble Campana-campana (Véase Figura 21 y Tabla 21)

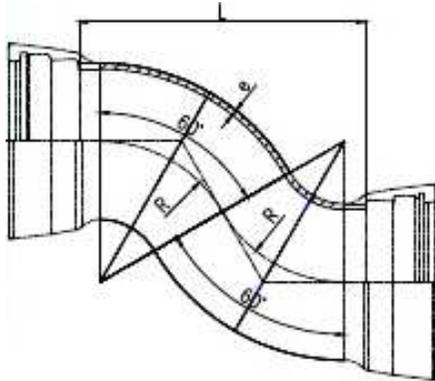


Figura 21 Codo doble Campana-campana

Tabla 21 Parámetros Técnicos para Doble codo Campana-campana

Dimensiones en milímetro

DN	e	L	R
100	7.2	475	200
150	7.8	625	250
200	8.4	655	300
250	9	665	300
300	9.6	670	300

(22) Codo doble Campana-espiga (Véase Figura 22 y Tabla 22)

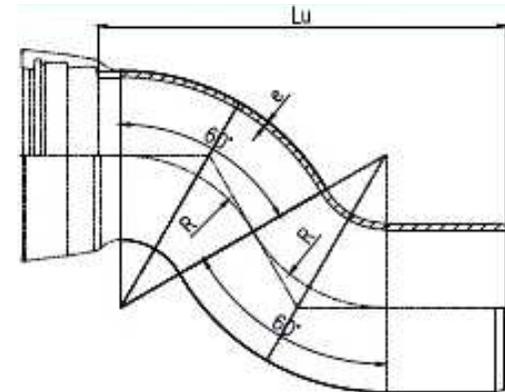


Figura 22 Codo doble Campana-espiga

Tabla 22 Parámetros Técnicos para Codo doble Campana-espiga

Dimensiones en milímetros

DN	e	Lu	R
100	7.2	470	150
150	7.8	475	150
200	8.4	600	200
250	9	700	250
300	9.6	800	300

(23) Tee doble Campana con ramal bridada (Véase Figura 23 y Tabla 23)

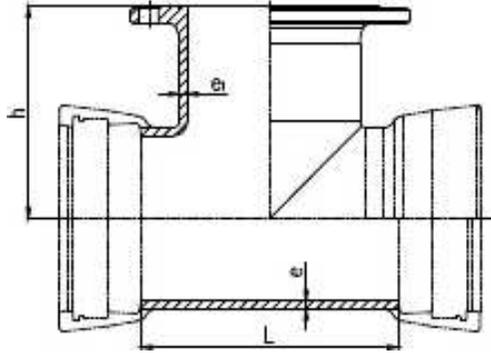


Figura 23 Tee doble Campana con ramal bridado

Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal bridada

Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
80	8.1	170	80	8.1	165	900	19.6	590	400	12.6	675
100	8.4	170	80	8.1	175			640	450	13.3	665
		190	100	8.4	180			690	500	14	670
125	8.7	170	80	8.1	190			800	600	15.4	685
		195	100	8.4	195			920	700	16.8	700
		225	125	8.7	200			1040	800	18.2	715
150	9.1	170	80	8.1	205	1170	900	19.6	750		
		195	100	8.4	210	240	80	8.1	670		
		230	125	8.7	215	260	100	8.4	670		
		255	150	9.1	220	290	125	8.7	675		
200	9.8	175	80	8.1	235	310	150	9.1	680		
		200	100	8.4	240	360	200	9.8	705		
		235	125	8.7	240	420	250	10.5	705		
		255	150	9.1	250	480	300	11.2	710		
		315	200	9.8	260	530	350	11.9	720		

Tabla 23 Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal bridada

Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
250	10.5	180	80	8.1	265	1000	21	595	400	12.6	735
		200	100	8.4	270			640	450	13.3	725
		230	125	8.7	275			690	500	14	730
		260	150	9.1	280			810	600	15.4	745
		315	200	9.8	290			930	700	16.8	760
		375	250	10.5	300			1040	800	18.2	775
300	11.2	180	80	8.1	295	1100	22.4	1160	900	19.6	790
		205	100	8.4	300			1290	1000	21	825
		230	125	8.7	300			240	80	8.1	730
		260	150	9.1	310			260	100	8.4	730
		320	200	9.8	320			290	125	8.7	735
		380	250	10.5	330			310	150	9.1	740
350	11.9	435	300	11.2	340	1100	22.4	360	200	9.8	745
		185	80	8.1	325			420	250	10.5	755
		205	100	8.4	330			480	300	11.2	760
		230	125	8.7	330			530	350	11.9	770
		270	150	9.1	340			600	400	12.6	795
		325	200	9.8	350			650	450	13.3	795
		385	250	10.5	360			700	500	14	795
		420	300	11.2	370			830	600	15.4	825
		495	350	11.9	380			940	700	16.8	830
		560	400	12.6	400			1050	800	18.2	835
400	12.6	185	80	8.1	355	1200	23.8	1170	900	19.6	850
		210	100	8.4	360			1280	1000	21	870
		230	125	8.7	360			1390	1100	22.4	880
		270	150	9.1	370			240	80	8.1	790
		325	200	9.8	380			260	100	8.4	790
		385	250	10.5	390			290	125	8.7	795
		440	300	11.2	400			310	150	9.1	800
		480	350	11.9	410			360	200	9.8	805
		560	400	12.6	420			420	250	10.5	815
		620	450	13.3	430			480	300	11.2	820
450	13.3	190	80	8.1	370	1200	23.8	530	350	11.9	830
		215	100	8.4	390			590	400	12.6	835
		230	125	8.7	390			650	450	13.3	845
		270	150	9.1	400			710	500	14	850
		330	200	9.8	410			840	600	15.4	885
		390	250	10.5	420						
		445	300	11.2	430						

Tabla 23 Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
450	13.3	480	350	11.9	430	1200	23.8	940	700	16.8	885
		560	400	12.6	450			1070	800	18.2	915
		620	450	13.3	460			1190	900	19.6	920
500	14	190	80	8.1	400	1400	26.6	1300	1000	21	945
		215	100	8.4	420			1520	1200	23.8	955
		240	125	8.7	420			340	80	8.1	870
		280	150	9.1	420			420	100	8.4	875
		330	200	9.8	440			450	125	8.7	880
		380	250	10.5	440			480	150	9.1	880
		440	300	11.2	440			540	200	9.8	890
		490	350	11.9	450			560	250	10.5	895
		565	400	12.6	480			650	300	11.2	905
		600	450	13.3	480			710	350	11.9	910
		680	500	14	500			770	400	12.6	920
600	15.4	195	80	8.1	460	1600	29.4	830	450	13.3	925
		200	100	8.4	460			880	500	14	935
		240	125	8.7	465			1030	600	15.4	980
		260	150	9.1	470			1120	700	16.8	990
		340	200	9.8	500			1260	800	18.2	1010
		380	250	10.5	500			1350	900	19.6	1020
		430	300	11.2	500			1495	1000	21	1040
		490	350	11.9	510			1580	1100	22.4	1045
		570	400	12.6	540			1700	1200	23.8	1050
		610	450	13.3	540			1930	1400	26.6	1070
		670	500	14	540			580	200	9.8	1030
700	16.8	800	600	15.4	580	1800	32.2	635	250	10.5	1040
		210	80	8.1	490			695	300	11.2	1045
		230	100	8.4	490			810	400	12.6	1060
		250	125	8.7	495			925	500	14	1075
		280	150	9.1	500			1040	600	15.4	1090
		345	200	9.8	525			1275	800	18.2	1120
		390	250	10.5	525			1505	1000	21	1150
		440	300	11.2	525			1740	1200	23.8	1180
		500	350	11.9	530			1970	1400	26.6	1210
		575	400	12.6	555			2200	1600	29.4	1240
		610	450	13.3	545			595	200	9.8	1150
680	500	14	550	650	250	10.5	1150				

Tabla 23 Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
700	16.8	770	600	15.4	565	1800	32.2	705	300	11.2	1155
		925	700	16.8	600			820	400	12.6	1170
		240	80	8.1	550			940	500	14	1185
800	18.2	260	100	8.4	550	2000	35	1055	600	15.4	1200
		290	125	8.7	555			1285	800	18.2	1230
		310	150	9.1	560			1520	1000	21	1260
		350	200	9.8	585			1750	1200	23.8	1290
		420	250	10.5	585			1980	1400	26.6	1320
		480	300	11.2	585			2215	1600	29.4	1350
		530	350	11.9	590			2445	1800	32.2	1380
		580	400	12.6	615			600	200	9.8	1250
		640	450	13.3	615			660	250	10.5	1260
		690	500	14	615			720	300	11.2	1270
		800	600	15.4	625			835	400	12.6	1290
920	700	16.8	640	950	500	14	1305				
1030	800	18.2	655	1065	600	15.4	1310				
900	19.6	240	80	8.1	605	2000	35	1300	800	18.2	1340
		260	100	8.4	610			1530	1000	21	1370
		290	125	8.7	615			1760	1200	23.8	1400
		310	150	9.1	620			1995	1400	26.6	1430
		355	200	9.8	645			2225	1600	29.4	1460
		420	250	10.5	645			2460	1800	32.2	1490
		480	300	11.2	650			2690	2000	35	1520
		530	350	11.9	660						



(24) Tee Bridada (Véase Figura 24 y Tabla 24)

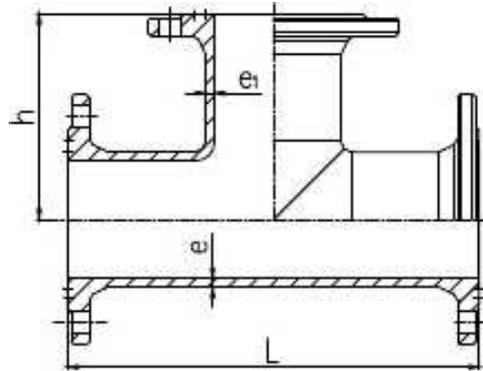


Figura 24 Tee Bridada

Tabla 24 Parámetros Técnicos para Tee Bridada
Dimensiones en milímetro

Cuerpo			Ramal			Cuerpo		Ramal			
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
80	8.1	330	80	8.1	165	900	19.6	980	450	13.3	675
100	8.4	330	80	8.1	175			1040	500	14	680
		360	100	8.4	180			1500	600	15.4	705
125	8.7	400	80	8.1	190			1500	700	16.8	710
		400	100	8.4	195	1500	800	18.2	725		
		400	125	8.7	200	1500	900	19.6	750		
150	9.1	440	80	8.1	205	1000	21	620	80	8.1	680
		440	100	8.4	210			640	100	8.4	680
		440	125	8.7	215			670	125	8.7	685
		440	150	9.1	220			690	150	9.1	690
200	9.8	520	80	8.1	235	770	200	9.8	705		
		520	100	8.4	240	800	250	10.5	705		
		435	125	8.7	240	840	300	11.2	710		
		520	150	9.1	250	910	350	11.9	720		
		520	200	9.8	260	990	400	12.6	735		
250	10.5	405	80	8.1	265	1020	450	13.3	735		
		700	100	8.4	275	1080	500	14	740		

Tabla 24 Parámetros Técnicos para Tee Bridada

Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
250	10.5	485	125	8.7	280	1000	21	1650	600	15.4	765
		485	150	9.1	280			1650	700	16.8	770
		700	200	9.8	325			1650	800	18.2	785
		700	250	10.5	350			1650	900	19.6	800
300	11.2	425	80	8.1	295	1100	22.4	1650	1000	21	825
		800	100	8.4	300			610	80	8.1	740
		480	125	8.7	300			640	100	8.4	740
		505	150	9.1	310			670	125	8.7	745
		800	200	9.8	350			700	150	9.1	750
		620	250	10.5	330			750	200	9.8	755
350	11.9	800	300	11.2	400	1100	22.4	810	250	10.5	765
		445	80	8.1	325			860	300	11.2	770
		850	100	8.4	325			920	350	11.9	780
		480	125	8.7	325			980	400	12.6	795
		530	150	9.1	340			1030	450	13.3	795
		850	200	9.8	325			1090	500	14	800
		645	250	10.5	360			1210	600	15.4	825
		680	300	11.2	350			1480	700	16.8	830
		850	350	11.9	425			1540	800	18.2	845
		470	80	8.1	355			1600	900	19.6	860
400	12.6	900	100	8.4	350	1200	23.8	1660	1000	21	875
		500	125	8.7	345			1780	1100	22.4	890
		550	150	9.1	370			610	80	8.1	795
		900	200	9.8	360			640	100	8.4	800
		665	250	10.5	390			670	125	8.7	805
		725	300	11.2	400			700	150	9.1	810
		760	350	11.9	390			750	200	9.8	815
		900	400	12.6	450			810	250	10.5	825
		470	80	8.1	370			870	300	11.2	830
		450	13.3	950	100			8.4	375	1200	23.8
530	125			8.7	375	990	400	12.6	845		
570	150			9.1	400	1040	450	13.3	855		
950	200			9.8	375	1100	500	14	860		
690	250			10.5	420	1240	600	15.4	885		
745	300			11.2	430	1330	700	16.8	890		
790	350			11.9	420	1470	800	18.2	915		
860	400			12.6	450	1570	900	19.6	920		

Tabla 24 Parámetros Técnicos para Tee Bridada

Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
450	13.3	950	450	13.3	475	1200	23.8	1700	1000	21	945
500	14	1000	80	8.1	400			1910	1200	23.8	955
		1000	100	8.4	400			820	80	8.1	870
		1000	125	8.7	400			860	100	8.4	875
		1000	150	9.1	400			880	125	8.7	880
		1000	200	9.8	400			900	150	9.1	885
		1000	250	10.5	400			910	200	9.8	890
		1000	300	11.2	500			960	250	10.5	900
		1000	350	11.9	500			1140	300	11.2	905
		1000	400	12.6	500			1210	350	11.9	915
		1000	450	13.3	500	1250	400	12.6	920		
600	15.4	1100	80	8.1	450	1400	26.6	1270	450	13.3	930
		1100	100	8.4	450			1290	500	14	960
		1100	125	8.7	450			1320	600	15.4	980
		1100	150	9.1	450			1440	700	16.8	990
		1100	200	9.8	450			1540	800	18.2	1010
		1100	250	10.5	450			1670	900	19.6	1020
		1100	300	11.2	550			1760	1000	21	1040
		1100	350	11.9	550			1880	1100	22.4	1055
		1100	400	12.6	550			1980	1200	23.8	1070
		1100	450	13.3	550			2200	1400	26.6	1100
700	16.8	1100	500	14	550	1500	28	1575	600	15.4	1035
		1100	600	15.4	550			2040	1000	21	1095
		500	80	8.1	500			920	200	9.8	1040
		520	100	8.4	500			980	250	10.5	1040
		550	125	8.7	505			1150	300	11.2	1045
		570	150	9.1	510			1270	400	12.6	1055
		650	200	9.8	525			1300	500	14	1070
		680	250	10.5	525			1380	600	15.4	1090
		740	300	11.2	530			1600	800	18.2	1120
		790	350	11.9	540			1820	1000	21	1150
700	16.8	960	500	14	560	1600	29.4	2040	1200	23.8	1180
		870	400	12.6	555			2260	1400	26.6	1210
		900	450	13.3	555			2480	1600	29.4	1240
		960	500	14	560			940	200	9.8	1140
		1180	600	15.4	575			1010	250	10.5	1145
		1200	700	16.8	600			1180	300	11.2	1150

Tabla 24 Parámetros Técnicos para Tee Bridada

Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
800	18.2	540	80	8.1	560	1800	132	1320	400	12.6	1165
		560	100	8.4	560			1400	500	14	1185
		590	125	8.7	565			1440	600	15.4	1200
		610	150	9.1	570			1660	800	18.2	1230
		690	200	9.8	585			1880	1000	21	1260
		720	250	10.5	585			2100	1200	23.8	1290
		760	300	11.2	590			2320	1400	26.6	1320
		830	350	11.9	600			2540	1600	29.4	1350
		910	400	12.6	615			2760	1800	32.2	1380
		940	450	13.3	615			980	200	9.8	1240
		1000	500	14	620			1055	250	10.5	1245
		1350	600	15.4	645			1200	300	11.2	1250
		1330	700	16.8	665			1350	400	12.6	1285
		1350	800	18.2	675			1450	500	14	1295
		900	19.6	580	80			8.1	620	2000	35
600	100			8.4	620	1720	800	18.2	1340		
630	125			8.7	625	1940	1000	21	1370		
650	150			9.1	630	2160	1200	23.8	1400		
730	200			9.8	645	2380	1400	26.6	1430		
760	250			10.5	645	2600	1600	29.4	1460		
800	300			11.2	650	2820	1800	32.2	1490		
870	350			11.9	660	2950	2000	35	1520		
950	400			12.6	675						

(25) Tee Campanas (Véase Figura 25 y Tabla 25)

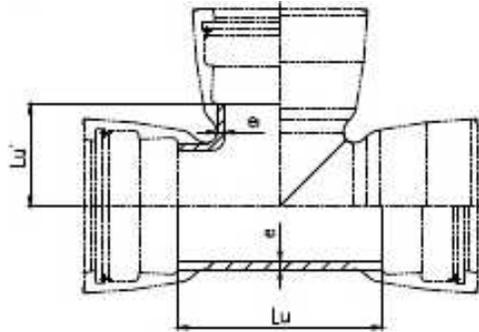


Figura 25 Tee Campanas

Tabla 25 Parámetros Técnicos para Tee Campanas

Dimensiones en milímetro

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	Lu	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	dn	e1	Lu'
80	8.1	170	80	8.1	85	900	19.6	590	400	12.6	530
100	8.4	170	80	8.1	95			640	450	13.3	535
		190	100	8.4	95			690	500	14	535
125	8.7	170	80	8.1	105			800	600	15.4	535
		195	100	8.4	110			920	700	16.8	535
		225	125	8.7	110			1040	800	18.2	550
150	9.1	170	80	8.1	120	1150	900	19.6	575		
		195	100	8.4	120	240	80	8.1	560		
		230	125	8.7	125	260	100	8.4	560		
200	9.8	255	150	9.1	125	290	125	8.7	560		
		175	80	8.1	145	310	150	9.1	570		
		200	100	8.4	145	360	200	9.8	570		
		230	125	8.7	145	420	250	10.5	570		
		255	150	9.1	150	480	300	11.2	575		
250	10.5	315	200	9.8	155	530	350	11.9	575		
		180	80	8.1	170	590	400	12.6	580		
		200	100	8.4	170	640	450	13.3	585		
		230	125	8.7	175	690	500	14	585		

Tabla 25 Parámetros Técnicos para Tee Campanas

Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	Lu	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	dn	e1	Lu'
250	10.5	260	150	9.1	175	1000	21	810	600	15.4	585
		315	200	9.8	180			930	700	16.8	585
		375	250	10.5	190			1040	800	18.2	605
300	11.2	190	80	8.1	195			1160	900	19.6	605
		205	100	8.4	195			1270	1000	21	635
		240	125	8.7	200			240	80	8.1	605
		260	150	9.1	200	260	100	8.4	605		
		320	200	9.8	205	290	125	8.7	605		
350	11.9	375	250	10.5	210	1100	22.4	310	150	9.1	605
		435	300	11.2	220			370	200	9.8	605
		180	80	8.1	220			430	250	10.5	605
		200	100	8.4	220			490	300	11.2	605
		240	125	8.7	225			540	350	11.9	610
		250	150	9.1	225			600	400	12.6	610
		300	200	9.8	230			640	450	13.3	610
		360	250	10.5	240			690	500	14	615
		420	300	11.2	245			810	600	15.4	620
		480	350	11.9	250			930	700	16.8	630
400	12.6	170	80	8.1	245	1200	23.8	1040	800	18.2	660
		190	100	8.4	245			1160	900	19.6	665
		240	125	8.7	250			1270	1000	21	670
		250	150	9.1	250			1380	1100	22.4	680
		310	200	9.8	255			240	80	8.1	665
		360	250	10.5	260			260	100	8.4	665
		420	300	11.2	265			290	125	8.7	665
		480	350	11.9	275			310	150	9.1	675
450	13.3	540	400	12.6	280	1200	23.8	360	200	9.8	675
		180	80	8.1	270			420	250	10.5	675
		200	100	8.4	270			480	300	11.2	680
		250	125	8.7	275			530	350	11.9	685
		260	150	9.1	275			590	400	12.6	685
		310	200	9.8	280			650	450	13.3	695
		370	250	10.5	285			710	500	14	695
		430	300	11.2	290			820	600	15.4	695
		480	350	11.9	300			940	700	16.8	695
		540	400	12.6	305			1050	800	18.2	710
600	450	13.3	310	1170	900	19.6	710				

Tabla 25 Parámetros Técnicos para Tee Campanas

Dimensiones en milímetros

Cuerpo		Ramal				Cuerpo		Ramal					
DN	e	Lu	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	dn	e1	Lu'		
500	14	200	80	8.1	295	1200	23.8	1290	1000	21	710		
		230	100	8.4	295			1520	1200	23.8	760		
		250	125	8.7	300			250	80	8.1	765		
		280	150	9.1	300			270	100	8.4	765		
		330	200	9.8	310			300	125	8.7	765		
		380	250	10.5	310			330	150	9.1	765		
		440	300	11.2	320			390	200	9.8	765		
		490	350	11.9	325			440	250	10.5	765		
		540	400	12.6	330			480	300	11.2	770		
		600	450	13.3	335			530	350	11.9	770		
600	15.4	660	500	14	340	1400	26.6	650	450	13.3	770		
		180	80	8.1	345			710	500	14	770		
		200	100	8.4	345			820	600	15.4	775		
		250	125	8.7	350			940	700	16.8	785		
		260	150	9.1	350			1050	800	18.2	815		
		320	200	9.8	360			1170	900	19.6	815		
		380	250	10.5	360			1290	1000	21	815		
		430	300	11.2	370			1400	1100	22.4	825		
		490	350	11.9	375			1520	1200	23.8	835		
		550	400	12.6	380			1740	1400	26.6	855		
700	16.8	610	450	13.3	385	1500	28	855	600	15.4	850		
		670	500	14	390			1320	1000	21	895		
		780	600	15.4	400			400	200	9.8	865		
		210	80	8.1	395			455	250	10.5	865		
		230	100	8.4	405			515	300	11.2	870		
		250	125	8.7	405			630	400	12.6	880		
		280	150	9.1	405			745	500	14	890		
		330	200	9.8	415			860	600	15.4	900		
		390	250	10.5	415			1095	800	18.2	925		
		440	300	11.2	415			1325	1000	21	945		
800	18.2	500	350	11.9	420	1600	29.4	1560	1200	23.8	965		
		560	400	12.6	425			1970	1400	26.6	1030		
		610	450	13.3	430			2200	1600	29.4	1050		
		680	500	14	430			410	200	9.8	970		
		770	600	15.4	430			470	250	10.5	970		
		910	700	16.8	455			530	300	11.2	970		
		240	80	8.1	445								

Tabla 25 Parámetros Técnicos para Tee Campanas

Dimensiones en milímetros

Cuerpo		Ramal				Cuerpo		Ramal			
DN	e	Lu	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	dn	e1	Lu'
800	18.2	260	100	8.4	455	1800	32.2	640	400	12.6	980
		290	125	8.7	455			760	500	14	990
		310	150	9.1	460			875	600	15.4	1000
		360	200	9.8	465			1105	800	18.2	1025
		420	250	10.5	465			1340	1000	21	1045
		480	300	11.2	470			1570	1200	23.8	1065
		530	350	11.9	475			1800	1400	26.6	1090
		590	400	12.6	475			2215	1600	29.4	1150
		640	450	13.3	485			2260	1800	32.2	1130
		690	500	14	485			420	200	9.8	1080
900	19.6	800	600	15.4	485	2000	35	540	300	11.2	1080
		920	700	16.8	495			650	400	12.6	1080
		1030	800	18.2	515			770	500	14	1090
		240	80	8.1	505			885	600	15.4	1100
		260	100	8.4	505			1300	800	18.2	1165
		290	125	8.7	505			1350	1000	21	1185
		310	150	9.1	515			1760	1200	23.8	1210
		360	200	9.8	520			1815	1400	26.6	1190
		420	250	10.5	520			2225	1600	29.4	1250
		480	300	11.2	525			2460	1800	32.2	1275
530	350	11.9	525	2690	2000	35	1295				

(26) Tee Campana-espiga con ramal campana (Véase Figura 26 y Tabla 26)

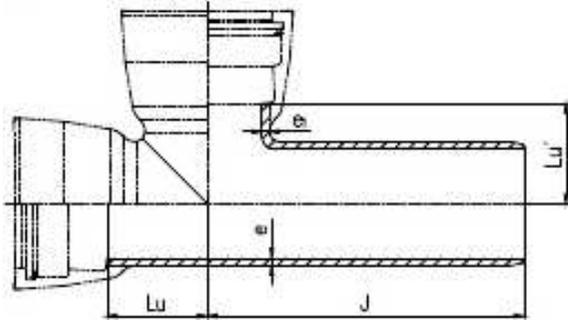


Figura 26 Tee Campana-espiga con ramal campana

Tabla 26 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal campana
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal				
DN	e	Lu	J	DN	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	DN	e1	Lu'
80	8.1	85	275	80	8.1	85	900	19.6	295	590	400	12.6	530
100	8.4	85	275	80	8.1	95			320	610	450	13.3	535
		95	275	100	8.4	95			350	600	500	14	535
125	8.7	85	280	80	8.1	105			410	660	600	15.4	535
		95	290	100	8.4	110			470	720	700	16.8	535
		110	295	125	8.7	110			520	815	800	18.2	550
150	9.1	85	275	80	8.1	120			585	835	900	19.6	575
		100	280	100	8.4	120			120	420	80	8.1	550
		115	305	125	8.7	120			130	435	100	8.4	560
		130	310	150	9.1	125			145	445	125	8.7	560
200	9.8	90	275	80	8.1	145			155	465	150	9.1	570
		100	280	100	8.4	145			180	495	200	9.8	570
		115	305	125	8.7	145	210	525	250	10.5	570		
		130	310	150	9.1	150	240	545	300	11.2	575		
		160	340	200	9.8	155	265	575	350	11.9	575		
250	10.5	90	300	80	8.1	170	295	600	400	12.6	580		
		100	280	100	8.4	170	320	620	450	13.3	585		

Tabla 26 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal campana

Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal								
DN	e	Lu	J	DN	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	DN	e1	Lu'				
250	10.5	115	315	125	8.7	170	1000	21	345	650	500	14	585				
		130	310	150	9.1	175			415	715	600	15.4	585				
		160	340	200	9.8	180			470	770	700	16.8	585				
		190	370	250	10.5	190			530	830	800	18.2	605				
300	11.2	95	300	80	8.1	190			580	880	900	19.6	605				
		105	285	100	8.4	195			645	945	1000	21	635				
		120	320	125	8.7	225			120	435	80	8.1	600				
		130	310	150	9.1	200			130	450	100	8.4	600				
		160	340	200	9.8	205			145	460	125	8.7	600				
		190	370	250	10.5	210			155	480	150	9.1	600				
		220	400	300	11.2	220			185	510	200	9.8	605				
350	11.9	90	300	80	8.1	215			1100	22.4	215	540	250	10.5	605		
		100	310	100	8.4	215	245	560			300	11.2	605				
		120	325	125	8.7	215	270	590			350	11.9	610				
		125	340	150	9.1	215	300	615			400	12.6	610				
		160	340	200	9.8	220	320	635			450	13.3	610				
		190	370	250	10.5	235	345	665			500	14	615				
		220	400	300	11.2	235	405	725			600	15.4	620				
		250	430	350	11.9	235	415	715			700	16.8	630				
		400	12.6	85	300	80	8.1	240			1200	23.8	535	835	800	18.2	660
				95	310	100	8.4	240					590	890	900	19.6	665
120	330			125	8.7	250	635	1060	1000	21			670				
125	340			150	9.1	250	705	1005	1100	22.4			680				
165	345			200	9.8	250	120	475	80	8.1			655				
195	375			250	10.5	260	130	490	100	8.4			665				
220	400			300	11.2	265	145	500	125	8.7			665				
450	13.3	250	430	350	11.9	235	1200	23.8	155	515	150	9.1	675				
		280	460	400	12.6	265			180	545	200	9.8	675				
		90	320	80	8.1	265			210	575	250	10.5	675				
		100	330	100	8.4	265			240	605	300	11.2	680				
		125	345	125	8.7	275			265	630	350	11.9	685				
		130	360	150	9.1	275			295	655	400	12.6	685				
		155	390	200	9.8	280			325	675	450	13.3	695				
		185	415	250	10.5	285			355	710	500	14	695				
		215	445	300	11.2	290			385	675	600	15.4	695				
		240	460	350	11.9	290			470	820	700	16.8	695				
270	500	400	12.6	290	535	835	800	18.2	710								

Tabla 26 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal campana
Dimensiones en milímetros

Cuerpo				Ramal			Cuerpo				Ramal		
DN	e	Lu	J	DN	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	DN	e1	Lu'
450	13.3	300	525	450	13.3	290	1200	23.8	595	895	900	19.6	710
500	14	100	320	80	8.1	295			650	950	1000	21	710
		115	330	100	8.4	295	770	1070	1200	23.8	760		
		125	345	125	8.7	300	125	500	80	8.1	755		
		140	360	150	9.1	300	135	515	100	8.4	755		
		165	390	200	9.8	300	150	525	125	8.7	760		
		195	395	250	10.5	310	165	540	150	9.1	765		
		225	425	300	11.2	315	195	570	200	9.8	765		
		255	455	350	11.9	315	220	600	250	10.5	765		
		285	485	400	12.6	315	240	630	300	11.2	770		
		300	525	450	13.3	315	265	655	350	11.9	770		
		340	540	500	14	325	295	680	400	12.6	770		
		600	15.4	90	325	80	8.1	345	325	700	450	13.3	770
				100	330	100	8.4	345	355	735	500	14	770
				125	345	125	8.7	350	410	790	600	15.4	775
130	360			150	9.1	350	470	845	700	16.8	785		
160	390			200	9.8	350	525	905	800	18.2	815		
190	415			250	10.5	360	600	900	900	19.6	815		
230	430			300	11.2	365	660	960	1000	21	815		
255	455			350	11.9	365	700	1065	1100	22.4	825		
285	485			400	12.6	365	775	1075	1200	23.8	835		
305	525			450	13.3	365	890	1190	1400	26.6	855		
345	545			500	14	375	200	720	200	9.8	865		
400	600			600	15.4	380	230	750	250	10.5	865		
700	16.8			105	345	80	8.1	395	260	780	300	11.2	870
				115	345	100	8.4	405	315	830	400	12.6	880
		125	360	125	8.7	405	370	885	500	14	890		
		140	370	150	9.1	405	430	935	600	15.4	900		
		165	400	200	9.8	415	550	1050	800	18.2	925		
		195	430	250	10.5	415	660	1165	1000	21	945		
		230	480	300	11.2	415	780	1275	1200	23.8	965		
		260	510	350	11.9	420	985	1380	1400	26.6	1030		
		290	540	400	12.6	425	1010	1490	1600	29.4	1050		
		305	525	450	13.3	430	205	720	200	9.8	970		
		345	595	500	14	430	235	750	250	10.5	970		
		405	655	600	15.4	430	265	780	300	11.2	970		
		465	715	700	16.8	455	320	830	400	12.6	980		

Tabla 26 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal campana
Dimensiones en milímetros

Cuerpo				Ramal			Cuerpo				Ramal		
DN	e	Lu	J	DN	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	DN	e1	Lu'
800	18.2	120	355	80	8.1	445	1800	32.2	380	885	500	14	990
		130	355	100	8.4	455			440	935	600	15.4	1000
		145	370	125	8.7	455			550	1050	800	18.2	1025
		155	380	150	9.1	460			650	1165	1000	21	1045
		180	410	200	9.8	465			785	1275	1200	23.8	1065
		210	440	250	10.5	465			850	1380	1400	26.6	1090
		240	450	300	11.2	470			1000	1490	1600	29.4	1150
		265	485	350	11.9	475			1100	1595	1800	32.2	1130
		290	540	400	12.6	475			210	720	200	9.8	1080
		320	535	450	13.3	485			240	750	250	10.5	1080
		350	600	500	14	485			270	780	300	11.2	1080
		410	660	600	15.4	485			325	830	400	12.6	1080
		460	690	700	16.8	495			385	885	500	14	1090
		525	775	800	18.2	515			440	935	600	15.4	1100
900	19.6	120	410	80	8.1	495	2000	35	650	1050	800	18.2	1165
		130	425	100	8.4	505			675	1165	1000	21	1185
		145	435	125	8.7	505			880	1275	1200	23.8	1210
		155	455	150	9.1	515			910	1380	1400	26.6	1230
		180	485	200	9.8	520			1110	1490	1600	29.4	1250
		210	515	250	10.5	520			1230	1595	1800	32.2	1275
		240	535	300	11.2	525			1345	1705	2000	35	1295
		265	565	350	11.9	525							

(27) Tee Campana-espiga con ramal bridada (Véase Figura 27 y Tabla 27)

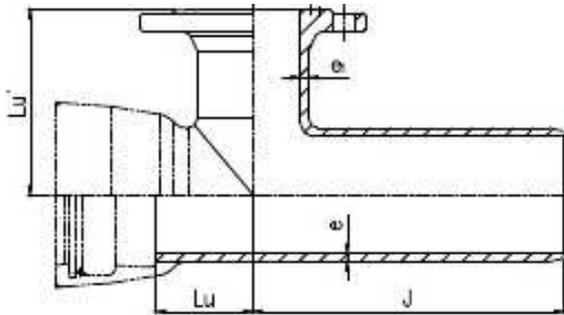


Figura 27 Tee Campana-espiga con ramal bridada

Tabla 27 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal bridada

Dimensiones en milímetros

Cuerpo		Ramal		Cuerpo		Ramal		Cuerpo		Ramal			
DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'
80	8.1	85	275	80	8.1	165	900	19.6	295	630	400	12.6	675
100	8.4	85	275	80	8.1	175			320	660	450	13.3	665
		95	285	100	8.4	180	345	700	500	14	670		
125	8.7	85	275	80	8.1	190	400	760	600	15.4	685		
		100	285	100	8.4	195	460	795	700	16.8	700		
150	9.1	110	275	125	8.7	200	520	855	800	18.2	715		
		85	275	80	8.1	205	585	905	900	19.6	750		
200	9.8	100	285	100	8.4	210	120	450	80	8.1	670		
		110	285	125	8.7	215	130	460	100	8.4	670		
250	10.5	130	310	150	9.1	220	145	475	125	8.7	675		
		90	275	80	8.1	235	155	495	150	9.1	680		
300	11.2	100	280	100	8.4	240	180	525	200	9.8	705		
		110	285	125	8.7	240	210	555	250	10.5	705		
350	11.9	130	310	150	9.1	250	240	575	300	11.2	710		
		150	340	200	9.8	260	265	610	350	11.9	720		
400	12.6	90	315	80	8.1	265	295	640	400	12.6	735		
		100	325	100	8.4	270	320	670	450	13.3	725		

Tabla 27 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal bridada

Dimensiones en milímetros

Cuerpo		Ramal		Cuerpo		Ramal		Cuerpo		Ramal			
DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'
250	10.5	115	325	125	8.7	255	1000	21	345	710	500	14	730
		130	360	150	9.1	280			405	770	600	15.4	745
		150	385	200	9.8	290			465	805	700	16.8	760
		180	415	250	10.5	300			520	865	800	18.2	775
300	11.2	90	340	80	8.1	295	580	915	900	19.6	790		
		105	355	100	8.4	300	645	980	1000	21	825		
		115	360	125	8.7	285	120	465	80	8.1	730		
		130	390	150	9.1	310	130	475	100	8.4	730		
350	11.9	160	415	200	9.8	320	145	490	125	8.7	735		
		190	445	250	10.5	330	155	510	150	9.1	740		
		215	475	300	11.2	340	180	540	200	9.8	745		
		95	345	80	8.1	325	210	570	250	10.5	755		
400	12.6	100	355	100	8.4	330	240	590	300	11.2	760		
		115	360	125	8.7	315	265	625	350	11.9	770		
		135	390	150	9.1	340	300	655	400	12.6	795		
		160	415	200	9.8	350	325	685	450	13.3	795		
450	13.3	190	445	250	10.5	350	350	725	500	14	795		
		210	475	300	11.2	350	415	785	600	15.4	825		
		240	500	350	11.9	380	470	820	700	16.8	830		
		95	355	80	8.1	355	525	880	800	18.2	835		
500	14.0	105	355	100	8.4	360	585	930	900	19.6	850		
		115	360	125	8.7	345	640	995	1000	21	870		
		135	390	150	9.1	370	695	1045	1100	22.4	880		
		160	415	200	9.8	380	120	500	80	8.1	790		
550	14.7	190	445	250	10.5	390	130	510	100	8.4	790		
		220	475	300	11.2	400	145	525	125	8.7	795		
		240	500	350	11.9	400	155	545	150	9.1	800		
		280	530	400	12.6	420	180	570	200	9.8	805		
600	15.4	95	355	80	8.1	370	210	600	250	10.5	815		
		110	355	100	8.4	390	240	630	300	11.2	820		
		115	360	125	8.7	405	265	660	350	11.9	830		
		135	390	150	9.1	400	295	690	400	12.6	835		
650	16.1	165	415	200	9.8	410	325	720	450	13.3	845		
		195	445	250	10.5	420	355	760	500	14	850		
		220	475	300	11.2	430	420	820	600	15.4	885		
		240	500	350	11.9	440	470	855	700	16.8	885		
700	16.8	280	530	400	12.6	450	535	915	800	18.2	915		

Tabla 27 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo				Ramal			Cuerpo				Ramal			
DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'	
450	13.3	310	555	450	13.3	460	1200	23.8	595	965	900	19.6	920	
500	14	95	355	80	8.1	400			650	1030	1000	21	945	
		110	355	100	8.4	420			760	1145	1200	23.8	955	
		120	360	125	8.7	420			170	525	80	8.1	870	
		140	390	150	9.1	425			210	535	100	8.4	875	
		165	415	200	9.8	440			225	550	125	8.7	880	
		190	445	250	10.5	440			240	570	150	9.1	880	
		220	475	300	11.2	440		270	595	200	9.8	890		
245	500	350	11.9	450	280	625		250	10.5	895				
280	530	400	12.6	480	325	655		300	11.2	905				
300	555	450	13.3	480	355	685		350	11.9	910				
340	580	500	14	500	385	715		400	12.6	920				
600	15.4	100	355	80	8.1	460		1400	26.6	415	745	450	13.3	925
		100	355	100	8.4	460				440	785	500	14	935
		120	360	125	8.7	465	515			845	600	15.4	980	
		130	390	150	9.1	470	560			880	700	16.8	990	
		170	415	200	9.8	500	630			940	800	18.2	1010	
		190	445	250	10.5	490	675			990	900	19.6	1020	
		215	475	300	11.2	500	750			1055	1000	21	1040	
		245	500	350	11.9	510	790		1105	1100	22.4	1045		
		285	530	400	12.6	540	850		1170	1200	23.8	1050		
		305	555	450	13.3	530	85		275	80	8.1	165		
		335	580	500	14	540	225		755	100	8.4	1025		
		400	635	600	15.4	580	260		755	150	9.1	1025		
		105	345	80	8.1	490	290		730	200	9.8	1030		
		700	16.8	115	345	100	8.4		490	1600	29.4	320	760	250
125	361			125	8.7	495	345	790	300			11.2	1045	
140	370			150	9.1	500	405	860	400			12.6	1060	
170	385			200	9.8	525	520	915	600			15.4	1090	
195	430			250	10.5	515	640	970	800			18.2	1120	
220	440			300	11.2	520	750	1090	1000			21	1150	
250	475			350	11.9	530	870	1210	1200			23.8	1180	
285	495			400	12.6	555	985	1315	1400		26.6	1210		
305	525			450	13.3	545	1100	1430	1600		29.4	1240		
340	560			500	14	550	300	730	200		9.8	1150		
385	595			600	15.4	565	320	760	250		10.5	1150		
460	690			700	16.8	600	350	790	300		11.2	1155		

Tabla 27 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo				Ramal			Cuerpo				Ramal		
DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'
800	18.2	120	355	80	8.1	550	1800	32.2	410	860	400	12.6	1170
		130	355	100	8.4	550			470	915	500	14	1185
		145	371	125	8.7	555			525	970	600	15.4	1200
		155	381	150	9.1	560			640	1090	800	18.2	1230
		175	395	200	9.8	585			760	1210	1000	21	1260
		210	441	250	10.5	585			875	1315	1200	23.8	1290
		240	451	300	11.2	585			990	1430	1400	26.6	1320
		265	485	350	11.9	590		1110	1540	1600	29.4	1350	
		290	505	400	12.6	615		1225	1615	1800	32.2	1380	
		320	535	450	13.3	615		300	730	200	9.8	1250	
		345	571	500	14	615		330	760	250	10.5	1260	
		400	605	600	15.4	625		360	790	300	11.2	1265	
		460	700	700	16.8	640		415	860	400	12.6	1280	
		515	760	800	18.2	655		475	915	500	14	1295	
900	19.6	120	440	80	8.1	605	2000	35	530	970	600	15.4	1310
		130	450	100	8.4	610			640	1090	800	18.2	1340
		145	465	125	8.7	615			765	1210	1000	21	1370
		155	485	150	9.1	620			880	1315	1200	23.8	1400
		180	515	200	9.8	645			1000	1430	1400	26.6	1430
		210	545	250	10.5	645		1110	1540	1600	29.4	1460	
		240	565	300	11.2	650		1230	1615	1800	32.2	1490	
		265	600	350	11.9	660		1345	1725	2000	35	1520	

(28) Tee doble Campana con ramal inferior bridada (Véase Figura 28 y Tabla 28)

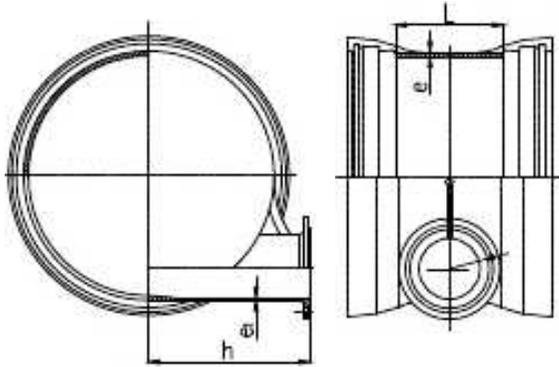


Figura 28 Tee doble Campana con ramal bridada

Tabla 28 Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal inferior bridada

Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal			
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h	
100	8.4	170	80	8.1	175	800	18.2	690	500	14	660	
150	9.1	170	80	8.1	210			800	600	15.4	670	
		195	100	8.4	220	240	80	8.1	630			
200	9.8	175	80	8.1	235	900	19.6	260	100	8.4	640	
		200	100	8.4	240			290	125	8.7	650	
		255	150	9.1	250			310	150	9.1	640	
250	10.5	180	80	8.1	265			355	200	9.8	640	
		200	100	8.4	270			420	250	10.5	645	
		260	150	9.1	280			480	300	11.2	650	
		315	200	9.8	290			530	350	11.9	670	
300	11.2	180	80	8.1	295			590	400	12.6	680	
			205	100	8.4			300	640	450	13.3	685
			230	125	8.7			305	690	500	14	690
		260	150	9.1	310	800	600	15.4	705			
		1000	21	320	200	9.8	320	240	80	8.1	660	
					380	250	10.5	330	260	100	8.4	670

Tabla 28 Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal inferior bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal				
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h		
350	11.9	185	80	8.1	325	1000	21	290	125	8.7	680		
		205	100	8.4	330			310	150	9.1	700		
		230	125	8.7	335			360	200	9.8	700		
		270	150	9.1	340			420	250	10.5	705		
		325	200	9.8	350			480	300	11.2	710		
		385	250	10.5	360			530	350	11.9	720		
		420	300	11.2	370			595	400	12.6	730		
400	12.6	185	80	8.1	355			1100	22.4	640	450	13.3	745
		210	100	8.4	360					690	500	14	750
		240	125	8.7	365					810	600	15.4	765
		270	150	9.1	370	240	80			8.1	740		
		325	200	9.8	380	260	100			8.4	750		
		385	250	10.5	390	290	125			8.7	760		
		440	300	11.2	400	310	150			9.1	750		
		480	350	11.9	410	360	200			9.8	750		
450	13.3	215	100	8.4	390	1200	23.8			420	250	10.5	755
		240	125	8.7	395					480	300	11.2	760
		270	150	9.1	400			530	350	11.9	765		
		330	200	9.8	410			600	400	12.6	775		
		390	250	10.5	420			650	450	13.3	805		
		445	300	11.2	430			700	500	14	810		
		480	350	11.9	440			830	600	15.4	825		
		560	400	12.6	450			240	80	8.1	820		
500	14	190	80	8.1	415			1400	26.6	260	100	8.4	820
		215	100	8.4	420					290	125	8.7	825
		240	125	8.7	425	310	150			9.1	830		
		280	150	9.1	430	360	200			9.8	840		
		330	200	9.8	440	420	250			10.5	850		
		380	250	10.5	450	480	300			11.2	860		
		440	300	11.2	460	530	350			11.9	870		
		490	350	11.9	470	590	400			12.6	880		
		565	400	12.6	480	650	450			13.3	890		
		600	450	13.3	490	710	500			14	870		
600	15.4	195	80	8.1	475	1400	26.6	840	600	15.4	885		
		200	100	8.4	480			340	80	8.1	905		
		240	125	8.7	485			420	100	8.4	905		
		260	150	9.1	490			450	125	8.7	910		

Tabla 28 Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal inferior bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal					
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h			
600	15.4	340	200	9.8	500	1400	26.6	480	150	9.1	910			
		380	250	10.5	510			540	200	9.8	920			
		430	300	11.2	520			560	250	10.5	925			
		490	350	11.9	530			650	300	11.2	935			
		570	400	12.6	540			710	350	11.9	940			
		610	450	13.3	550			770	400	12.6	945			
		670	500	14	560			830	450	13.3	955			
700	16.8	210	80	8.1	520	1600	29.4	880	500	14	965			
		230	100	8.4	540			1030	600	15.4	970			
		250	125	8.7	540			460	100	8.4	1015			
		280	150	9.1	550			580	200	9.8	1050			
		345	200	9.8	560			635	250	10.5	1060			
		390	250	10.5	570			695	300	11.2	1065			
		440	300	11.2	580			810	400	12.6	1080			
		500	350	11.9	590			925	500	14	1095			
		75	400	12.6	600			1040	600	15.4	1110			
		610	450	13.3	610			595	200	9.8	1260			
		680	500	14	620			650	250	10.5	1170			
		770	600	15.4	630			705	300	11.2	1175			
		800	18.2	240	80			8.1	580	1800	32.2	820	400	12.6
260	100			8.4	590	940	500	14	1205					
290	125			8.7	590	1055	600	15.4	1220					
310	150			9.1	600	600	200	9.8	1270					
350	200			9.8	605	660	250	10.5	1280					
420	250			10.5	610	720	300	11.2	1290					
480	300			11.2	620	835	400	12.6	1310					
530	350			11.9	630	950	500	14	1325					
580	400			12.6	640	1065	600	15.4	1330					
640	450			13.3	650									

(29) Tee doble Campana con ramal inferior campana (Véase Figura 29 y Tabla 29)

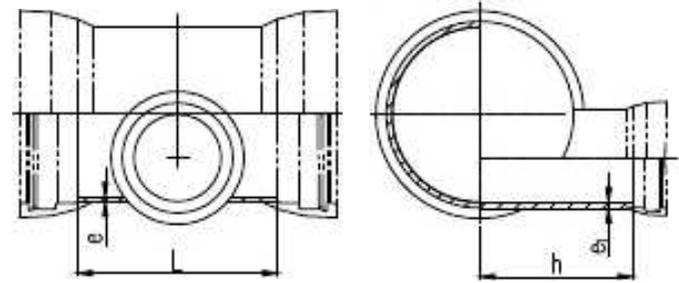


Figura 29 Tee doble Campana con ramal inferior campana

Tabla 29 Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal inferior campana
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
100	8.4	170	80	8.1	100	800	18.2	590	400	12.6	470
125	8.7	170	80	8.1	110			640	450	13.3	475
		195	100	8.4	115			690	500	14	480
150	9.1	170	80	8.1	120	800	600	15.4	495		
		195	100	8.4	120	240	80	8.1	485		
200	9.8	230	125	8.7	130	260	100	8.4	490		
		175	80	8.1	125	290	125	8.7	490		
		200	100	8.4	125	310	150	9.1	495		
		255	150	9.1	130	360	200	9.8	500		
		180	80	8.1	150	420	250	10.5	505		
250	10.5	200	100	8.4	150	480	300	11.2	510		
		260	150	9.1	155	530	350	11.9	515		
		315	200	9.8	160	590	400	12.6	520		
		190	80	8.1	175	640	450	13.3	525		
300	11.2	205	100	8.4	175	690	500	14	530		
		215	125	8.7	200	800	600	15.4	545		

tableau 29 Les paramètres des accessoires techniques de té à trois emboitements (Suite)
Unité:mm

Body					Branch					Body					Branch																								
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h																
300	11.2	260	150	9.1	180	1000	21	240	80	8.1	535	1000	21	240	80	8.1	535	1000	21	240	80	8.1	535	1000	21	240	80	8.1	535										
		320	200	9.8	185			260	100	8.4	540			260	100	8.4	540			260	100	8.4	540			260	100	8.4	540	260	100	8.4	540						
		375	250	10.5	215			290	125	8.7	540			290	125	8.7	540			290	125	8.7	540			290	125	8.7	540	290	125	8.7	540	290	125	8.7	540		
350	11.9	180	80	8.1	200			1000	21	310	150	9.1	545	1000	21	310	150	9.1	545	1000	21	310	150	9.1	545	1000	21	310	150	9.1	545								
		200	100	8.4	200					360	200	9.8	550			360	200	9.8	550			360	200	9.8	550			360	200	9.8	550	360	200	9.8	550				
		250	150	9.1	205					420	250	10.5	555			420	250	10.5	555			420	250	10.5	555			420	250	10.5	555	420	250	10.5	555	420	250	10.5	555
		300	200	9.8	210					480	300	11.2	560			480	300	11.2	560			480	300	11.2	560			480	300	11.2	560	480	300	11.2	560	480	300	11.2	560
		360	250	10.5	240					530	350	11.9	565			530	350	11.9	565			530	350	11.9	565			530	350	11.9	565	530	350	11.9	565	530	350	11.9	565
		420	300	11.2	265					590	400	12.6	570			590	400	12.6	570			590	400	12.6	570			590	400	12.6	570	590	400	12.6	570	590	400	12.6	570
400	12.6	170	80	8.1	225			1100	22.4	640	450	13.3	575	1100	22.4	640	450	13.3	575	1100	22.4	640	450	13.3	575	1100	22.4	640	450	13.3	575								
		190	100	8.4	225					690	500	14	580			690	500	14	580			690	500	14	580			690	500	14	580	690	500	14	580				
		220	125	8.7	250					800	600	15.4	590			800	600	15.4	590			800	600	15.4	590			800	600	15.4	590	800	600	15.4	590	800	600	15.4	590
		250	150	9.1	230					230	80	8.1	595			230	80	8.1	595			230	80	8.1	595			230	80	8.1	595	230	80	8.1	595	230	80	8.1	595
		310	200	9.8	235					260	100	8.4	600			260	100	8.4	600			260	100	8.4	600			260	100	8.4	600	260	100	8.4	600	260	100	8.4	600
		360	250	10.5	245					280	125	8.7	605			280	125	8.7	605			280	125	8.7	605			280	125	8.7	605	280	125	8.7	605	280	125	8.7	605
450	13.3	420	300	11.2	270	1100	22.4	310	150	9.1	610	1100	22.4	310	150	9.1	610	1100	22.4	310	150	9.1	610	1100	22.4	310	150	9.1	610										
		480	350	11.9	295			370	200	9.8	610			370	200	9.8	610			370	200	9.8	610			370	200	9.8	610	370	200	9.8	610						
		180	80	8.1	250			430	250	10.5	615			430	250	10.5	615			430	250	10.5	615			430	250	10.5	615	430	250	10.5	615	430	250	10.5	615		
		200	100	8.4	250			490	300	11.2	620			490	300	11.2	620			490	300	11.2	620			490	300	11.2	620	490	300	11.2	620	490	300	11.2	620		
		225	125	8.7	255			540	350	11.9	625			540	350	11.9	625			540	350	11.9	625			540	350	11.9	625	540	350	11.9	625	540	350	11.9	625		
		260	150	9.1	255			600	400	12.6	630			600	400	12.6	630			600	400	12.6	630			600	400	12.6	630	600	400	12.6	630	600	400	12.6	630		
500	14	310	200	9.8	260	1200	23.8	640	450	13.3	630	1200	23.8	640	450	13.3	630	1200	23.8	640	450	13.3	630	1200	23.8	640	450	13.3	630										
		370	250	10.5	270			690	500	14	635			690	500	14	635			690	500	14	635			690	500	14	635	690	500	14	635						
		430	300	11.2	275			810	600	15.4	640			810	600	15.4	640			810	600	15.4	640			810	600	15.4	640	810	600	15.4	640	810	600	15.4	640		
		480	350	11.9	300			240	80	8.1	635			240	80	8.1	635			240	80	8.1	635			240	80	8.1	635	240	80	8.1	635	240	80	8.1	635		
		540	400	12.6	325			260	100	8.4	640			260	100	8.4	640			260	100	8.4	640			260	100	8.4	640	260	100	8.4	640	260	100	8.4	640		
		200	80	8.1	275			290	125	8.7	640			290	125	8.7	640			290	125	8.7	640			290	125	8.7	640	290	125	8.7	640	290	125	8.7	640		
600	15.4	230	100	8.4	275	1200	23.8	310	150	9.1	645	1200	23.8	310	150	9.1	645	1200	23.8	310	150	9.1	645	1200	23.8	310	150	9.1	645										
		225	125	8.7	275			360	200	9.8	650			360	200	9.8	650			360	200	9.8	650			360	200	9.8	650	360	200	9.8	650						
		280	150	9.1	280			420	250	10.5	655			420	250	10.5	655			420	250	10.5	655			420	250	10.5	655	420	250	10.5	655	420	250	10.5	655		
		330	200	9.8	285			480	300	11.2	660			480	300	11.2	660			480	300	11.2	660			480	300	11.2	660	480	300	11.2	660	480	300	11.2	660		
		380	250	10.5	295			530	350	11.9	665			530	350	11.9	665			530	350	11.9	665			530	350	11.9	665	530	350	11.9	665	530	350	11.9	665		
		440	300	11.2	300			590	400	12.6	670			590	400	12.6	670			590	400	12.6	670			590	400	12.6	670	590	400	12.6	670	590	400	12.6	670		
500	14	490	350	11.9	305	1200	23.8	650	450	13.3	675	1200	23.8	650	450	13.3	675	1200	23.8	650	450	13.3	675	1200	23.8	650	450	13.3	675										
		540	400	12.6	330			710	500	14	680			710	500	14	680			710	500	14	680			710	500	14	680	710	500	14	680						
		600	450	13.3	355			820	600	15.4	695			820	600	15.4	695			820	600	15.4	695			820	600	15.4	695	820	600	15.4	695	820	600	15.4	695		
		200	80	8.1	275			240	80	8.1	635			240	80	8.1	635			240	80	8.1	635			240	80	8.1	635	240	80	8.1	635	240	80	8.1	635		
		230	100	8.4	275			260	100	8.4	640			260	100	8.4	640			260	100	8.4	640			260	100	8.4	640	260	100	8.4	640	260	100	8.4	640		
		225	125	8.7	275			290	125	8.7	640			290	125	8.7	640			290	125	8.7	640			290	125	8.7	640	290	125	8.7	640	290	125	8.7	640		
600	15.4	180	80	8.1	325	1400	26.6	250	80	8.1	745	1400	26.6	250	80	8.1	745	1400	26.6	250	80	8.1	745	1400	26.6	250	80	8.1	745										

Tabla 29 Parámetros Técnicos para Tee doble Campana con ramal inferior campana
Dimensiones en milímetros

Cuerpo					Ramal					Cuerpo					Ramal																						
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h														
600	15.4	200	100	8.4	325	1400	26.6	270	100	8.4	745	1400	26.6	270	100	8.4	745	1400	26.6	270	100	8.4	745	1400	26.6	270	100	8.4	745								
		230	125	8.7	325			300	125	8.7	755			300	125	8.7	755			300	125	8.7	755			300	125	8.7	755	300	125	8.7	755				
		260	150	9.1	330			330	150	9.1	755			330	150	9.1	755			330	150	9.1	755			330	150	9.1	755	330	150	9.1	755	330	150	9.1	755
		320	200	9.8	335			390	200	9.8	760			390	200	9.8	760			390	200	9.8	760			390	200	9.8	760	390	200	9.8	760	390	200	9.8	760
		380	250	10.5	345																																

(30) Tee Campana-espiga con ramal inferior bridada (Véase Figura 30 y Tabla 30)

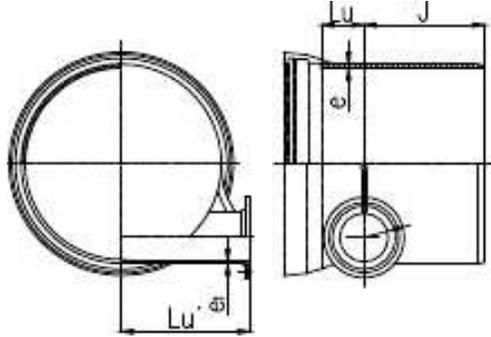


Figura 30 Tee Campana-espiga con ramal inferior bridada

Tabla 3 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal inferior bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal				
DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'
100	8.4	85	275	80	8.1	175	800	18.2	320	535	450	13.3	650
150	9.1	85	275	80	8.1	210			345	571	500	14	660
		100	285	100	8.4	220	400	605	600	15.4	670		
200	9.8	90	275	80	8.1	235	900	19.6	120	440	80	8.1	640
		100	280	100	8.4	240			130	450	100	8.4	640
		130	310	150	9.1	250			145	465	125	8.7	640
90	315	80	8.1	265	155	485			150	9.1	640		
250	10.5	100	325	100	8.4	270			180	515	200	9.8	645
		130	360	150	9.1	280			210	545	250	10.5	650
		160	385	200	9.8	290			240	565	300	11.2	660
		90	340	80	8.1	295			265	600	350	11.9	670
300	11.2	105	355	100	8.4	295			295	630	400	12.6	680
		130	390	150	9.1	310			320	660	450	13.3	685
		150	415	200	9.8	320	345	700	500	14	690		
		190	445	250	10.5	330	400	760	600	15.4	705		

Tabla 3 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal inferior bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal				
DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'	DN	e	Lu	J	dn	e1	Lu'
350	11.9	95	345	80	8.1	325	1000	21	120	450	80	8.1	680
		100	355	100	8.4	330			130	460	100	8.4	700
		115	360	125	8.7	335			145	475	125	8.7	700
		135	390	150	9.1	340			155	495	150	9.1	705
		160	415	200	9.8	350			180	525	200	9.8	710
		190	445	250	10.5	360			210	555	250	10.5	720
		210	475	300	11.2	370			240	575	300	11.2	730
95	355	80	8.1	355	265	610			350	11.9	740		
105	355	100	8.4	360	295	640			400	12.6	750		
115	360	125	8.7	365	320	670			450	13.3	750		
135	390	150	9.1	370	345	710			500	14	750		
160	415	200	9.8	380	405	770			600	15.4	765		
190	445	250	10.5	390	120	465			80	8.1	750		
220	475	300	11.2	400	130	475			100	8.4	750		
240	500	350	11.9	410	145	490	125	8.7	750				
95	355	80	8.1	385	155	510	150	9.1	755				
110	355	100	8.4	390	180	540	200	9.8	760				
115	360	125	8.7	395	210	570	250	10.5	765				
135	390	150	9.1	400	240	590	300	11.2	775				
165	415	200	9.8	410	265	625	350	11.9	820				
195	445	250	10.5	420	295	655	400	12.6	820				
220	475	300	11.2	430	325	685	450	13.3	805				
240	500	350	11.9	440	350	725	500	14	810				
280	530	400	12.6	450	410	785	600	15.4	825				
95	355	80	8.1	415	120	500	80	8.1	825				
110	355	100	8.4	420	130	510	100	8.4	830				
120	360	125	8.7	425	145	525	125	8.7	840				
140	390	150	9.1	430	155	545	150	9.1	850				
165	415	200	9.8	440	180	570	200	9.8	860				
190	445	250	10.5	450	210	600	250	10.5	870				
220	475	300	11.2	460	240	630	300	11.2	880				
245	500	350	11.9	470	265	660	350	11.9	890				
280	530	400	12.6	480	295	690	400	12.6	905				
300	555	450	13.3	490	325	720	450	13.3	905				
100	355	80	8.1	475	355	760	500	14	910				
100	355	100	8.4	480	410	820	600	15.4	910				
120	360	125	8.7	485	1400	26.6	170	525	80	8.1	910		

Tabla 30 Parámetros Técnicos para Tee Campana-espiga con ramal inferior bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal				Cuerpo			Ramal			
DN	e	Lu	J	dn	e1	Lp'	DN	e	Lu	J	dn	e1	Lp'
600	15.4	130	390	150	9.1	490	1400	26.6	210	535	100	8.4	910
		170	415	200	9.8	500			225	550	125	8.7	920
		190	445	250	10.5	510			240	570	150	9.1	925
		215	475	300	11.2	520			270	595	200	9.8	935
		245	500	350	11.9	530			280	625	250	10.5	940
		285	530	400	12.6	540			325	655	300	11.2	945
		305	555	450	13.3	550			355	685	350	11.9	955
		335	580	500	14	560			385	715	400	12.6	965
700	16.8	105	345	80	8.1	520	1600	29.4	415	745	450	13.3	975
		115	345	100	8.4	540			440	785	500	14	985
		125	361	125	8.7	540			500	845	600	15.4	990
		140	370	150	9.1	550			290	730	200	9.8	1050
		170	385	200	9.8	560			320	760	250	10.5	1060
		195	430	250	10.5	570			345	790	300	11.2	1065
		220	440	300	11.2	580			405	860	400	12.6	1080
		250	475	350	11.9	590			465	895	500	14	1095
		285	495	400	12.6	600			520	915	600	15.4	1110
		305	525	450	13.3	610			300	730	200	9.8	1170
800	18.2	340	560	500	14	620	1800	32.2	320	760	250	10.5	1170
		385	595	600	15.4	630			350	790	300	11.2	1175
		120	355	80	8.1	580			410	860	400	12.6	1190
		130	355	100	8.4	580			470	915	500	14	1205
		145	371	125	8.7	600			525	970	600	15.4	1220
		155	381	150	9.1	605			300	730	200	9.8	1270
		180	395	200	9.8	610			330	760	250	10.5	1280
		210	441	250	10.5	620			360	790	300	11.2	1290
2000	35	240	451	300	11.2	630	415	860	400	12.6	1310		
		265	485	350	11.9	630	475	915	500	14	1325		
		295	505	400	12.6	640	530	970	600	15.4	1330		

(31) Tee 45° Campanas (Véase Figura 31 y Tabla 31)

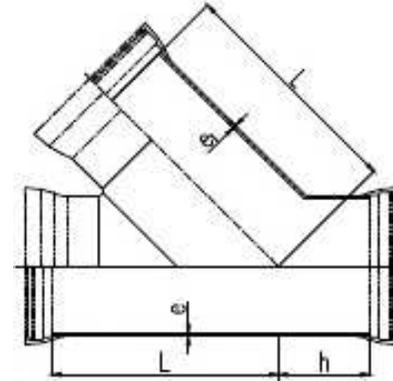


Figura 31 Tee 45° Campanas

Tabla 31 Parámetros Técnicos para Tee 45° Campanas
Dimensiones en milímetros

DN	dn	Tamaño				DN	dn	Tamaño			
		e	e1	L	h			e	e1	L	h
80	80	8.1	8.1	240	85	400	100	12.6	8.4	630	105
	125						8.7		630	120	
100	100	8.4	8.4	265	95		150		9.1	635	135
	200						9.8		640	165	
125	80	8.7	8.1	295	85		250		10.5	645	190
	100						8.4		300	100	
	125						8.7		300	115	
150	80	9.1	8.1	325	85		300		11.2	650	220
	100						8.4		330	100	
	125						8.7		330	115	
	150					9.1	335	125			
	200					11.2	665	280			
200	80	9.8	8.1	385	90	350	11.9	660	250		
	100					8.4	390	100			
	125					8.7	390	115			
	150					9.1	395	130			
	200					9.8	400	160			
	450					13.3	705	195			
250	80	10.5	8.1	445	90	250	11.2	710	225		
	350					11.9	720	250			
	400					12.6	725	280			
	450					13.3	730	310			

Tabla 31 Parámetros Técnicos para Tee 45° Campanas
Dimensiones en milímetros

DN	dn	Tamaño				DN	dn	Tamaño			
		e	e1	L	h			e	e1	L	h
250	100	10.5	8.4	450	100	500	100	14	8.4	750	110
	125		8.7	450	115		150		9.1	755	140
	150		9.1	455	130		200		9.8	760	145
	200		9.8	460	160		250		10.5	770	195
	250		10.5	465	190		300		11.2	775	225
300	80	11.2	8.1	505	90	600	350	15.4	11.9	780	255
	100		8.4	510	100		400		12.6	785	280
	125		8.7	510	115		450		13.3	790	310
	150		9.1	515	130		500		14	795	340
	200		9.8	520	160		100		8.4	870	110
	250		10.5	525	190		150		9.1	880	140
350	300	11.9	11.2	530	220	600	200	15.4	9.8	885	170
	100		8.4	570	105		250		10.5	890	200
	125		8.7	570	120		300		11.2	895	225
	150		9.1	575	135		350		11.9	900	255
	200		9.8	580	160		400		12.6	905	285
	250		10.5	585	190		450		13.3	910	315
	300		11.2	590	220		500		14	915	345
350	11.9	595	250	600	15.4	930	400				

(32) Tee 45° Bridas (Véase Figura 32 y Tabla 32)

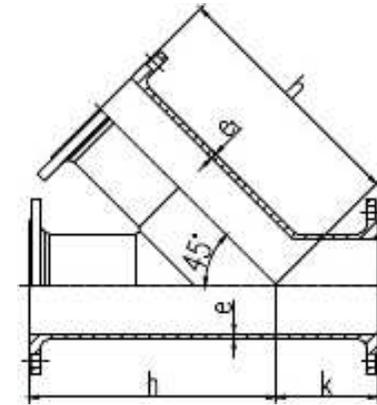


Figura 32 Tee Excéntrica 45° Bridas

Tabla 32 Parámetros Técnicos para Tee 45° Bridas
Dimensiones en milímetros

DN	dn	Tamaño				DN	dn	Tamaño			
		e	e1	h	k			e	e1	h	k
80	80	8.1	8.1	390	85	400	100	12.6	8.4	780	105
100	80	8.4	8.1	415	85		125		8.7	780	120
	100		8.4	415	95		150		9.1	785	135
125	80	8.7	8.1	445	85		200		9.8	790	165
	100		8.4	445	95		250		10.5	795	190
	125		8.7	450	110	300	11.2	800	220		
150	80	9.1	8.1	475	85	350	11.9	810	250		
	100		8.4	480	100	400	12.6	815	280		
	125		8.7	480	115	100	8.4	840	105		
	150		9.1	485	125	150	9.1	845	135		
200	80	9.8	8.1	535	90	450	200	13.3	9.8	850	165
	100		8.4	540	100		250		10.5	855	195
	125		8.7	540	115		300		11.2	865	225
	150		9.1	545	130		350		11.9	870	250

Tabla 32 Parámetros Técnicos para Tee 45° Bidas
Dimensiones en milímetros

DN	dn	Tamaño				DN	dn	Tamaño			
		e	e1	h	k			e	e1	h	k
200	200	9.8	9.8	550	160	450	400	13.3	12.6	875	280
							450		13.3	880	310
250	80	10.5	8.1	595	90	500	100	14	8.4	900	110
	100		8.4	600	100		150		9.1	915	140
	125		8.7	600	115		200		9.8	915	165
	150		9.1	605	130		250		10.5	920	195
	200		9.8	610	160		300		11.2	925	225
	250		10.5	615	190		350		11.9	930	245
300	80	11.2	8.1	655	90	600	400	15.4	12.6	935	280
	100		8.4	660	100		450		13.3	940	310
	125		8.7	660	115		500		14	945	340
	150		9.1	665	130		100		8.4	1020	110
	200		9.8	670	160		150		9.1	1030	140
	250		10.5	675	190		200		9.8	1035	170
350	300	11.9	11.2	680	220	600	250	15.4	10.5	1040	200
	100		8.4	720	105		300		11.2	1045	225
	125		8.7	720	120		350		11.9	1050	255
	150		9.1	725	135		400		12.6	1055	285
	200		9.8	730	160		450		13.3	1060	315
	250		10.5	735	190		500		14	1065	345
	300		11.2	740	220		600		15.4	1080	400
	350		11.9	745	250						

(33) Cruz Campanas (Véase Figura 33 y Tabla 33)

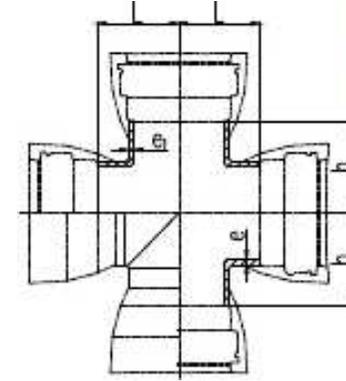


Figure 33 Le crois à quatre emboitements

Tabla 33 Parámetros Técnicos para Cruz Campanas
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
80	8.1	85	80	8.1	85	400	12.6	155	200	9.8	250
100	8.4	85	80	8.1	95			180	250	10.5	260
		95	100	8.4	95	210	300	11.2	265		
125	8.7	85	80	8.1	105	450	13.3	240	350	11.9	265
		95	100	8.4	110			270	400	12.6	270
150	9.1	110	125	8.7	110	450	13.3	90	80	8.1	265
		85	80	8.1	120			100	100	8.4	265
		100	100	8.4	120			125	125	8.7	265
		115	125	8.7	120			130	150	9.1	265
200	9.8	130	150	9.1	125	450	13.3	155	200	9.8	270
		90	80	8.1	145			185	250	10.5	285
		100	100	8.4	145			215	300	11.2	290
		115	125	8.7	145			240	350	11.9	290
		130	150	9.1	150			270	400	12.6	290
		160	200	9.8	155			300	450	13.3	300

Tabla 33 Parámetros Técnicos para Cruz Campanas
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal		
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h
250	10.5	90	80	8.1	170	500	14	100	80	8.1	295
		100	100	8.4	170			115	100	8.4	295
		115	125	8.7	170			125	125	8.7	295
		130	150	9.1	175			140	150	9.1	295
		160	200	9.8	180			165	200	9.8	300
		190	250	10.5	190			190	250	10.5	310
300	11.2	95	80	8.1	190			220	300	11.2	315
		105	100	8.4	195			245	350	11.9	315
		120	125	8.7	225			270	400	12.6	315
		130	150	9.1	200			300	450	13.3	315
		160	200	9.8	205			330	500	14	330
		190	250	10.5	210			90	80	8.1	345
350	11.9	220	300	11.2	220	100	100	8.4	345		
		90	80	8.1	215	125	125	8.7	345		
		100	100	8.4	215	130	150	9.1	345		
		125	150	9.1	215	160	200	9.8	350		
		150	200	9.8	220	190	250	10.5	360		
		180	250	10.5	235	215	300	11.2	365		
400	12.6	210	300	11.2	235	245	350	11.9	365		
		240	350	11.9	240	275	400	12.6	365		
		85	80	8.1	240	305	450	13.3	365		
		95	100	8.4	240	335	500	14	375		
		120	125	8.7	250	390	600	15.4	390		
		125	150	9.1	250						

(34) Cruz Bridada (Véase Figura 34 y Tabla 34)

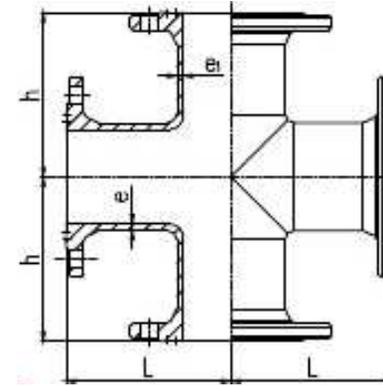


Figura 34 Cruz Bridada

Tabla 34 Parámetros Técnicos para Cruz Bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo			Ramal			Cuerpo			Ramal				
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h		
80	8.1	165	80	8.1	165	400	12.6	235	150	9.1	355		
100	8.4	165	80	8.1	175			450	200	9.8	350		
		180	100	8.4	180			250	250	10.5	345		
125	8.7	200	80	8.1	190			275	300	11.2	370		
		200	100	8.4	195			450	350	11.9	360		
		200	125	8.7	200			330	400	12.6	390		
150	9.1	220	80	8.1	205	450	13.3	360	100	8.4	400		
		220	100	8.4	210			380	125	8.7	390		
		220	125	8.7	215			450	150	9.1	450		
		220	150	9.1	220			235	200	9.8	370		
200	9.8	260	80	8.1	235			475	250	10.5	375		
		260	100	8.4	240			265	300	11.2	375		
		220	125	8.7	240			285	350	11.9	400		
		260	150	9.1	250			475	400	12.6	375		
		260	200	9.8	260			345	450	13.3	420		
250	10.5	200	80	8.1	265			500	14	370	100	8.4	430

Tabla 34 Parámetros Técnicos para Cruz Bridada
Dimensiones en milímetros

Cuerpo		Ramal			Cuerpo		Ramal						
DN	e	L	dn	e1	h	DN	e	L	dn	e1	h		
250	10.5	350	100	8.4	275	500	14	395	125	8.7	420		
		240	125	8.7	280			430	150	9.1	450		
		240	150	9.1	280			475	200	9.8	475		
		350	200	9.8	325			500	250	10.5	400		
		350	250	10.5	350			500	300	11.2	400		
300	11.2	210	100	8.4	295			500	350	11.9	400		
		400	125	8.7	300			500	400	12.6	400		
		240	150	9.1	300			500	450	13.3	400		
		250	200	9.8	310			500	500	14	400		
		400	250	10.5	350			500	100	8.4	500		
		310	300	11.2	330			500	125	8.7	500		
350	11.9	400	100	8.4	400			600	15.4	500	150	9.1	500
		220	125	8.7	325					500	200	9.8	500
		425	150	9.1	325					500	250	10.5	500
		240	200	9.8	325	550	300			11.2	450		
		265	250	10.5	340	550	350			11.9	450		
		425	300	11.2	325	550	400			12.6	450		
		320	350	11.9	360	550	450			13.3	450		
400	12.6	340	100	8.4	350	550	500			14	450		
		425	125	8.7	425	550	600			15.4	450		

(35) Cruz Campana-espiga-doble Campana (Véase Figura 35 y Tabla 35)

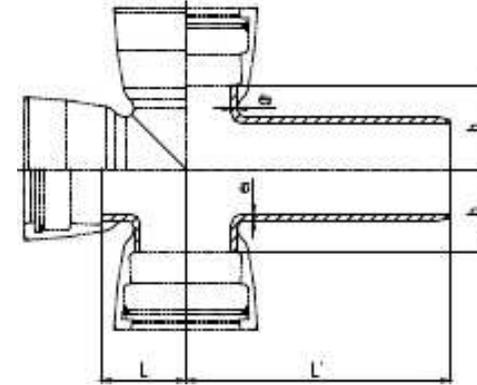


Figura 35 Cruz Campana-espiga-doble Campana

Tabla 35 Parámetros Técnicos para Cruz Campana-espiga-doble Campana
Dimensiones en milímetros

DN	e1	L	L'	dn	e2	h
80	8.1	85	260	80	8.1	85
100	8.4	85	270	80	8.1	95
		95	275	100	8.4	95
150	9.1	85	280	80	8.1	120
		100	280	100	8.4	120
		130	310	150	9.1	125
200	9.8	90	280	80	8.1	145
		100	280	100	8.4	145
		130	310	150	9.1	150
		160	340	200	9.8	155
250	10.5	90	280	80	8.1	170
		100	280	100	8.4	170
		130	310	150	9.1	175
		160	340	200	9.8	180
300	11.2	190	370	250	10.5	190
		105	285	100	8.4	195
		130	310	150	9.1	200

Tabla 35 Parámetros Técnicos para Cruz Campana-espiga-doble Campana
Dimensiones en milímetros

DN	e1	L	L'	dn	e2	h
300	11.2	160	340	200	9.8	205
		190	370	250	10.5	210
		220	400	300	11.2	220
400	12.6	110	290	100	8.4	245
		135	315	150	9.1	250
		165	345	200	9.8	255
		195	375	250	10.5	260
		220	400	300	11.2	270
		280	460	400	12.6	280
500	14	110	310	100	8.4	290
		135	335	150	9.1	295
		165	365	200	9.8	300
		195	395	250	10.5	315
		225	425	300	11.2	320
		285	485	400	12.6	330
600	15.4	340	540	500	14	340
		110	315	100	8.4	350
		135	340	150	9.1	355
		165	370	200	9.8	360
		195	400	250	10.5	365
		230	430	300	11.2	370
		285	485	400	12.6	380
		345	545	500	14	390
400	600	600	15.4	400		

(36) Tapón Espiga Tipo T (Véase Figura 36 y Tabla 36)

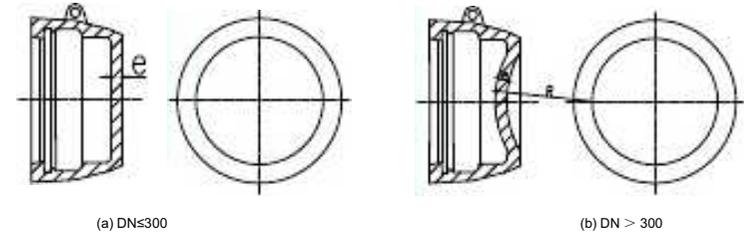


Figura 36 Tapón Espiga T

Tabla 36 Parámetros Técnicos para Tapón Espiga Tipo T
Dimensiones en milímetros

DN	e	R	DN	e	R
80	18	—	600	29.5	565
100	18	—	700	31	665
125	18	—	800	33	760
150	18	—	900	35	860
200	18	—	1000	37	960
250	19.5	—	1100	39	1060
300	23	—	1200	41	1160
350	24	315	1400	43	1260
400	25	370	1500	44	2362
450	26	420	1600	45	2715
500	27	460	1800	48	3186

(37) Tapón Campana Tipo T (Véase Figura 36 y Tabla 36)

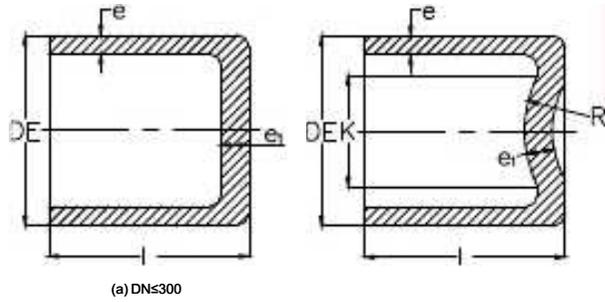


Figura 37 Tapón Campana Tipo T

Tabla 37 Parámetros Técnicos para Tapón Campana Tipo T
Dimensiones en milímetros

DN	DE	e1	e	K.R	L
80	98	16	7	—	190
100	118	18	7.2	—	200
125	144	18	7.5	—	212
150	170	18	7.8	—	225
200	222	18	7.2	—	250
250	274	19.5	9.0	—	250
300	326	23	9.6	—	275
350	378	24	10.2	315	275
400	429	25	10.8	370	275
450	480	26	11.4	420	275
500	532	27	12	460	275
600	635	29.5	13.2	565	300
700	738	30	14.4	660	320
800	842	30	15.6	760	330
900	945	30	16.8	860	350
1000	1048	35	18	960	360
1100	1152	35	19.2	1060	380
1200	1255	35	20.4	1160	390
1400	1462	40	22.8	1260	410
1500	1565	40	24	1360	420
1600	1668	40	25.2	1460	450
1800	1875	45	27.6	1560	480

(38) Cople flexible (Véase Figura 38 y Tabla 38)

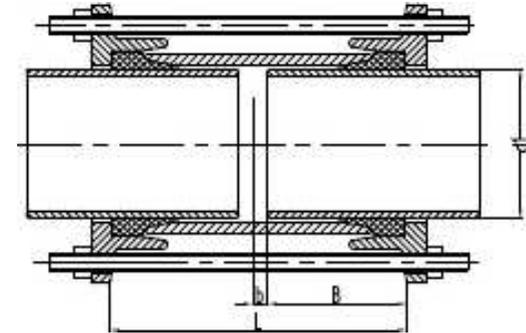


Figura 38 Cople flexible

Tabla 38 Parámetros Técnicos para Cople flexible
Dimensiones en milímetros

DN	Tamaño				Tornillos	
	d1	L	B	b	n	DIA
80	98	96	40	15	4	M16
100	118	96	40	15	4	M16
150	170	96	40	15	4	M20
200	222	96	46	15	6	M20
250	274	116	50	15	6	M24
300	326	116	50	15	6	M24
350	378	134	50	20	8	M24
400	429	134	50	20	8	M27
450	480	134	50	20	10	M27
500	532	154	55	25	10	M30
600	635	174	60	25	10	M33
700	738	184	70	30	12	M33
800	842	184	70	30	12	M36
900	945	214	85	30	14	M36
1000	1048	244	92	30	14	M39
1200	1255	274	107	30	16	M45
1400	1462	360	96	15	18	M24
1500	1565	470	118	25	18	M52
1600	1668	485	120	30	20	M45

(39) Adaptador bridado (Véase Figura 39 y Tabla 39)

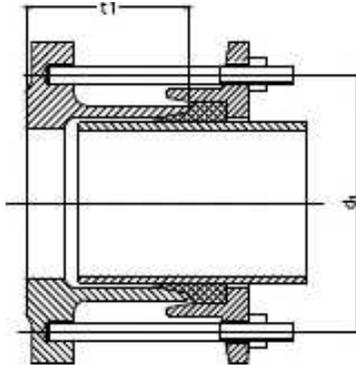


Figura39Adaptadorbridado

Table 39 Parámetros Técnicos para Adaptador de brida
Dimensiones en milímetros

DN	t1	d1			No. De Tornillos/n			Tamaño de Tornillos/ DIA		
		PN10	PN16	PN25	PN10	PN16	PN25	PN10	PN16	PN25
80	70	160	160	160	4	4	4	M16	M16	M16
100	70	180	180	190	4	4	4	M16	M16	M20
150	75	240	240	250	4	4	4	M20	M20	M24
200	75	295	295	310	4	6	6	M20	M20	M24
250	90	350	355	370	6	6	6	M20	M24	M27
300	90	400	410	430	6	6	8	M20	M24	M27
350	100	460	470	490	8	8	8	M20	M24	M30
400	100	515	525	550	8	8	8	M24	M27	M33
450	100	565	585	600	10	10	10	M24	M27	M33
500	114	620	650	660	10	10	10	M24	M30	M33
600	114	725	770	770	10	10	10	M27	M33	M36
700	130	840	840	875	12	12	12	M27	M33	M39
800	130	950	950	990	12	12	12	M30	M36	M45
900	130	1050	1050	1050	14	14	14	M30	M36	M45
1000	130	1160	1170	1160	14	14	14	M33	M39	M52
1200	130	1380	1390	1380	16	16	16	M36	M45	M52
1400	150	1590	1590	1640	18	18	18	M39	M45	M56
1500	170	1700	1710	-	18	18	-	M39	M52	/
1600	180	1820	1820	-	20	20	-	M45	M52	/

(40) Junta de Desmantelamiento (Véase Figura 40 y Tabla 40)

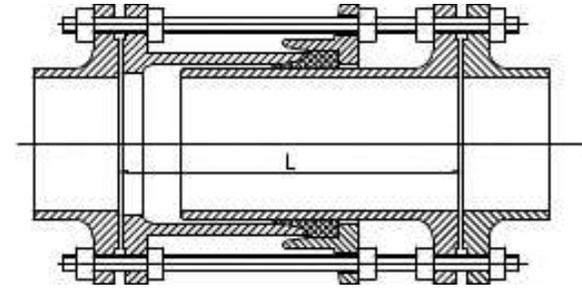


Figura 40 Junta de Desmantelamiento

Tabla 40 Parámetros Técnicos para Junta de Desmantelamiento
Dimensiones en milímetros

DN	L			
	PN10	PN16	PN25	PN40
80	200	200	210	210
100	200	200	220	220
150	200	200	230	230
200	220	220	230	240
250	220	230	250	260
300	220	250	250	280
350	230	260	270	290
400	230	270	280	340
450	250	270	280	340
500	260	280	300	380
600	260	300	320	390
700	335	335	335	/
800	335	335	335	/
900	355	355	355	/
1000	355	355	355	/
1200	375	375	375	/
1400	380	380	/	/
1500	450	450	/	/
1600	450	450	/	/

(41) Brida campana de succión (Véase Figura 41 y Tabla 41)

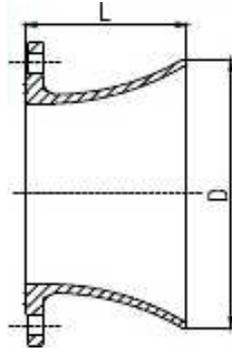


Figura 41 brida campana de succión

Tabla 41 Parámetros Técnicos para Brida campana de succión
Dimensiones en milímetros

DN	D	L	DN	D	L
80	170	120	800	980	380
100	190	130	900	1095	415
150	260	150	1000	1210	450
200	300	180	1200	1440	520
250	350	200	1400	1670	590
300	420	250	1600	1900	660
350	550	250	1800	2130	730
400	550	250	2000	2360	800
450	620	260	2200	2588	800
500	680	300	2400	2756	800
600	780	300	2600	3000	900
700	865	345			

(42) Bridas

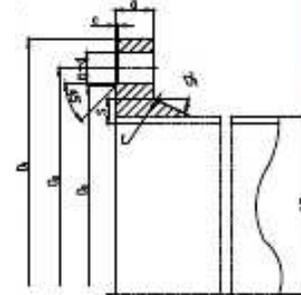


Figura 42 Bridas

— PN10 (Véase Figura 42 y Tabla 42)

Tabla 42 Parámetros Técnicos para Brida PN10
Dimensiones en milímetros

DN	D1	D2	D3	DE	a	c	S	r	Orificio de los tornillos		
									d	Especificación	n
80	200	160	132	98	19	3	15	6	19	M16	8
100	220	180	156	118	19	3	15	6	19	M16	8
150	285	240	211	170	19	3	15	8	23	M20	8
200	340	295	266	222	20	3	16	8	23	M20	8
250	400	350	319	274	22	3	17.5	10	23	M20	12
300	455	400	370	326	24.5	4	19.5	10	23	M20	12
350	505	460	429	378	24.5	4	19.5	10	23	M20	16
400	565	515	480	429	24.5	4	19.5	10	28	M24	16
450	615	565	530	480	24.5	4	20.5	12	28	M24	20
500	670	620	582	532	26.5	4	21	12	28	M24	20
600	780	725	682	635	30	5	24	12	31	M27	20
700	895	840	794	738	32.5	5	23	16	31	M27	24
800	1015	950	901	842	35	5	24.5	16	34	M30	24
900	1115	1050	1001	945	37.5	5	26.5	16	34	M30	28
1000	1230	1160	1112	1048	40	5	28	16	37	M33	28
1100	1340	1270	1218	1152	42.5	5	30	20	37	M33	32
1200	1455	1380	1328	1255	45	5	31.5	20	40	M36	32
1400	1675	1590	1530	1462	46	5	32	20	43	M39	36
1500	1786	1700	1640	1565	47.5	5	33	20	43	M39	36
1600	1915	1820	1750	1668	49	5	34.5	20	49	M45	40
1800	2115	2020	1950	1875	52	5	36.5	20	49	M45	44
2000	2325	2230	2150	2082	55	5	38.5	20	49	M45	48

— PN16 (Referencia a Figura 42 y Tabla 43)

Table 43 Parámetros Técnicos para Brida PN16
Dimensiones en milímetros

DN	D1	D2	D3	DE	a	c	S	r	Orificio de los tornillos		
									d	Especificación	n
80	200	160	132	98	19	3	15	6	19	M16	8
100	220	180	156	118	19	3	15	6	19	M16	8
150	285	240	211	170	19	3	15	8	23	M20	8
200	340	295	266	222	20	3	16	8	23	M20	12
250	400	355	319	274	22	3	17.5	10	28	M24	12
300	455	410	370	326	24.5	4	19.5	10	28	M24	12
350	520	470	429	378	26.5	4	21	10	28	M24	16
400	580	525	480	429	28	4	22.5	10	31	M27	16
450	640	585	548	480	30	4	24	12	31	M27	20
500	715	650	609	532	31.5	4	25	12	34	M30	20
600	840	770	720	635	36	5	29	12	37	M33	20
700	910	840	794	738	39.5	5	27.5	16	37	M33	24
800	1025	950	901	842	43	5	30	16	40	M36	24
900	1125	1050	1001	945	46.5	5	32.5	16	40	M36	28
1000	1255	1170	1112	1048	50	5	35	16	43	M39	28
1100	1355	1270	1218	1152	53.5	5	37.5	20	43	M39	32
1200	1485	1390	1328	1255	57	5	40	20	49	M45	32
1400	1685	1590	1530	1462	60	5	42	20	49	M45	36
1500	1820	1710	1640	1565	62.5	5	43	20	56	M52	36
1600	1930	1820	1750	1668	65	5	45.5	20	56	M52	40
1800	2130	2020	1950	1875	70	5	49	20	56	M52	44
2000	2345	2230	2150	2082	75	5	52.5	20	62	M56	48

— PN25 (Referencia a Figura 42 y Tabla 44)

Tabla 44 Parámetros Técnicos para Brida PN255
Dimensiones en milímetros

DN	D1	D2	D3	DE	a	c	S	r	Orificio de los tornillos		
									d	Especificación	n
80	200	160	132	98	19	3	15	6	19	M16	8
100	235	190	156	118	19	3	15	6	23	M20	8
150	300	250	211	170	20	3	16	8	28	M24	8
200	360	310	274	222	22	3	17.5	8	28	M24	12
250	425	370	330	274	24.5	3	19.5	10	31	M27	12
300	485	430	389	326	27.5	4	22	10	31	M27	16
350	555	490	448	378	30	4	24	10	34	M30	16
400	620	550	503	429	32	4	25.5	10	37	M33	16
450	670	600	548	480	34.5	4	27.5	12	37	M33	20
500	730	660	609	532	36.5	4	29	12	37	M33	20
600	845	770	720	635	42	5	33.5	12	40	M36	20
700	960	875	820	738	46.5	5	32.5	16	43	M39	24
800	1085	990	928	842	51	5	35.5	16	49	M45	24
900	1185	1090	1028	945	55.5	5	39	16	49	M45	28
1000	1320	1210	1140	1048	60	5	42	16	56	M52	28
1100	1420	1310	1240	1152	64.5	5	45	20	56	M52	32
1200	1530	1420	1350	1255	69	5	48.5	20	56	M52	32
1400	1755	1640	1560	1462	74	5	52	20	62	M56	36
1600	1975	1860	1780	1668	81	5	56.5	20	62	M56	40
1800	2195	2070	1985	1875	88	5	61.5	20	70	M64	44
2000	2425	2300	2210	2082	95	5	66.5	20	70	M64	48

— PN40 (Referencia a Figura 42 y Tabla 45)

Tabla 45 Parámetros Técnicos para Brida PN40
Dimensiones en milímetros

DN	D1	D2	D3	DE	a	c	S	r	Orificio de los tornillos		
									d	Especificación	n
80	200	160	132	98	19	3	15	6	19	M16	8
100	235	190	156	118	19	3	15	6	23	M20	8
150	300	250	211	170	26	3	18	8	28	M24	8
200	375	320	284	222	30	3	21	8	31	M27	12
250	450	385	345	274	34.5	3	24	10	34	M30	12
300	515	450	409	326	39.5	4	27.5	10	34	M30	16
350	580	510	465	378	44	4	31	10	37	M33	16
400	660	585	535	429	48	4	33.5	10	40	M36	16
450	685	610	560	480	50	4	35	12	40	M36	20
500	755	670	615	532	52	4	36.5	12	43	M39	20
600	890	795	735	635	58	5	40.5	12	49	M45	20

(43) Bridas de soldadura (Véase tabla 43)

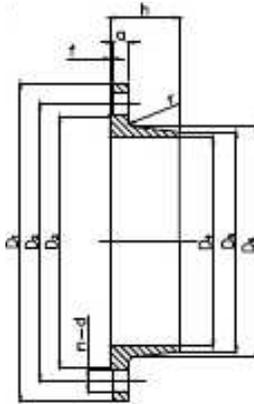


Figura 43 Bridas de soldadura

— PN10 (Referencia a Figura 43 y Tabla 46)

Tabla 46 Parámetros Técnicos para Bridas de soldadura PN10

Dimensiones en milímetros

DN	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	a	c	d	n	r	h
80	220	160	132	98	112	118	19	3	19	8	6	50
100	220	180	156	118	133	139	19	3	19	8	6	60
125	250	210	170	144	158	164	19	3	19	8	6	60
150	285	240	211	170	186	192	19	3	23	8	8	60
200	340	295	266	222	240	246	20	3	23	8	8	64
250	400	350	319	274	294	300	22	3	23	12	10	64
300	455	400	370	326	346	352	24.5	4	23	12	10	74
350	505	460	429	378	400	408	24.5	4	23	16	10	74
400	565	515	480	429	451	459	24.5	4	28	16	10	80
450	615	565	530	480	500	506	24.5	4	28	20	12	80
500	670	620	582	532	552	558	26.5	4	28	20	12	86
600	780	725	682	635	655	663	30	5	31	20	12	96
700	895	840	794	738	760	768	32.5	5	31	24	12	98
800	1015	950	901	842	866	876	35	5	34	24	12	100
900	1115	1050	1001	945	971	981	37.5	5	34	28	12	103
1000	1230	1160	1112	1048	1076	1086	40	5	37	28	12	120
1100	1340	1270	1218	1152	1180	1190	42.5	5	37	32	12	123
1200	1455	1380	1328	1255	1285	1295	45	5	40	32	15	128
1400	1675	1590	1530	1462	1496	1512	46	5	43	36	15	138
1500	1785	1700	1640	1565	1601	1617	47.5	5	43	36	15	140
1600	1915	1820	1750	1668	1706	1722	49	5	49	40	15	142
1800	2115	2020	1950	1875	1917	1933	52	5	49	44	15	145
2000	2325	2230	2150	2082	2126	2136	55	5	49	48	15	148

— PN16 (Referencia a Figura 43 y Tabla 47)

Tabla 47 Parámetros Técnicos para Bridas de soldadura PN16
Dimensiones en milímetros

DN	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	a	c	d	n	r	h
80	220	160	132	98	112	118	19	3	19	8	6	50
100	220	180	156	118	133	139	19	3	19	8	6	60
125	250	210	170	144	158	164	19	3	19	8	6	60
150	285	240	211	170	186	192	19	3	23	8	8	60
200	340	295	266	222	240	246	20	3	23	12	8	64
250	400	355	319	274	294	300	22	3	28	12	10	64
300	455	410	370	326	346	352	24.5	4	28	12	10	74
350	520	470	429	378	400	408	26.5	4	28	16	10	74
400	580	525	480	429	451	459	28	4	31	16	10	80
450	640	585	548	480	500	506	30	4	31	20	12	86
500	715	650	609	532	552	558	31.5	4	34	20	12	91
600	840	770	720	635	655	663	36	5	37	20	12	100
700	910	840	794	738	760	768	39.5	5	37	24	12	105
800	1025	950	901	842	866	876	43	5	40	24	12	108
900	1125	1050	1001	945	971	981	46.5	5	40	28	12	112
1000	1255	1170	1112	1048	1076	1086	50	5	43	28	12	130
1100	1355	1270	1218	1152	1180	1190	53.5	5	43	32	12	134
1200	1485	1390	1328	1255	1285	1295	57	5	49	32	15	138
1400	1685	1590	1530	1462	1496	1512	60	5	49	36	15	152
1500	1820	1710	1640	1565	1601	1617	62.5	5	56	36	15	155
1600	1930	1820	1750	1668	1706	1722	65	5	56	40	15	158
1800	2130	2020	1950	1875	1917	1933	70	5	56	44	15	163
2000	2345	2230	2150	2082	2126	2136	75	5	62	48	15	168

— PN25 (Referencia a Figura 43 y Tabla 48)

Tabla 48 Parámetros Técnicos para Bridas de soldadura PN25
Dimensiones en milímetros

DN	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	a	c	d	n	r	h
80	220	160	132	98	112	118	19	3	19	8	6	50
100	235	190	156	118	133	139	19	3	23	8	6	60
125	270	220	184	144	158	164	19	3	28	8	6	60
150	300	250	211	170	186	192	20	3	28	8	8	60
200	360	310	274	222	239	245	22	3	28	12	8	62.5
250	425	370	330	274	294	300	24.5	3	31	12	10	63.5
300	485	430	389	326	346	352	27.5	4	31	16	10	73
350	555	490	448	378	398	408	30	4	34	16	10	76
400	620	550	503	429	449	459	32	4	37	16	10	78
450	670	600	548	480	500	510	34.5	4	37	20	12	81
500	730	660	609	532	552	562	36.5	4	37	20	12	83
600	845	770	720	635	655	665	42	5	40	20	12	90
700	960	875	820	738	760	776	46.5	5	43	24	12	95
800	1085	990	928	842	866	886	51	5	49	24	15	100
900	1185	1090	1028	945	971	991	55.5	5	49	28	15	105
1000	1320	1210	1140	1048	1076	1096	60	5	56	28	15	110
1100	1420	1310	1240	1152	1180	1200	64.5	5	56	32	15	115
1200	1530	1420	1350	1255	1285	1305	69	5	56	32	15	120
1400	1755	1640	1560	1462	1496	1516	74	5	62	36	15	125
1500	1865	1750	1678	1565	1601	1625	77.5	5	62	36	15	130
1600	1975	1860	1780	1668	1706	1726	81	5	62	40	15	132
1800	2195	2070	1985	1875	1917	1937	88	5	70	44	15	139
2000	2425	2300	2210	2082	2126	2150	95	5	70	48	15	188



(46) Brida de empotramiento soldada (Véase Figura 44 y Tabla 49)

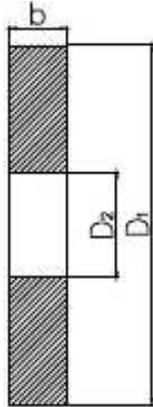


Figura 44 Bridas de empotramiento soldada

Tabla 49 Parámetros Técnicos para Brida de empotramiento soldada
Dimensiones en milímetros

Especificación	PN10			PN16			PN25		
DN	D ₁	D ₂	b	D ₁	D ₂	b	D ₁	D ₂	b
900	1115	945	32.5	1125	945	41.5	1185	945	50.5
1000	1230	1048	35	1255	1048	45	1320	1048	55
1100	1340	1152	37.5	1355	1152	48.5	1420	1152	59.5
1200	1455	1255	40	1485	1255	52	1530	1255	64
1400	1675	1462	41	1685	1462	55	1755	1462	69
1500	1785	1565	42.5	1820	1565	57.5	1865	1565	72.5
1600	1915	1668	44	1930	1668	60	1975	1668	76
1800	2115	1875	47	2130	1875	65	2195	1875	83
2000	2325	2082	50	2345	2082	70	2425	2082	90

Tabla 49 Parámetros Técnicos para Brida de empotramiento soldada
Dimensiones en milímetro

Especificación	PN10			PN16			PN25		
DN	D ₁	D ₂	b	D ₁	D ₂	b	D ₁	D ₂	b
80	220	98	16	220	98	16	220	98	16
100	220	118	16	220	118	16	235	118	16
125	250	144	16	250	144	16	270	144	16
150	285	170	16	285	170	16	300	170	17
200	340	222	17	340	222	17	360	222	19
250	400	274	19	400	274	19	425	274	21.5
300	455	326	20.5	455	326	20.5	485	326	23.5
350	505	378	20.5	520	378	22.5	555	378	26
400	565	429	20.5	580	429	24	620	429	28
450	615	480	20.5	640	480	26	670	480	30.5
500	670	532	22.5	715	532	27.5	730	532	32.5
600	780	635	25	840	635	31	845	635	37
700	895	738	27.5	910	738	34.5	960	738	41.5
800	1015	842	30	1025	842	38	1085	842	46

(45) Bridas ciegas

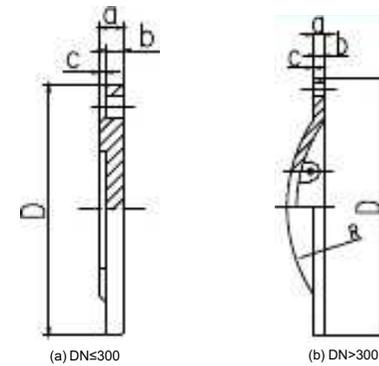


Figura 45 Bridas ciegas PN10

— PN10 (Véase Figura 45 y Tabla 50)

Tabla 50 Parámetros Técnicos para Bridas ciegas (PN10)
Dimensiones en milímetros

DN	D	a	b	c	R
80	200	19	16	3	/
100	220	19	16	3	/
125	250	19	16	3	/
150	285	19	16	3	/
200	340	20	17	3	/
250	400	22	19	3	/
300	455	24.5	20.5	4	/
350	505	24.5	20.5	4	325
400	565	24.5	20.5	4	375
450	615	25.5	21.5	4	425
500	670	26.5	22.5	4	475
600	780	30	25	5	575
700	895	32.5	27.5	5	675
800	1015	35	30	5	775
900	1115	37.5	32.5	5	875
1000	1230	40	35	5	975
1100	1340	42.5	37.5	5	1075
1200	1455	45	40	5	1175
1400	1675	46	41	5	1375
1500	1786	47.5	42.5	5	1475
1600	1915	49	44	5	1575
1800	2115	52	47	5	1775
2000	2325	55	50	5	1975

— PN16 (Véase Figura 45 y Tabla 51)

Tabla 51 Parámetros Técnicos para Bridas ciegas (PN16)
Dimensiones en milímetros

DN	D	a	b	c	R
80	200	19	16	3	/
100	220	19	16	3	/
125	250	19	16	3	/
150	285	19	16	3	/
200	340	20	17	3	/
250	400	22	19	3	/
300	455	24.5	20.5	4	/
350	520	26.5	22.5	4	325
400	580	28	24	4	375

Tabla 51 Parámetros Técnicos para Bridas ciegas (PN16)
Dimensiones en milímetros

DN	D	a	b	c	R
450	640	30	26	4	425
500	715	31.5	27.5	4	475
600	840	36	31	5	575
700	910	39.5	34.5	5	675
800	1025	43	38	5	775
900	1125	46.5	41.5	5	875
1000	1255	50	45	5	975
1100	1355	53.5	48.5	5	1075
1200	1485	57	52	5	1175
1400	1685	60	55	5	1375
1500	1820	62.5	57.5	5	1475
1600	1930	65	60	5	1575
1800	2130	70	65	5	1775
2000	2345	75	70	5	1975

— PN25 (Véase Figura 45 y Tabla 52)

Tabla 52 Parámetros Técnicos para Bridas ciegas (PN25)
Dimensiones en milímetros

DN	D	a	b	c	R
80	200	19	16	3	/
100	235	19	16	3	/
125	270	19	16	3	/
150	300	20	17	3	/
200	360	22	19	3	/
250	425	24.5	21.5	3	/
300	485	27.5	23.5	4	/
350	555	30	26	4	325
400	620	32	28	4	375
450	670	34.5	30.5	4	425
500	730	36.5	32.5	4	475
600	845	42	37	5	575
700	960	46.5	41.5	5	675
800	1085	51	46	5	775
900	1185	55.5	50.5	5	875
1000	1320	60	55	5	975
1200	1530	69	64	5	1075
1400	1755	74	69	5	1175
1600	1975	81	76	5	1375
1800	2195	88	83	5	1475
2000	2425	95	90	5	1575

(46) Bridas de reducción

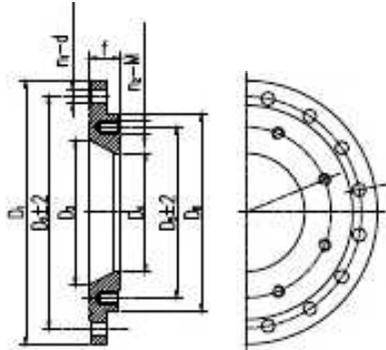


Figura 46 Bidas de reducción PN10

— PN10 (Véase Figura 46 y Tabla 53)

Tabla 53 Parámetros Técnicos para Bidas de reducción (PN10)

Dimensiones en milímetros

DN×dn	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	n ₁	n ₂	d	M	f
200×80	340	295	118	84	160	200	8	8	23	16	39
200×100	340	295	144	104	180	220	8	8	23	16	39
250×80	400	350	118	84	160	200	12	8	23	16	41
250×100	400	350	148	104	180	220	12	8	23	16	41
250×150	400	350	200	154	240	285	12	8	23	20	43
300×80	455	400	118	84	160	200	12	8	23	16	44
300×100	455	400	148	104	180	220	12	8	23	16	44
300×150	455	400	200	154	240	285	12	8	23	20	44
300×200	455	400	250	205	295	340	12	8	23	20	45
350×80	505	460	118	84	160	200	16	8	23	16	44
350×100	505	460	148	104	180	220	16	8	23	16	44
350×150	505	460	203	155	240	285	16	8	23	20	44
350×200	505	460	250	205	295	340	16	8	23	20	44
350×250	505	460	303	254	350	400	16	12	23	20	47
400×80	565	515	118	84	160	200	16	8	28	16	44
400×100	565	515	148	104	180	220	16	8	28	16	44
400×150	565	515	205	155	240	285	16	8	28	20	44

Tabla 54 Parámetros Técnicos para Bidas de reducción (PN10)

Dimensiones en milímetros

DN×dn	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	n ₁	n ₂	d	M	f
400×200	565	515	270	205	295	340	16	8	28	20	45
400×250	565	515	303	254	350	400	16	12	28	20	47
400×300	565	515	354	309	400	455	16	12	28	20	49
500×80	670	620	118	84	160	200	20	8	28	16	46
500×100	670	620	148	104	180	220	20	8	28	16	46
500×150	670	620	203	155	240	285	20	8	28	20	46
500×200	670	620	250	205	295	340	20	8	28	20	47
500×250	670	620	303	254	350	400	20	12	28	20	49
500×300	670	620	354	309	400	455	20	12	28	20	51
500×350	670	620	409	354	460	505	20	16	28	20	51
500×400	670	620	464	409	515	565	20	16	28	24	51
600×80	780	725	118	84	160	200	20	8	31	16	49
600×100	780	725	148	104	180	220	20	8	31	16	49
600×150	780	725	205	155	240	285	20	8	31	20	49
600×200	780	725	250	205	295	340	20	8	31	20	50
600×250	780	725	303	254	350	400	20	12	31	20	52
600×300	780	725	354	309	400	455	20	12	31	20	55
600×350	780	725	409	354	460	505	20	16	31	20	55
600×400	780	725	464	409	515	565	20	16	31	24	55
600×450	780	725	515	455	565	615	20	20	31	24	55
800×80	1015	950	118	84	160	200	24	8	34	16	54
800×100	1015	950	148	104	180	220	24	8	34	16	54
800×150	1015	950	205	155	240	295	24	8	34	20	54
800×200	1015	950	250	205	295	340	24	8	34	20	55
800×250	1015	950	303	254	350	400	24	12	34	20	57
800×300	1015	950	354	309	400	455	24	12	34	20	60
800×350	1015	950	409	354	460	505	24	16	34	20	60
800×400	1015	950	464	409	515	565	24	16	34	24	60
800×450	1015	950	515	455	565	615	24	20	34	24	60
800×500	1015	950	566	508	620	670	24	20	34	24	62
800×600	1015	950	670	608	725	780	24	20	34	27	65

— PN16 (Véase Figura 46 y Tabla 54)

Tabla 54 Parámetros Técnicos para Bridas de reducción (PN16)

Dimensiones en milímetros

DN×dn	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	n ₁	n ₂	d	M	f
200×80	340	295	118	84	160	200	12	8	23	16	39
200×100	340	295	144	104	180	220	12	8	23	16	39
250×80	400	355	118	84	160	200	12	8	28	16	41
250×100	400	355	148	104	180	220	12	8	28	16	41
250×150	400	355	200	154	240	285	12	8	28	20	43
300×80	455	410	118	84	160	200	12	8	28	16	44
300×100	455	410	148	104	180	220	12	8	28	16	44
300×150	455	410	200	154	240	285	12	8	28	20	44
300×200	455	410	250	205	295	340	12	12	28	20	45
350×80	520	470	118	84	160	200	16	8	28	16	45
350×100	520	470	148	104	180	220	16	8	28	16	45
350×150	520	470	203	155	240	285	16	8	28	20	45
350×200	520	470	250	205	295	340	16	12	28	20	46
350×250	520	470	303	254	355	400	16	12	28	24	48
400×80	580	525	118	84	160	200	16	8	31	16	47
400×100	580	525	148	104	180	220	16	8	31	16	47
400×150	580	525	205	155	240	285	16	8	31	20	47
400×200	580	525	270	205	295	340	16	12	31	20	48
400×250	580	525	303	254	355	400	16	12	31	24	50
400×300	580	525	354	309	410	455	16	12	31	24	52
500×80	715	650	118	84	160	200	20	8	34	16	50
500×100	715	650	148	104	180	220	20	8	34	16	50
500×150	715	650	203	155	240	285	20	8	34	20	50
500×200	715	650	250	205	295	340	20	12	34	20	50
500×250	715	650	303	254	350	400	20	12	34	24	52
500×300	715	650	354	309	400	455	20	12	34	24	56
500×350	715	650	409	354	470	520	20	16	34	24	58
500×400	715	650	464	409	525	580	20	16	34	27	60
600×80	840	770	118	84	160	200	20	8	37	16	55
600×100	840	770	148	104	180	220	20	8	37	16	55
600×150	840	770	205	155	240	285	20	8	37	20	55
600×200	840	770	250	205	295	340	20	12	37	20	56
600×250	840	770	303	254	355	400	20	12	37	24	58
600×300	840	770	354	309	410	455	20	12	37	24	60

Tabla 54 Parámetros Técnicos para Bridas de reducción (PN16)

Dimensiones en milímetros

DN×dn	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	n ₁	n ₂	d	M	f
600×350	840	770	409	354	470	520	20	16	37	24	62
600×400	840	770	464	409	525	580	20	16	37	27	64
600×450	840	770	515	455	585	640	20	20	37	27	66
800×80	1025	950	118	84	160	200	24	8	40	16	62
800×100	1025	950	148	104	180	220	24	8	40	16	62
800×150	1025	950	205	155	240	295	24	8	40	20	62
800×200	1025	950	250	205	295	340	24	12	40	20	63
800×250	1025	950	303	254	355	400	24	12	40	24	65
800×300	1025	950	354	309	410	455	24	12	40	24	67
800×350	1025	950	409	354	470	520	24	16	40	24	68
800×400	1025	950	464	409	525	580	24	16	40	27	70
800×450	1025	950	515	455	585	640	24	20	40	27	73
800×500	1025	950	566	508	650	715	24	20	40	30	74
800×600	1025	950	670	608	770	840	24	20	40	33	79

— PN25 (Véase Figura 46 y Tabla 55)

Tabla 55 Parámetros Técnicos para Bridas de reducción (PN25)

Dimensiones en milímetros

DN×dn	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	n ₁	n ₂	d	M	f
200×80	360	310	118	84	160	200	12	8	28	16	41
200×100	360	310	144	104	190	235	12	8	28	20	41
250×80	425	370	118	84	160	200	12	8	31	16	43
250×100	425	370	148	104	190	235	12	8	31	20	43
250×150	425	370	200	154	250	300	12	8	31	24	44
300×80	485	430	118	84	160	200	16	8	31	16	46
300×100	485	430	148	104	190	235	16	8	31	20	46
300×150	485	430	200	154	250	300	16	8	31	24	47
300×200	485	430	250	205	310	360	16	12	31	24	50
350×80	555	490	118	84	160	200	16	8	34	16	49
350×100	555	490	148	104	190	235	16	8	34	20	49
350×150	555	490	203	155	250	300	16	8	34	24	50
350×200	555	490	250	205	310	360	16	12	34	24	52
350×250	555	490	303	254	370	425	16	12	34	27	54
400×80	620	550	118	84	160	200	16	8	37	16	51

Tabla 55 Parámetros Técnicos para Bridas de reducción (PN25)

Dimensiones en milímetros

DN×dn	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	n ₁	n ₂	d	M	f
400×100	620	550	148	104	190	235	16	8	37	20	51
400×150	620	550	205	155	250	300	16	8	37	24	52
400×200	620	550	270	205	310	360	16	12	37	24	54
400×250	620	550	303	254	370	425	16	12	37	27	56
400×300	620	550	354	309	430	485	16	16	37	27	60
500×80	730	660	118	84	160	200	20	8	37	16	55
500×100	730	660	148	104	190	235	20	8	37	20	55
500×150	730	660	203	155	250	300	20	8	37	24	56
500×200	730	660	250	205	310	360	20	12	37	24	58
500×250	730	660	303	254	370	425	20	12	37	27	61
500×300	730	660	354	309	430	485	20	16	37	27	64
500×350	730	660	409	354	490	555	20	16	37	30	66
500×400	730	660	464	409	550	620	20	16	37	33	68
600×80	845	770	118	84	160	200	20	8	40	16	61
600×100	845	770	148	104	190	235	20	8	40	20	61
600×150	845	770	205	155	250	300	20	8	40	24	62
600×200	845	770	250	205	310	360	20	12	40	24	64
600×250	845	770	303	254	370	425	20	12	40	27	66
600×300	845	770	354	309	430	485	20	16	40	27	70
600×350	845	770	409	354	490	555	20	16	40	30	72
600×400	845	770	464	409	550	620	20	16	40	33	74
600×450	845	770	515	455	600	670	20	20	40	33	76
800×80	1085	990	118	84	160	200	24	8	49	16	70
800×100	1085	990	148	104	190	235	24	8	49	20	70
800×150	1085	990	205	155	250	300	24	8	49	24	71
800×200	1085	990	250	205	310	360	24	12	49	24	73
800×250	1085	990	303	254	370	425	24	12	49	27	75
800×300	1085	990	354	309	430	485	24	12	49	27	78
800×350	1085	990	409	354	490	555	24	16	49	30	81
800×400	1085	990	464	409	550	620	24	16	49	33	83
800×450	1085	990	515	455	600	670	24	20	49	33	85
800×500	1085	990	566	508	660	730	24	20	49	33	87
800×600	1085	990	670	608	770	845	24	20	49	36	93

(47) Brida de empotramiento flexible (Véase Figura 47 y Tabla 56)

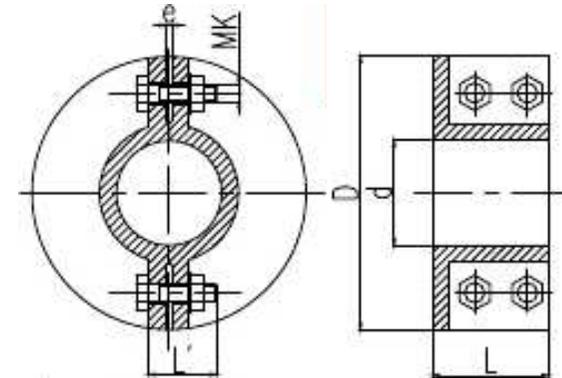


Figura 47Brida de empotramiento flexible

Table 56 Parámetros Técnicos para Brida de empotramiento flexible
Dimensiones en milímetros

DN	L	D	e	d	MK	L'
80	110	260	6	100	M16	80
100	110	306	6	120	M16	80
150	130	390	6	172	M20	90
200	130	430	6	224	M20	90
250	130	490	6	276	M20	90
300	130	555	8	329	M20	100
350	130	610	8	381	M20	100
400	150	660	8	432	M24	110
450	150	725	8	483	M24	110
500	160	790	8	535	M24	110
600	165	900	10	638	M27	120
700	182	970	10	742	M27	120
800	194	1086	10	742	M30	120
900	194	1188	10	949	M30	120
1000	208	1310	10	1053	M33	130
1200	220	1536	10	1260	M36	130
1400	240	1752	10	1468	M39	130