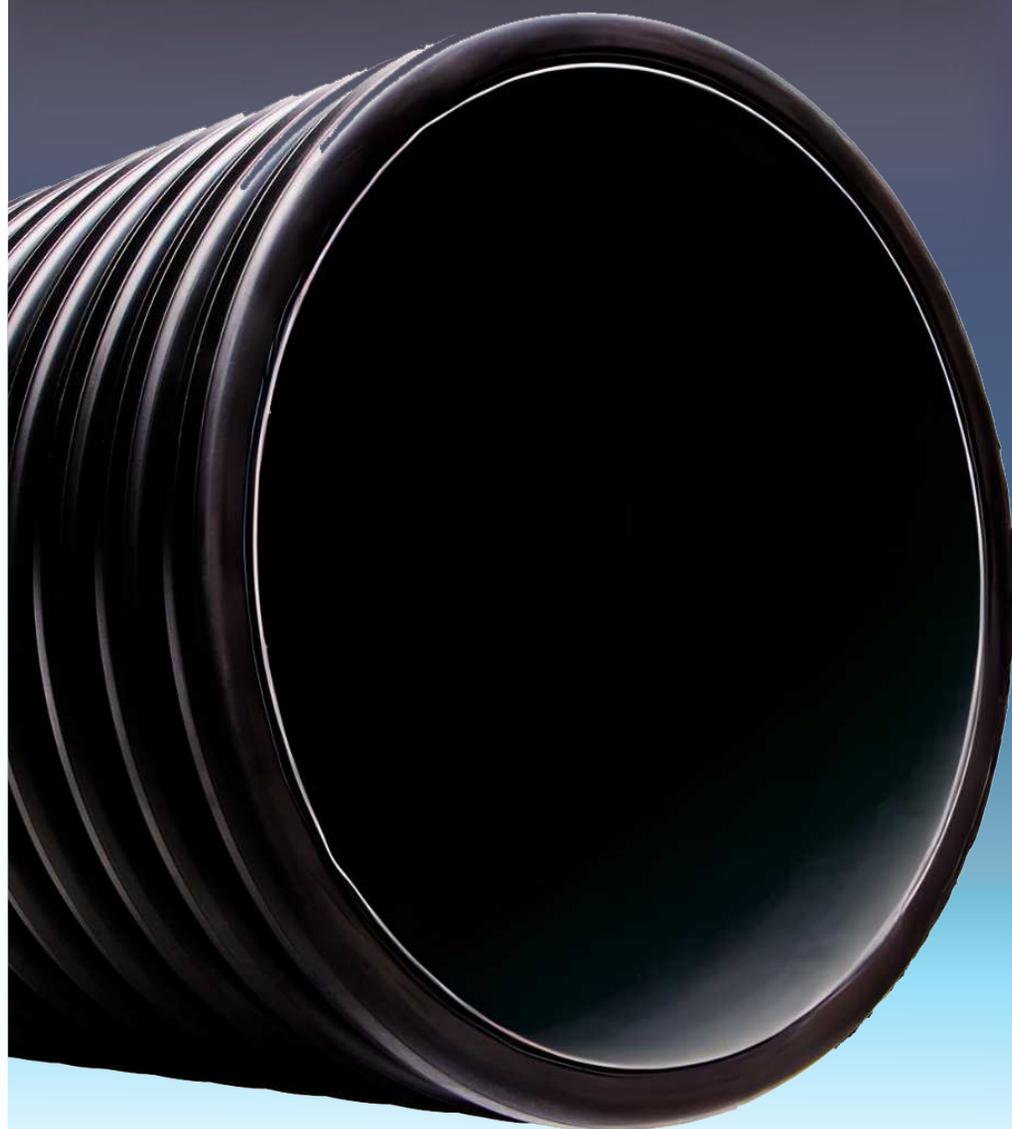


Supper

KNITS

MANUAL

Tubo Corrugado de Grán Diámetro



Kanaflex®

1. Introducción.....	3
2. Características Técnicas	
2.1. Materia-prima	
2.1.1. Polietileno	5
2.1.2. Tipos de PE en función de la densidad	5
2.1.3. Resistencia Química del PE	5
2.1.4. Resistencia a la Abrasión del PE.....	8
2.1.5. Flexibilidad del PE	8
2.2. Tubo	9
2.3. Accesorios	10
2.3.1. Conexión Bolsa Bolsa	10
2.3.2. Tapón Punta Bolsa	11
2.3.3. Curva 45° Punta Punta.....	11
2.3.4. Curva 45° Bolsa Bolsa.....	12
2.3.5. Curva 90° Punta Punta.....	12
2.3.6. Curva 90° Bolsa Bolsa.....	13
2.3.7. Codo 45° Punta Punta.....	13
2.3.8. Codo 45° Bolsa Bolsa	14
2.3.9. Codo 90° Punta Punta.....	14
2.3.10. Codo 90° Bolsa Bolsa	15
2.3.11. Empalme "Tee" Punta Punta	15
2.3.12. Empalme "Tee" Bolsa Bolsa.....	16
2.3.13. Empalme "Y" Punta Punta	16
2.3.14. Empalme "Y" Bolsa Bolsa.....	17
2.3.15. Reducción Excéntrica Punta Bolsa	17
2.3.16. Reducción Excéntrica Bolsa Bolsa	18
2.3.17. Anillo Lacre	19
2.3.18. Pasta Lubricante Kanalub.....	19
3. Dimensionamiento.....	20
3.1. Hidráulico	
3.1.1. Conductos libres.....	20
3.1.2. Dimensionamiento hidráulico de conductos libres.....	21
3.1.3. Eficiencia hidráulica.....	22
3.1.3.1. Tensión Tractiva	23
3.1.3.2. Velocidad Crítica	23
3.1.4. Tabla de Flujos y Velocidades.....	24

3.2. Mecánico	
3.2.1. Tubos rígidos, semirrígidos y flexibles – Concepto	25
3.2.2. Interacción del tubo con el suelo.....	25
3.2.3. Proyecto estructural del tubo	26
3.2.4. Estructura suelo / tubo (<i>Spangler</i>).....	28
3.2.5. Cálculo de la desviación vertical del tubo	30
3.2.5.1. Determinación de la carga de suelo (carga estática)	30
3.2.5.2. Determinación del módulo de rigidez del mat.de llenado	32
3.2.5.3. Determinación de la carga de tráfico (carga dinámica)	33
3.2.5.4. Determinación de los factores de corrección	34
3.2.5.5. Determinación de la rigidez anillar nominal	34
4. Instalación.....	35
4.1. Unión de tubos y accesorios.....	35
4.2. Preparación de la zanja.....	37
4.3. Recomposición del pavimento	38
4.4. Método de reparación del KNTS Super	38
5. Manejo y Transporte	39
6. Almacenamiento y Estocado	42
7. Aspectos de la Calidad	
7.1. Estándares normativos para el KNTS Super.....	43
7.2. Identificación del producto	43
7.3. Control de la Calidad del KNTS Super	43
7.3.1. Control de la materia prima	43
7.3.2. Control del producto en el proceso de fabricación	44
7.3.3. Inspección Final.....	44
NOTAS.....	45

1. Introducción

El KNTS Super es un tubo corrugado de doble pared, siendo la interna lisa y la externa corrugada anillar, fabricado en PEAD (Polietileno de Alta Densidad) virgen, destinado a la conducción de líquidos en obras de infraestructura.

Aplicable en la conducción de agua, alcantarillado o efluente químico, proporcionando elevada velocidad de flujo y alto caudal al sistema cuando es comparado a tubos fabricados con otra materia-prima.



Figura 1: Tubo KNTS Super

Disponible en las **clases de rigidez** (ISO 9969) SN4 y SN8, presentando alto desempeño mecánico, posibilitando la realización de una instalación segura, incluso en situaciones de bajo cobertura, siempre respetando los parámetros de proyecto.

El KNTS Super es fabricado dentro de elevados estándares de exigencias, cumpliendo íntegramente las normas ISO 21138-1 e ISO 21138-3.

So características del KNTS Super:

- **Ligereza:** que facilita en la instalación, eliminando la necesidad de maquinaria pesada para manejo y colocación en el zanja y también, propiciando mayor facilidad de transporte;
- **Barra de 6 metros:** torna la instalación mucho más rápida comparado a otros tubos de misma aplicación;
- **Resistencia química:** que posibilita el uso en ambientes agresivos y también, para conducción de fluidos agresivos tales como alcantarillado y lechada;

- **Baja rugosidad:** con un coeficiente de Manning de 0,010 posibilita la aplicación hasta incluso en bajos declives y también la reducción del diámetro de galerías previamente tratadas con productos de rugosidad mayor.
- **Resistencia a impacto:** reduciendo a cero la pérdida de material por roturas derivadas de caídas e impactos durante el movimiento / transporte / instalación en la obra.
- **Sistema tipo punta-bolso-anillo:** el perfil del tubo KNTS Super, regular a lo largo de toda sección, permite un encaje perfecto entre punta y bolso, que asociado a su junta elástica garantiza estanqueidad al sistema.

Kanaflex también ofrece al mercado el KNTS Drain, que puede ser suministrado perforado o no perforado. Las paredes exteriores e interiores se suministran en negro, no obstante la pared interior se puede suministrar en azul u ocre previa consulta.

Ideal para instalación en rellenos sanitarios, minería, lixiviación en pilas, drenaje pluvial, entre otras aplicaciones. El tubo perforado es para aplicar en sistemas drenaje subterráneos, poseyendo excelentes características mecánicas, eficiencia hidráulica y resistencia química.

2. Características Técnicas

2.1. Materia prima

2.1.1. Polietileno (PE)

El Polietileno es un plástico obtenido por la unión de innumerables moléculas de etileno (monómero), a través de la reacción de polimerización, generando una gran macromolécula, la cual, por su parte, da a este a este material las características propias de un polímero.

Los Polímeros que son constituidos únicamente de carbono e hidrógeno (hidrocarburos) son clasificados como poliolefinas.

El polietileno es la poliolefina que posee la más simple estructura molecular y es el plástico más utilizado en el mundo.

Entre las ventajas del PE, podemos destacar:

- ligereza;
- alta resistencia química;
- excelente elasticidad;
- alta resistencia a la abrasión;
- alta resistencia al impacto, incluso a baja temperatura.

2.1.2. Tipos de PE en función de la densidad

El PE es notable por su extensa franja de densidad y, de acuerdo con esta propiedad, puede ser dividido en:

Polietileno de Alta Densidad	PEAD
Polietileno de Media Densidad	PEMD
Polietileno de Baja Densidad	PEBD

Los polietilenos utilizados para la fabricación de los tubos KNTS Super poseen el valor típico de densidad de aproximadamente $0,95 \text{ g/cm}^3$. Debido a esa característica, aliada a la estructura corrugada de los tubos, el producto final presenta ligereza cuando se compara con tubos equivalentes fabricados con otros materiales.

2.1.3. Resistencia Química del PE

El Polietileno posee una estructura apolar similar a la de los hidrocarburos parafínicos y por esta razón, ese polímero posee excelente resistencia a sustancias químicas.

El PE es resistente a soluciones acuosas de sales, ácidos diluidos y alcalinos. Solo agentes fuertemente oxidantes, tales como peróxidos altamente concentrados y ácidos o halógenos atacan el PE después de un período de exposición prolongado.

Esta resistencia no excluye, sin embargo, la posibilidad de que, bajo ciertas condiciones, las propiedades mecánicas del polietileno puedan ser influenciadas por la acción de compuestos químicos. Para informaciones más específicas y detalladas, recomendamos consultar la norma ISO/TR 10358 "Plastics pipes and fittings – Combined chemical – resistance classification table".

Algunas informaciones genéricas sobre la resistencia química del Polietileno están indicadas en la tabla 1.

Producto	Temperatura		Producto	Temperatura	
	20 °C	60 °C		20 °C	60 °C
Acetato de plomo	E	E	Cloruro de sodio	E	E
Acetona 100%	E	E,D	Cloruro de zinc	E	E
Ácido acético glacial	E	G,D,c,f	Cloro (gas y líquido)	F	N
Ácido bromhídrico 100%	E	E	Clorobenceno	G	F,D,d,c
Ácido carbónico	E	E	Cloroformo	G	F,D,d,c
Ácido carboxílico	E	E	Detergentes	E	E,c
Ácido cianhídrico	E	E	Diclorobenceno	F	F
Ácido clorhídrico	E	E,d	Diociltalato	E	G,c
Ácido clorosulfónico	F	N	Dióxido de azufre líquido	F	N
Ácido crómico 80%	E	F,D	Azufre	E	E
Ácido fluorhídrico 1-75%	E	E	Esencia de terebintina	G	G
Ácido fosfórico 30-90%	E	G,D	Esteres alifáticos	E	G
Ácido glicólico 55-70%	E	E	Éter	G	F
Ácido nítrico 50%	G,D	F,D,f	Éter de petróleo	G,d,i	F,d
Ácido nítrico 95%	N,F,f	N,c	Flúor gaseoso 100%	N	N
Ácido perclórico 70%	E	F,D	Gasolina	E	G,c
Ácido salicílico	E	E	Hidróxido de amoníaco 30%	E	E
Ácido sulfocrómico	F	F,f	Hidróxido potasio conc.	E	E,c
Ácido sulfúrico 50%	E	E	Hidróxido de sodio conc.	E	E,c
Ácido sulfúrico 98%	G,D	F,D,f	Hipoclorito de calcio sat.	E	E
Ácido sulfuroso	E	E	Hipoclorito de sodio 15%	E	E,D,d
Ácido tartárico	E	E	Iso-octano	G	G
Ácido tricloroacético 50%	E	E	Metiletilcetona	E	F
Ácido tricloroacético 100%	E	F	Nafta	E	G
Acrlonitrila	E	E	Nitrato de amoníaco saturado	E	E
Agua del mar	E	E	Nitrato de plata	E	E
Alcohol bencílico	E	E	Nitrato de sodio	E	E
Alcohol butílico	E	E	Nitrobenzeno	F	N,c
Alcohol etílico 96%	E	E	Aceite comestible	E	E
Alcohol metílico	E	E	Aceite diesel	E	G
Amoníaco	E,D,d	E,D,d	Pentóxido de fósforo	E	E
Anhídrido acético	E	G,D	Permanganato de potasio	D,E	E
Anilina	E	G	Peróxido de hidrógeno 30%	E	E,d
Benceno	G,d	G,d,i	Petróleo	E	G
Benzoato de sodio	E	E	Querosén	G	G,c
Bicromato de potasio 40%	E	E,D	Sales de níquel	E	E
Borato de sodio	E	E	Sulfatos metálicos	E	E

Blanqueadores	E	G,c	Sulfato de sodio	E	G
Bromo líquido	F	N	Tetracloruro de carbono	G,d,i	F,d,c
Carbonato de sodio	E	E	Tricloroetileno	F,D	N,D
Cloruro de amoníaco	E	E	Xileno (xilol)	G,d,i	F,c,d

Tabla 1: Resistencia Química do PE

LEYENDA

D – Decoloración.

E – Exposición durante 30 días, sin pérdida de características, pudiendo tolerar el contacto por muchos años.

F – Algunas señales de ataque después de 07 días en contacto con el producto.

G – Ligera absorción después de 30 días de exposición, sin comprometer las propiedades mecánicas.

N – No recomendado. Detectado señales de ataque entre minutos a horas, después del inicio de exposición.

c – Agrietamiento.

d– Deformación.

f – Fragilización

i – Inflamación.

2.1.4. Resistencia a la Abrasión del PE

El Polietileno posee excelente resistencia a la abrasión comparado con otros materiales utilizados en la fabricación de tuberías para aplicaciones de infraestructura.

Para evaluar esa propiedad fue desarrollado un método de ensayo, que fue conocido como Teste de Abrasión de Darmstadt, estandarizado en la norma DIN 19534.

Muestras de tubos de diferentes materiales fueron sometidas al mismo ensayo de abrasión y los resultados encontrados están indicados en el gráfico de la figura 2.

Gráfico - Resistencia a la Abrasión de Tubos

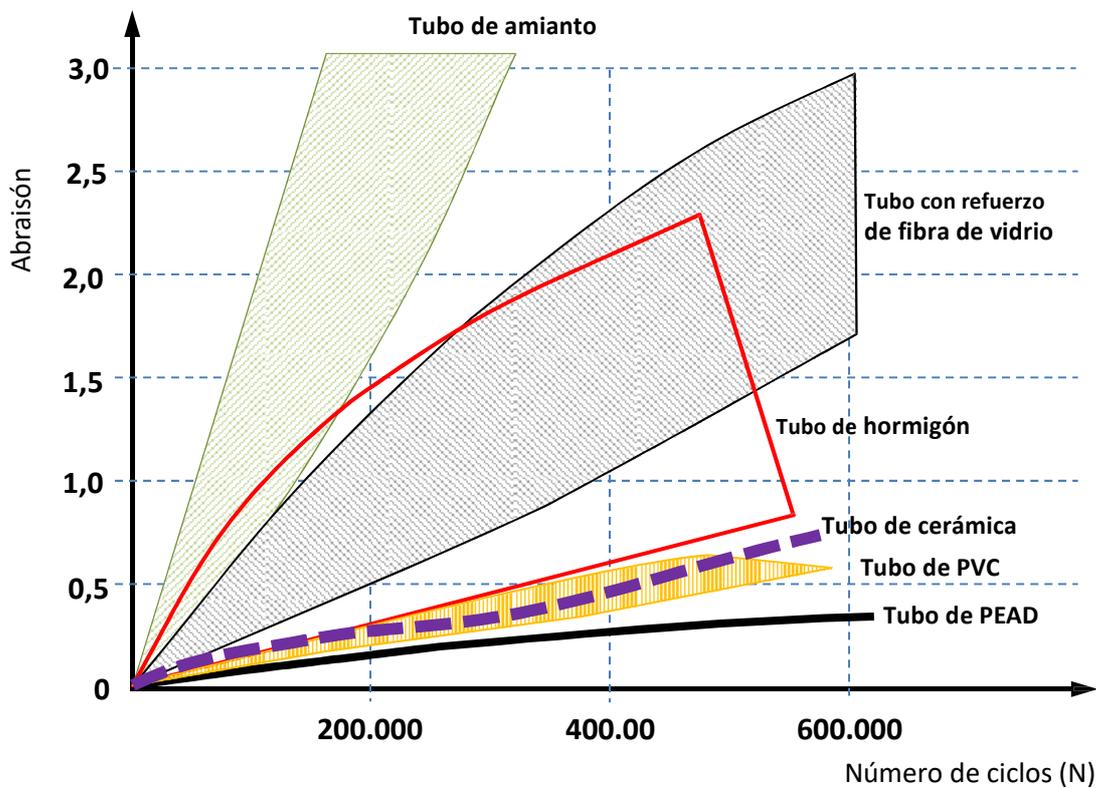


Figura 2: Gráfico de Abrasión (DIN 19534) – Universidad de Darmstad

2.1.5. Flexibilidad del PE

El Polietileno es un material dúctil y con excelente resistencia al estiramiento en la ruptura, lo que permite que los tubos fabricados con ese material se deformen con el movimiento del suelo sin presentar roturas o grietas.

Los polietilenos utilizados para la fabricación de los tubos KNTS Super, presentan valores típicos de resistencia al estiramiento en la ruptura por arriba de 350%, y módulo de elasticidad en el orden de 800 MPa.

2.2.Tubo

El KNTS Super es un tubo para conducción de fluido, corrugado externamente y liso internamente, fabricado en PEAD (Polietileno de Alta Densidad) en la configuración PBA (Punta Bolsa Anillo) siendo la Bolsa integrada a la barra. (Figura 3, Tabla 2)



Figura 3: Tubo KNTS Super

Nota: Los valores indicados en las tablas de medidas de los tubos y accesorios a continuación sirven para referencia de especificación. No tiene el carácter de valores de control.

CUADRO DE MEDIDAS DE REFERENCIA							
Serie DN/DI (mm)	Clase de Rigidez	Medidas del Tubo	Medidas de la Bolsa			Largo de la barra	Largo útil de la barra
	SN (KN/m ²)	DE (mm)	DE _B (mm)	DI _B (mm)	L _B (mm)	(m)	
250	4 o 8	296	315	298	140	6,03	5,89
300	4 o 8	371	395	372	160	6,04	5,88
400	4 o 8	465	495	469	170	6,07	5,90
500	4 o 8	586	621	592	200	6,07	5,87
600	4 o 8	704	740	711	240	6,07	5,83
800	4	903	965	905	350	6,08	5,73
1000	4	1141	1230	1150	480	6,10	5,62
1200	4	1387	1495	1400	400	6,11	5,71

Serie DN/DI. Diámetro Nominal cerillas ao Diámetro Interior

Tabla 2: Cuadro de Medidas del Tubo KNTS Super

2.3. Accesorios

Kanaflex ofrece para a línea KNTS Super una amplia variedad de accesorios que pretenden proporcionar flexibilidad y versatilidad para necesidades específicas de proyectos un sistema completo y versátil.

Los accesorios presentados a continuación son fabricados a partir del propio tubo, por proceso de soldado garantizando la estanqueidad y elevada resistencia en las aleaciones en casos de cargas extremas.

Mediante consulta, Kanaflex puede fabricar/suministrar otros tipos de accesorios, fabricados a partir de Tubos KNTS Super a través de proceso de segmentación, garantizando la misma estanqueidad en las uniones y una elevada resistencia a las cargas externas.

2.3.1. Conexión Bolsa Bolsa

Pieza en PEAD, de sección interna circular, destinada a unir tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal. La estanqueidad es asegurada por la junta elástica que va alojada en la 1ª corrugación del tubo (Figura 4, Tabla 3).

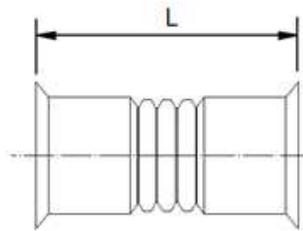


Figura 4: Conexión Bolsa Bolsa KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	383
300	4 o 8	456
400	4 o 8	490
500	4 o 8	583
600	4 o 8	714
800	4	945
1000	4	1339
1200	4	1223

Tabla 3: Dimensiones de la Conexión Bolsa Bolsa KNTSSuper

2.3.2. Tapón Punta Bolsa

Pieza en PEAD, de sección interna circular, destinada al taponamiento de los tubos KNTS Super evitando así la entrada de elementos extraños para su interior al inicio o final de la línea. (Figura 5, Tabla 4).

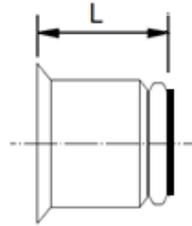


Figura 5: Tapón Punta Bolsa KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	178
300	4 o 8	204
400	4 o 8	217
500	4 o 8	258
600	4 o 8	315
800	4	473
1000	4	670
1200	4	611

Tabla 4: Dimensiones del Tapón Punta Bolsa KNTS Super

2.3.3. Curva 45° Punta Punta

Pieza en PEAD de sección interna circular en el formato Punta, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir los tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal (Figura 6, Tabla 5).

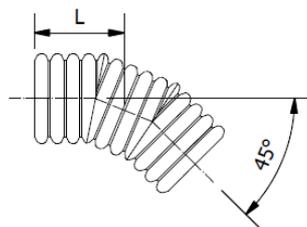


Figura 6: Curva 45° Punta Punta KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	299
300	4 o 8	341
400	4 o 8	391
500	4 o 8	462
600	4 o 8	584

Tabla 5: Dimensiones de la Curva 45° Punta Punta KNTS Super

2.3.4. Curva 45° Bolsa Bolsa

Pieza en PEAD de sección interna circular en el formato Bolsa, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir los tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal (Figura 7, Tabla 6).

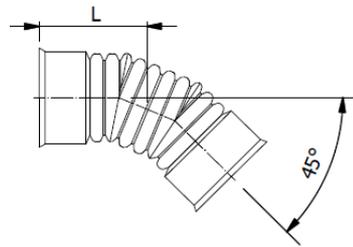


Figura 7: Curva 45° Bolsa Bolsa KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	322
300	4 o 8	399
400	4 o 8	438
500	4 o 8	517
600	4 o 8	645

Tabla 6: Dimensiones de la Curva 45° Bolsa Bolsa KNTS Super

2.3.5. Curva 90° Punta Punta

Pieza en PEAD de sección interna circular en el formato Punta, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir los tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal (Figura 8, Tabla 7).

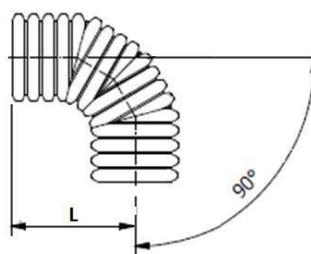


Figura 8: Curva 90° Punta Punta KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	491
300	4 o 8	526
400	4 o 8	597
500	4 o 8	701
600	4 o 8	890

Tabla 7: Dimensiones de la Curva 90° Punta Punta KNTS Super

2.3.6. Curva 90° Bolsa Bolsa

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Bolsa, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir los tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal (Figura 9, Tabla 8).

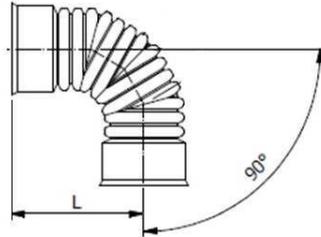


Figura 9: Curva 90° Bolsa Bolsa KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 0 8	514
300	4 0 8	584
400	4 0 8	644
500	4 0 8	756
600	4 0 8	951

Tabla 8: Dimensiones de la Curva 90° Bolsa Bolsa KNTS Super

2.3.7. Codo 45° Punta Punta

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Punta, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir los tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal (Figura 10, Tabla 9).

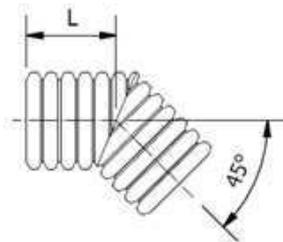


Figura 10: Codo 45° Punta Punta KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 0 8	246
300	4 0 8	326
400	4 0 8	369
500	4 0 8	436
600	4 0 8	552

Tabla 9: Dimensiones del Codo 45° Punta Punta KNTS Super

2.3.8. Codo 45° Bolsa Bolsa

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Bolsa, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir los tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal (Figura 11, Tabla 10).

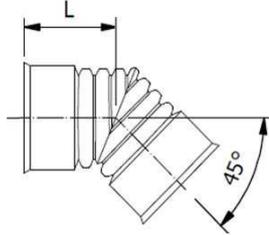


Figura 11: Codo 45° Bolsa Bolsa KNTSuper

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	306
300	4 o 8	379
400	4 o 8	414
500	4 o 8	488
600	4 o 8	609

Tabla 10: Dimensiones del Codo 45° Bolsa Bolsa KNTSuper

2.3.9. Codo 90° Punta Punta

Pieza en PEAD de sección interna circular en el formato Punta, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir los tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal (Figura 12, Tabla 11).

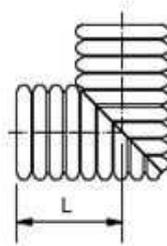


Figura 12: Codo 90° Punta Punta KNTSuper

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	358
300	4 o 8	419
400	4 o 8	530
500	4 o 8	620
600	4 o 8	789

Tabla 11: Dimensiones del Codo 90° Punta Punta KNTSuper

2.3.10. Codo 90° Bolsa Bolsa

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Bolsa, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir los tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal (Figura 13, Tabla 12).

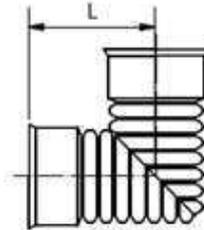


Figura 13: Codo 90° Bolsa Bolsa KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	380
300	4 o 8	477
400	4 o 8	577
500	4 o 8	675
600	4 o 8	850

Tabla 12: Dimensiones del Codo 90° Bolsa Bolsa KNTS Super

2.3.11. Empalme "Tee" Punta Punta

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Punta, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal, formando ángulo de 90° entre los ejes longitudinales de los tubos (Figura 14, Tabla 13).

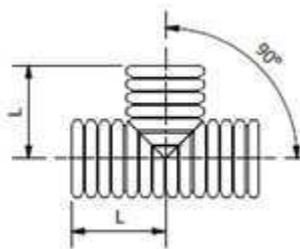


Figura 14: Empalme "Tee" Punta Punta KNTS Super

DN	SN	Dimensiones
		L (mm)
250	4 o 8	338
300	4 o 8	437
400	4 o 8	509
500	4 o 8	608
600	4 o 8	761

Tabla 13: Dimensiones del Empalme "Tee" Punta Punta KNTS Super

2.3.12. Empalme “Tee” Bolsa Bolsa

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Bolsa, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal, formando ángulo de 90° entre los ejes longitudinales de los tubos (Figura 15, Tabla 14).

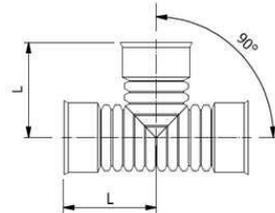


Figura 15: Empalme “Tee” Bolsa Bolsa KNTSSuper

DN	SN	Dimensiones	
		L (mm)	
250	4 o 8	398	
300	4 o 8	495	
400	4 o 8	556	
500	4 o 8	663	
600	4 o 8	822	

Tabla 14: Dimensiones del Empalme “Tee” Bolsa Bolsa KNTS Super

2.3.13. Empalme “Y” Punta Punta

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Punta, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal, formando ángulos de 45° entre los ejes longitudinales de los tubos (Figura 16, Tabla 15).

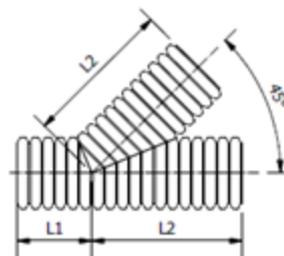


Figura 16: Empalme “Y” Punta Punta KNTSSuper

DN	SN	Dimensiones (mm)	
		L ₁	L ₂
250	4 o 8	263	563
300	4 o 8	291	679
400	4 o 8	339	791
500	4 o 8	405	1013
600	4 o 8	507	1268

Tabla 15: Dimensiones del Empalme “Y” Punta Punta KNTS Super

2.3.14. Empalme “Y” Bolsa Bolsa

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Bolsa, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir tubos KNTS Super de mismo diámetro nominal, formando ángulos de 45° entre los ejes longitudinales de los tubos (Figura 17, Tabla 16).

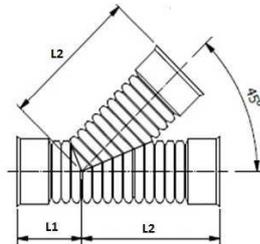


Figura 17: Empalme “Y” Bolsa Bolsa KNTS Super

DN	SN	Dimensiones (mm)	
		L ₁	L ₂
250	4 o 8	285	585
300	4 o 8	349	737
400	4 o 8	386	895
500	4 o 8	460	1068
600	4 o 8	568	1329

Tabla 16: Dimensiones del Empalme “Y” Bolsa Bolsa KNTS Super

2.3.15. Reducción Excéntrica Punta Bolsa

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Punta Bolsa, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir tubos KNTS Super de diferentes diámetros nominales (Figura 18, Tabla 17).

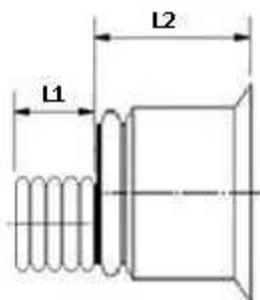


Figura 18: Reducción Excéntrica Punta Bolsa KNTS Super

DN	SN	Dimensões (mm)	
		L ₁	L ₂
300x250	4 o 8	188	204
400x250	4 o 8	188	217

400x300	4 o 8	194	217
500x250	4 o 8	188	258
500x300	4 o 8	194	258
500x400	4 o 8	226	258
600x250	4 o 8	188	315
600x300	4 o 8	194	315
600x400	4 o 8	226	315
600x500	4 o 8	270	315

Tabla 17: Dimensiones de la Reducción Excéntrica Punta Bolsa KNTS Super

2.3.16. Reducción Excéntrica Bolsa Bolsa

Pieza en PEAD de sección interna circular en formato Bolsa, con corrugado anillar externo y lisa internamente, destinada a unir tubos KNTS Super de diferentes diámetros nominales (Figura 19, Tabla 18).

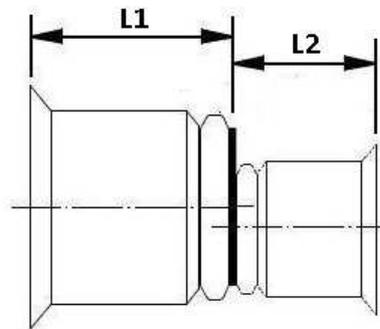


Figura 19: Reducción Excéntrica Bolsa Bolsa KNTS Super

DN	SN	Dimensões (mm)	
		L ₁	L ₂
300x250	4 o 8	204	173
400x250	4 o 8	217	173
400x300	4 o 8	217	204
500x250	4 o 8	258	173
500x300	4 o 8	258	204
500x400	4 o 8	258	217
600x250	4 o 8	315	173
600x300	4 o 8	315	204
600x400	4 o 8	315	217
600x500	4 o 8	315	258

Tabla 18: Dimensiones da Reducción Excéntrica Bolsa Bolsa KNTS Super

2.3.17. Anillo Lacre

Pieza circular, no toroidal, fabricada en goma, de sección circular, destinada a sellar y dar estanqueidad a los tubos KNTS Super en las conexiones, juntas y reducciones (Figura 20).

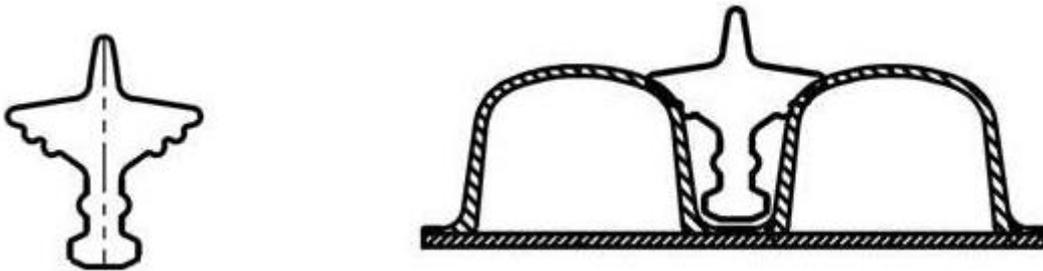


Figura 20 : Anillo Lacre KNTS Super en lo primero corrugado

2.3.18. Pasta Lubricante Kanalub

Pasta neutra a base de ácidos grasos saponificados de gran poder lubricante, para facilitar el deslizamiento del anillo en el montaje de la junta elástica (Figura 21).



Figura 21: Pasta Lubricante Kanalub

3. Dimensionamiento

Las informaciones de dimensionamiento e instalación contenidas en este manual son sugerencias basadas en normas y literaturas técnicas.

Kanaflex no es una empresa proyectista y se limita a suministrar el producto, debiendo el usuario consultar un especialista responsable técnico por la obra/proyecto.

3.1. Dimensionamiento Hidráulico

3.1.1. Conductos libres

Tubos y canales funcionan como conductos libres cuando en la superficie del líquido drenado reina la presión atmosférica. Los canales son considerados conductos libres abiertos y tubos para aplicar en drenaje o desagüe, en esa condición de presión, son considerados conductos libres cerrados.

En un sistema de tuberías para drenaje o desagüe por gravedad, el flujo del líquido es generalmente no-uniforme (variado). Sin embargo, la hipótesis de un flujo uniforme es postulada de modo de simplificar el análisis hidráulica del sistema.

A efectos de cálculos hidráulicos, deben ser consideradas las variables de la figura 22 .

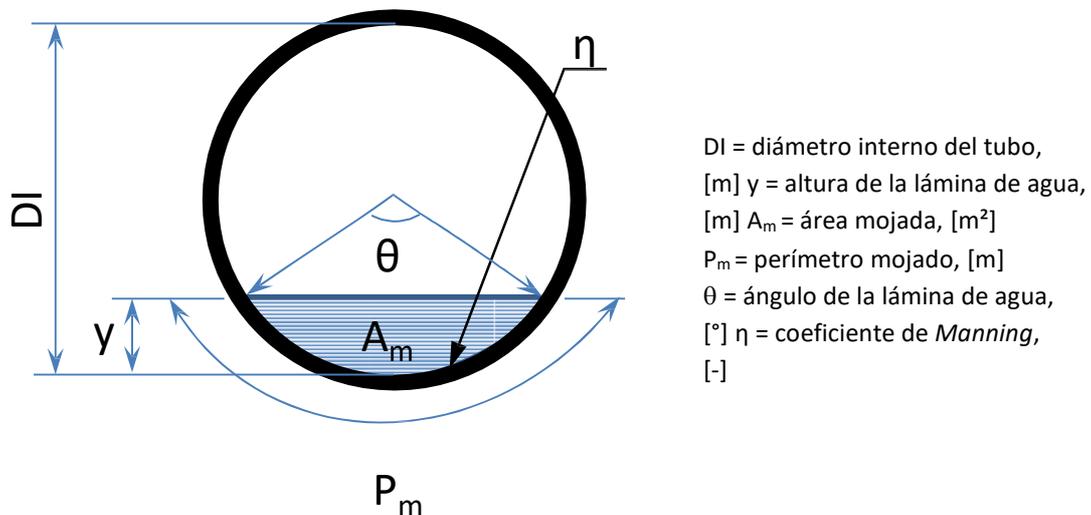


Figura 22: Variables para dimensionamiento hidráulico

3.1.2. Dimensionamiento hidráulico de conductos libres

La ecuación más frecuentemente utilizada para el dimensionamiento hidráulico de conductos libres es la fórmula de **Manning**.

$$V = \frac{R_h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}}{\eta}$$

V = velocidad de flujo, [m/s]
 R_h = radio hidráulico, [m]
 i = declive, [m/m]
 η = coeficiente de Manning, [-]

Ecuación 1: Fórmula de Manning – velocidad de flujo en el interior del tubo

Uno de los parámetros destacados en esta fórmula es el coeficiente de **Manning** (η). Cuanto más bajo su valor, mayor la capacidad de conducción hidráulica del tubo para determinado declive.

El coeficiente de **Manning** puede variar de acuerdo con el tipo de tubo y el material empleado para su fabricación. Hay varias literaturas con tablas que indican valores de **Manning** para los diversos tipos de materiales empleados en la fabricación de tubos. Para fines prácticos y efectos de cálculos, tubos de polietileno con pared lisa presentan el valor del coeficiente de **Manning** en el orden de 0,010.

El caudal en un tubo funcionando como conducto libre, para líquidos no viscosos, puede ser calculada a partir de la fórmula de **Manning** que considera el radio hidráulico y el área mojada en el interior del tubo, según la ecuación 2.

$$Q = \frac{A_m \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}}{\eta}$$

Q = caudal [m³/s]
 A_m = área mojada, [m²]
 R_h = radio hidráulico, [m]
 i = declive, [m/m]
 η = coeficiente de Manning, [-]

Ecuación 2: Caudal del tubo para declive

Cálculo de las variables para determinar caudal y velocidad:

Ángulo de la lámina de agua - θ

$$\Theta = 2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{2y}{DI}\right)$$

Área mojada - A_m

$$A_m = (\theta - \text{sen}\theta) \cdot \frac{DI^2}{8}$$

Radio hidráulico - R_h

$$R_h = (1 - \text{sen}\theta/\theta) \cdot \frac{DI}{4}$$

3.1.3. Eficiencia hidráulica

La velocidad de flujo máxima, en el interior de un conducto libre, ocurre cuando la altura de la lamina de agua es del orden de 78,0% del diámetro interno ($y/DI=0,78$). El caudal máximo ocurre cuando la altura de la lamina de agua es del orden de 93,8% del diámetro interno ($y/DI=0,938$).

La selección del diámetro del tubo generalmente se hace con base en el caudal deseado, resguardando las limitaciones de proyecto con relación al declive.

Cuando un tubo fuera seleccionado de acuerdo con ese criterio, es importante asegurar que la línea de tubería tenga una velocidad de flujo mínima, a fin de evitar la deposición de materia sólida en la parte inferior del tubo, lo que podría causar un retardo o compromiso del transporte normal del flujo.

En el caso de aplicaciones en alcantarillado sanitario, también es importante considerar, además del caudal mínimo para cualquier trecho de la red, la velocidad de flujo mínima y la velocidad crítica admitida para la red.

Inexistiendo datos prácticos o de normas para ayudar con los cálculos del proyecto, se puede considerar como referencia el valor de caudal mínimo de 1,5 l/s. En la práctica, el concepto de considerar las velocidades mínimas (generalmente 0,6 m/s para alcantarillado sanitario y 0,75 m/s para sistemas de aguas pluviales) ha sido sustituido por el criterio del cálculo de la tensióntrativa.

3.1.3.1. Tensión Trativa - σ_t

La tensión trativa o de arrastre puede ser definida como la componente tangencial del peso del líquido sobre la porción de área correspondiente al radio hidráulico, que actúa sobre el material sedimentado promoviendo su arrastre. Puede ser calculada de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\sigma_t = \gamma_l \cdot R_h \cdot i$$

σ_t = tensión trativa, [Pa]
 γ_l = peso específico do líquido, [N/m³]
 R_h = radio hidráulico, [m]
 i = declive, [m/m]

Para tubos plásticos de pared interna lisa, aplicados en redes de alcantarillado, generalmente es utilizado el valor de tensión trativa mínima de 0,6 Pa.

El declive mínimo admisible para cada trecho de la red puede ser determinada por la expresión aproximada de la ecuación. La ecuación fue establecida y es válida solamente para el criterio de la tensión trativa promedio de 0,6 Pa y coeficiente de Manning $\eta = 0,010$.

$$i_{min} = 0,0035 \cdot Q_i^{-0,47}$$

i_{min} = declive mínimo, [m/m]
 Q_i = caudal inicial, [l/s]

3.1.3.2. Velocidad Crítica - V_c

Otro aspecto importante a ser considerado en las aplicaciones de redes de alcantarillado es la velocidad crítica. La velocidad crítica puede ser definida por:

$$V_c = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_h}$$

V_c = velocidad crítica, [m/s]
 g = aceleración de la gravedad, [m/s²]
 R_h = radio hidráulico, [m]

La altura de lámina de agua (y) debe ser siempre calculada admitiendo el flujo en régimen uniforme y permanente, siendo su valor máximo, para caudal final, igual o inferior a 78% del diámetro interno del tubo.

Cuando la velocidad final fuera superior a la velocidad crítica, la mayor lámina admisible debe ser de 50% del diámetro interno del tubo, asegurando ventilación adecuada para el trecho de red.

3.1.4. Tabla de Caudales y Velocidades

		Declive	0,1%		0,2%		0,3%		0,4%		0,5%	
DN	Área Mojada	Radio Hidráulic	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
mm	m ²	m	m/s	l/s								
250	0,0474	0,0710	0,5424	25,71	0,7671	36,36	0,9395	44,53	1,0848	51,42	1,2129	57,49
300	0,0765	0,0902	0,6362	48,65	0,8997	68,80	1,1019	84,27	1,2723	97,30	1,4225	108,79
400	0,1206	0,1133	0,7404	89,26	1,0471	126,23	1,2824	154,60	1,4808	178,52	1,6556	199,59
500	0,1888	0,1418	0,8599	162,38	1,2161	229,65	1,4894	281,26	1,7198	324,77	1,9227	363,10
600	0,2835	0,1737	0,9846	279,13	1,3924	394,75	1,7054	483,47	1,9692	558,27	2,2016	624,16
800	0,4844	0,2271	1,1771	570,21	1,6647	806,39	2,0388	987,63	2,3542	1140,41	2,6321	1275,02
1000	0,7564	0,2838	1,3656	1033,02	1,9313	1460,91	2,3653	1789,24	2,7312	2066,04	3,0536	2309,90
1200	1,0951	0,3415	1,5448	1691,73	2,1847	2392,47	2,6758	2930,17	3,0897	3383,47	3,4544	3782,83

Tabla 19: Caudales y Velocidades

		Declive	1,0%		2,0%		3,0%		4,0%		5,0%	
DN	Área Mojada	Radio Hidráulic	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
mm	m ²	m	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s
250	0,0474	0,0710	1,7153	81,31	2,4258	114,99	2,9710	140,83	3,4306	162,62	3,8355	181,81
300	0,0765	0,0902	2,0118	153,85	2,8450	217,57	3,4845	266,47	4,0235	307,69	4,4984	344,01
400	0,1206	0,1133	2,3413	282,26	3,3112	399,18	4,0553	488,89	4,6827	564,52	5,2354	631,16
500	0,1888	0,1418	2,7192	513,50	3,8455	726,20	4,7098	889,41	5,4384	1027,01	6,0803	1148,23
600	0,2835	0,1737	3,1135	882,70	4,4032	1248,32	5,3928	1528,87	6,2271	1765,39	6,9621	1973,77
800	0,4844	0,2271	3,7223	1803,15	5,2641	2550,04	6,4472	3123,15	7,4446	3606,30	8,3233	4031,97
1000	0,7564	0,2838	4,3185	3266,69	6,1072	4619,80	7,4798	5658,07	8,6369	6533,38	9,6564	7304,54
1200	1,0951	0,3415	4,8852	5349,73	6,9088	7565,67	8,4615	9266,01	9,7705	10699,47	10,9237	11962,37

Tabla 19(continuación): Caudales y Velocidades

Datos aplicados en las tablas

anteriores:

Altura de la lámina de agua =

93,8%

Ángulo $\theta = 5,4$ radianos

Coefficiente de Manning = 0,010

3.2. Dimensionamiento Mecánico

3.2.1. Tubos rígidos, semirrígidos y flexibles – Concepto

Para efecto de dimensionamiento mecánico, en general los tubos pueden ser clasificados de acuerdo con su desempeño durante la interacción con el suelo (deflexión o distorsión). Cuando son sometidos a la compresión diametral, a niveles de deflexiones preestablecidas, sin sufrir daños permanentes, según tabla 1, los tubos (secciones transversales) pueden ser clasificados como rígidos, semirrígidos o flexibles. Eso no significa que la barra sea flexible o haga una curva.

Clasificación del Tubo	% deflexión sin presentar daños estructurales
Rígido	0,1 %
Semirrígido	≤ 3,0 %
Flexible	> 3,0 %

Tabla 20: Clasificación de los tubos sobre su deflexión

3.2.2. Interacción del tubo con el suelo

Los tubos flexibles KNTS Super se benefician de su capacidad de deformarse o modificar bajo a acción de cargas, sin presentar daños estructurales, según ilustración de la figura 22.

Esta deformación es conocida como deflexión o distorsión que permite al tubo adaptarse a la forma de la cubierta exterior, transfiriendo la mayor parte de la carga vertical recibida para el envoltorio.

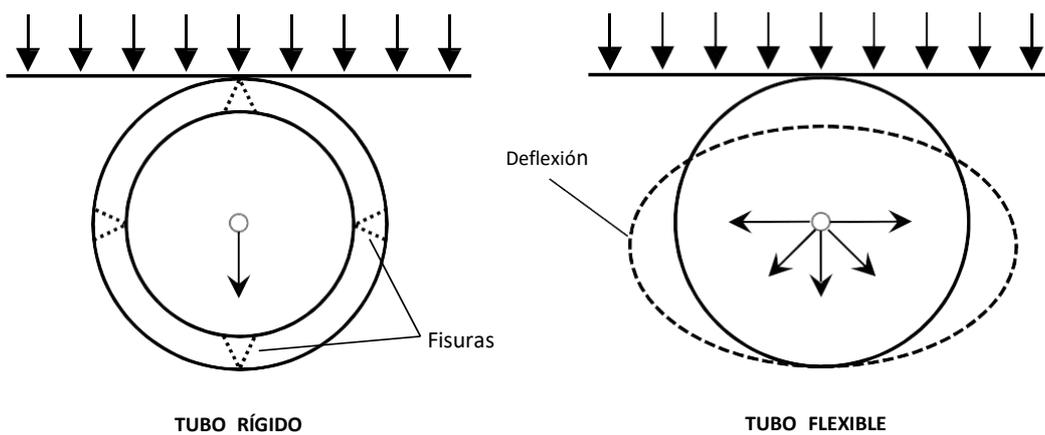


Figura 22: Comportamiento de los tubos bajo la acción de carga vertical.

Tanto los tubos rígidos como los flexibles requieren un suelo apropiado, aunque la interacción del tubo con el suelo sea diferente en cada uno de los casos.

En el caso de tubo rígido, este transfiere la carga recibida en su pared para el fondo de la zanja (cimientos). En el tubo flexible, la carga es transferida y transportada por el suelo, por eso se dice que el tubo flexible interactúa con el suelo.

La figura 23 ilustra la interacción suelo/tubo y la transferencia de carga en los dos tipos de tubos:

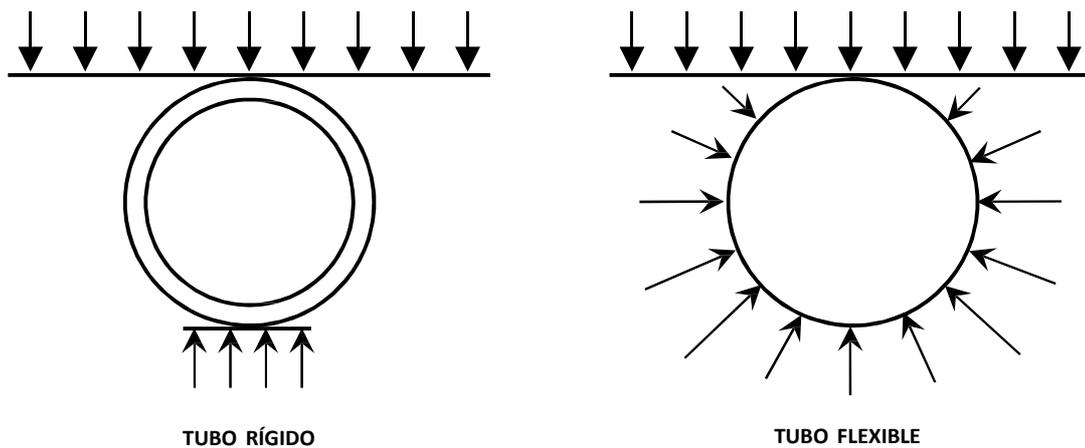


Figura 23: Interacción Suelo /Tubo

Un tubo rígido es muchas veces más rígido de lo que el suelo de relleno, conduciendo a la necesidad de soportar cargas de suelo mucho mayor de lo que la carga de prisma a lo largo del tubo.

Por otro lado, el tubo flexible no es tan rígido como el suelo de relleno, forzando así una movilización del suelo de participación lateral (envoltorio), a fin de soportar el peso de las cargas de tráfico y de las cargas de suelo.

3.2.3. Proyecto Estructural del Tubo

Primeramente, los proyectistas precisan establecer las deflexiones permitidas para las tuberías, basados en sus experiencias y/o en referencias normativas.

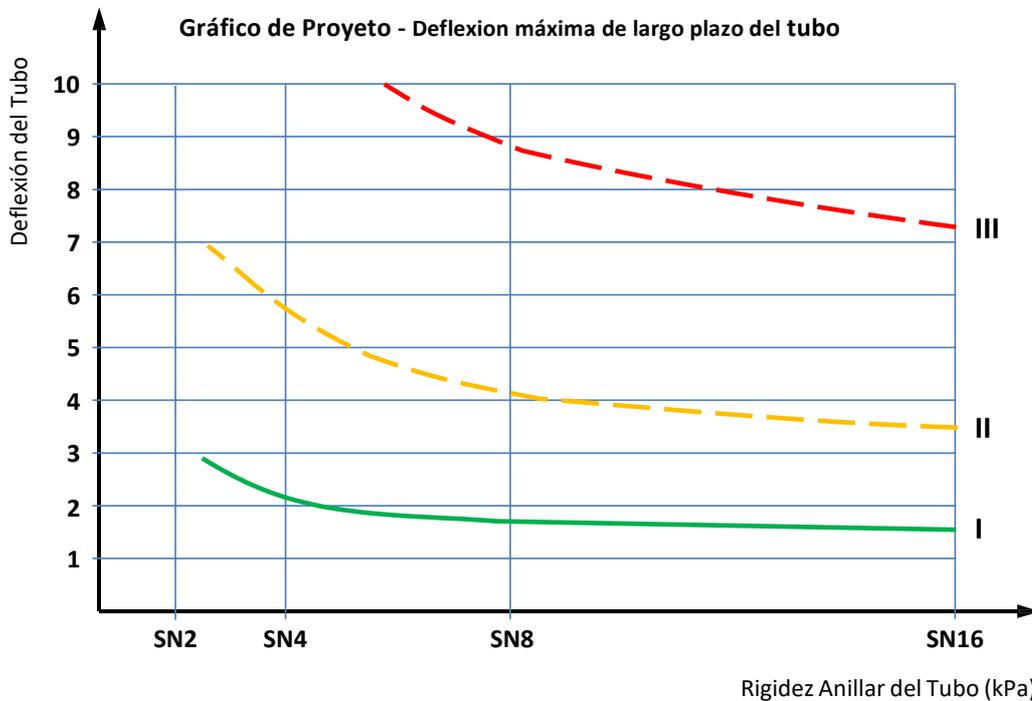
Salvo acuerdo en contrario entre el proyectista y el propietario del sistema, se recomienda que, por razones de operativa, los valores promedios calculados de deflexión no pasen los valores indicados en la Tabla 21, extraídos de la norma ISO 21.138-1.

Clase de Rigidez	Deflexion promedio inicial	Deflexion promedio de largo plazo
SN 4 e SN 8	8%	10%

Tabla 21: Límites recomendados de deflexión de proyecto

Un estudio intensivo de la historia de deflexión de tubos instalados en diferentes condiciones, de hasta 25 años atrás, resultó en la experiencia como se presenta en el gráfico de la Figura 24.

Para la deflexión indicada en el gráfico de proyecto, la tensión será muy abajo del límite de proyecto y no necesita ser tomada en cuenta.



Leyenda:

I – Buena Compactación / II – Moderada Compactación / III – Sin Compactación (no recomendado)

Figura 24: Gráfico de Proyecto (extraído del anexo C de la norma ISO21138-1)

El gráfico de proyecto sirve solo como referencia informativa para el proyectista y no tiene la intención de sustituir el cálculo estructural, ni limitar las condiciones a que los tubos podrán ser sometidos. Las condiciones de validación del gráfico de proyecto están indicadas en la tabla 22.

Parámetros	Condiciones de validación
Profundidad de la	0,8 a 6,0 m
Cargas de tráfico	Considerada
Calidad de la instalación Categoría de la instalación "buena", "moderada", "sin-" – debe reflejar el trabajo de la mano de obra en que el proyectista pueda confiar.	"Buena" Compactación (I) El suelo de relleno de tipo granular es colocado cuidadosamente en la zona de envoltorio y compactado, después de haber sido colocado en capas de como máximo 30 cm y después de cada capa haber sido compactada con cuidado. El tubo debe ser cubierto por una capa de por lo menos 15 cm. La zanja es llenada con cualquier tipo de suelo y después compactada. Los valores típicos para la densidad Proctor están por encima de 94%.
	"Moderada" Compactación (II) El suelo de relleno de tipo granular es colocado es colocado en capas de como máximo 50 cm, después de cada capa haber sido compactada con cuidado. El tubo debe ser cubierto por una capa de por lo menos 15 cm. La zanja es llenada con cualquier tipo de suelo y después compactada. Los valores típicos para la densidad Proctor están en la franja de 87% a 94%.
	Las estacas/tablas del apuntalamiento lateral deben ser removidas antes de la compactación, de acuerdo con las recomendaciones de la EN 1610:1997. Si, sin embargo, las estacas/tablas fueran removidas después de la compactación, se debe considerar que el nivel de compactación "Buena" o "Moderada" será reducido al grado "sin-" compactación (III) .

Tabla 22: Condiciones de validación del gráfico de proyecto – ISO 21.138

3.2.4. Estructura Suelo / Tubo (Spangler)

Los Drs. Spangler y Marston, de la Universidad de Iowa, analizaron el desempeño de una estructura suelo/tubo flexible para predecir matemáticamente la deformación del tubo, en respuesta a la carga (de tráfico y de suelo), al relleno (compactación y suelo) y al tubo (material y geometría).

La ecuación resultante de ese estudio fue conocida como ecuación de **Spangler** o fórmula de Iowa:

$$\text{Deflexão} = \frac{\text{Carga(s) no tubo}}{\text{Rigidez do tubo} + \text{Rigidez do solo}}$$

Ecuación 3: Ecuación de Spangler o fórmula de Iowa

La ecuación de *Spangler* fue modificada con base en estudios conducidos por diversos investigadores, como por ejemplo, los Drs. Barnard y Watkins, que simplificaron la ecuación original y establecieron la fórmula modificada de Iowa:

$$\Delta D_v = \frac{b_1 \cdot (C \cdot P_s + P_t)}{8 \cdot SN + 0,061 \cdot E_R}$$

Ecuación 4: Fórmula Modificada de Iowa

ΔD_v = deflexión vertical, [%]
 b_1 = factor de distribución de carga
 C = factor de auto compactación
 P_s = carga de suelo, [kN]
 P_t = carga de tráfico, [kN]
 SN = rigidez anillar del tubo, [kN/m²]
 E_R = Módulo de rigidez del suelo, [kN/m²]

Después de la instalación, la compactación del suelo circundante (envoltorio) se desarrolla con el tiempo, debido a la carga externa y al asentamiento del suelo.

La experiencia muestra que la deflexión máxima será alcanzada dentro de 1 a 3 años después de la instalación, dependiendo del material de llenado, de la calidad del trabajo de compactación del suelo y de las cargas externas. Debido a eso, el cálculo de la deformación vertical de este manual considera solamente las propiedades de corto plazo (inicial) del producto.

La figura 25 ilustra el comportamiento de la deflexión del tubo en la instalación y después de su instalación, considerando la influencia da carga de tráfico.

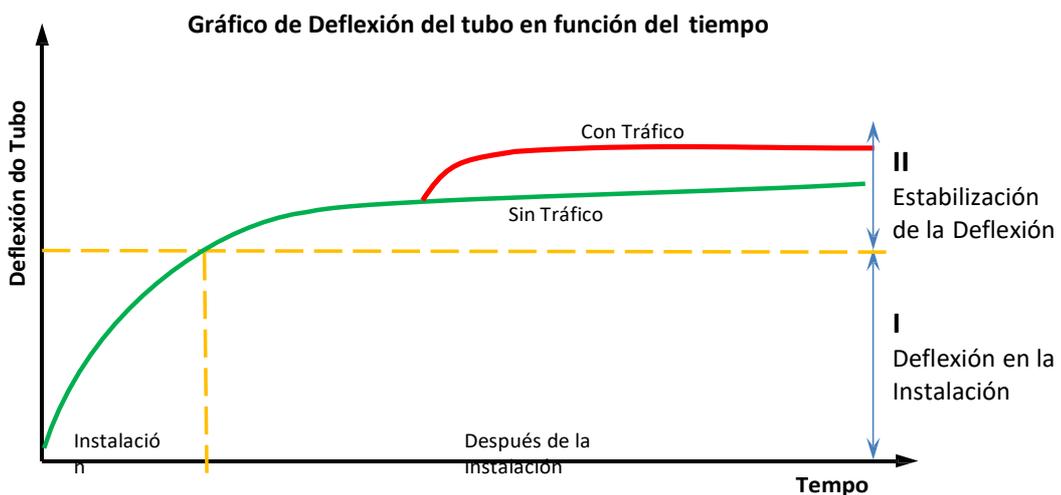


Figura 25: Gráfico de deflexión del tubo al momento de la instalación y después de su instalación

Investigaciones señalan que la deflexión adicional, hasta el sistema alcanzar su estabilidad, puede variar de 1,5 a 2 veces la deflexión resultante de la instalación.

3.2.5. Cálculo de la Deflexión Vertical del tubo - ΔD_v

La experiencia demuestra que la carga vertical que actúa sobre un tubo colocado en una zanja, es inferior al peso del material de llenado. Los cálculos que se presentan a continuación se basan en las normas Alemanas ATV 127 y en la fórmula modificada de Iowa (ecuación 4).

3.2.5.1. Determinación de la carga de suelo (carga estática) - P_s

La carga actuante en la tubería puede ser calculada según la teoría de *Silo*, donde es considerado un factor de corrección de la carga de suelo originado por la auto sustentación del terreno.

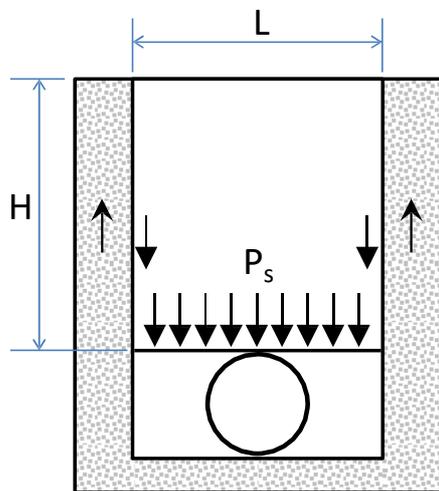


Figura 26: Cargas actuantes

$$P_s = SC \cdot \gamma \cdot H$$

Ecuación 5: Carga de suelo - P_s

P_s = carga vertical del suelo, [kN/m²]

γ = peso específico del material de llenado, [kN/m³]

H = profundidad de la zanja hasta la generadora superior del tubo [m]

SC = coeficiente de corrección de la carga de suelo

Cálculo del coeficiente SC

El coeficiente de corrección de la carga de suelo, para cunetas de pared vertical o aproximadamente vertical, es calculado de acuerdo con la siguiente fórmula :

$$SC = \frac{1 - e^{-2 \cdot K_1 \cdot \text{tg}(\delta) \cdot H/L}}{2 \cdot K_1 \cdot \text{tg}(\delta) \cdot H/L}$$

Ecuación 6: Coeficiente SC

SC = coeficiente de corrección de la carga de suelo

δ = ángulo de fricción efectivo entre el suelo de llenado y la pared de la zanja, [grados]

K_1 = relación entre los esfuerzos horizontales y verticales existentes en el material de llenado de la zanja L = ancho de la zanja, [m]

Nota: Cuando $\delta = 0$, considerar $SC = 1$.

Las condiciones de ejecución del llenado, específicamente el grado de compactación y las propiedades del suelo, son de fundamental importancia para un buen desempeño de la tubería frente a las cargas que estará sujeta.

Los parámetros “ δ ” y “ K_1 ”, en función de la calidad de ejecución del llenado, están indicados en la tabla 23.

Condiciones de recubrimiento		K_1	δ
C1	Llenado compactado por capas contra el suelo natural, con verificación de la densidad Proctor (D_p)	0,5	$\delta = \Psi$
C2	Llenado compactado por capas contra el suelo natural, sin verificación de la densidad Proctor (D_p)	0,5	$\delta = 2/3\Psi$
C3	Llenado en cunetas ancladas verticalmente y sin compactación	0,5	$\delta = 1/3\Psi$
C4	Cunetas construidas verticalmente, soportadas por placas de maderas u otro tipo de equipamiento de	0,5	$\delta = 0$

Nota: Ψ - ángulo de fricción interna del material del llenado

Tabla 23 – Parámetros “ δ ” y “ K_1 ” para condiciones de recubrimiento

Los diversos tipos de suelos y sus respectivos valores de peso específico y ángulo de fricción interna, están indicados en la tabla 24.

Tipos de Suelo	γ peso específico [kN/m ³]	Ψ Ángulo de fricción interna [°]
SUELOS NO COESIVOS		
Arena densa	21	35
Grava-arena	21	35
Grava	20	35
Arena semi-densa	20	32,5
Arena suelta	19	30
Escombros	17	35
SUELOS COESIVOS		
Arcilla arenosa rígida	22	22,5

Arcilla arenosa blanda	21	22,5
Arcilla semi-sólida	21	15
Arcilla rígida	20	15
Lodo rígido o sólido	20	22,5
Lodo blando	19	22,5
Arcilla blanda	18	15
Arcilla y caliza orgánicos	17	10
Turba	11	15

Tabla 24: Tipos de Suelos – Peso específico y ángulo de fricción

3.2.5.2. Determinación del módulo de rigidez del material de llenado - E_R

La medida de la calidad de compactación del suelo es dada por la “Densidad Proctor” (D_p), que representa la relación entre la densidad del material de llenado y la del suelo natural.

Se recomienda la utilización del grado de compactación Proctor de como mínimo 95%, tanto para suelos cohesivos como para suelos no cohesivos.

Los módulos de rigidez del material de llenado (E_R), en función de su grado de compactación (Densidad Proctor - D_p), para los diversos grupos de suelos, están indicados en la tabla 25.

Grupo de Suelo	E_R - Módulo de rigidez del material de llenado kN/m ² (kPa)					
	$D_p = 85\%$	$D_p = 90\%$	$D_p = 92\%$	$D_p = 95\%$	$D_p = 97\%$	$D_p = 100\%$
1	2.000	6.000	9.000	16.000	23.000	40.000
2	1.200	3.000	4.000	8.000	11.000	20.000
3	800	2.000	3.000	5.000	8.000	13.000
4	600	1.500	2.000	4.000	6.000	10.000

Tabla 25: Módulo de rigidez del material de llenado, en función de la densidad Proctor

La composición de cada grupo de suelo, clasificados de acuerdo con la norma DIN 18.196, está indicada en la tabla 26.

Grupo	Tipo de Suelo	Codificación
1	Suelos no coesivos	GE, GW, GI, SE, SW, SI
2	Suelos ligeramente	GU, GT, SU, ST
3	Suelos coesivos con mezclas (arena coesiva y grava)	GU, GT, SU, ST, UL, UM
4	Suelos	TL, TM, TA, OU, OT, OH, OK

Tabla 26: Composición de los Grupos de Suelo

3.2.5.3. Determinación de la carga de tráfico (carga dinámica) - P_t

Las cargas de tráfico son producidas en la superficie del terreno y transmitidas para el subsuelo. Los esfuerzos actuantes en el plano tangencial a la generadora superior del tubo pueden ser determinados a través de la ecuación 7.

Cuanto más llana fuera la zanja, mayor será el esfuerzo de la carga de tráfico. La siguiente ecuación no se aplica para valores de $H < 0,5$ metros.

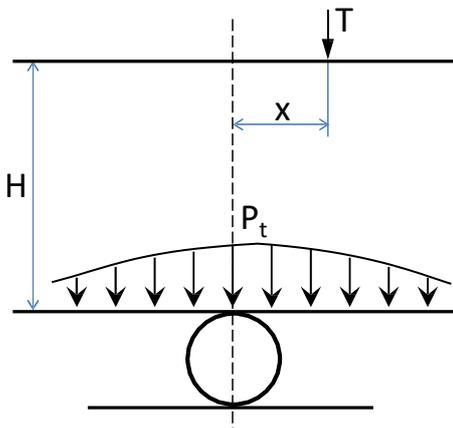


Figura 27: Carga de tráfico

$$P_t = \frac{3 \cdot T}{2 \cdot \pi \cdot H^2 \cdot \left(1 + \frac{x^2}{H^2}\right)^{\frac{5}{2}}}$$

Ecuación 7: Carga de tráfico - P_t

P_t = carga de tráfico, [kN/m²]

T = carga de tráfico esperada, [kN]

H = profundidad de la zanja hasta la generadora superior del tubo [m] x = distancia relativa al eje del tubo, donde la carga de tráfico

Va a incidir, [m]

Valores de la carga de tráfico esperada (T) pueden ser considerados de acuerdo con la tabla 27.

Tipo de Tráfico	Carga Total (kN)	Carga por Rueda (kN)
Pesado	600	100
Medio	300	50
Ligero	120	40 em las ruedas traseras 20 em las ruedas

Tabla 27 : Carga de tráfico esperada (T)

3.2.5.4. Determinación de los factores de corrección – b_1 y C

El factor de auto compactación (C) es utilizado para corregir la carga de suelo. El valor de 1,5 debe ser adoptado para compactaciones moderadas y el valor de 2,0 debe ser adoptado para compactaciones moderadas con baja altura de recubrimiento.

El factor de distribución de la carga (b_1) es un coeficiente de soporte del tubo y está relacionado al ángulo formado por la acomodación del tubo en la base (a). Los valores están indicados en la tabla 28 y generalmente es adoptado el valor de 0,11.

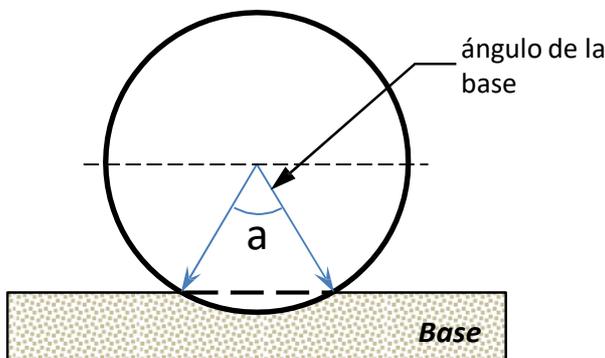


Figura 28: Ángulo de la base

Ángulo de la base (a)	Factor b_1
0°	0,110
30°	0,108
45°	0,105
60°	0,102
90°	0,096
120°	0,090
180°	0,083

Tabla 28 : Factor de distribución de la carga (b_1)

3.2.5.5. Determinación de la Rigidez Anillar Nominal – Nominal Ring Stiffness (SN)

Los tubos corrugados son clasificados por su rigidez anillar, que es determinada de acuerdo con la norma internacional ISO 9969.

El término “SN” (Nominal Ring Stiffness) indica la rigidez anillar nominal del tubo, o sea, la rigidez mínima soportada por el tubo.

Los valores del “SN” son presentados en kN/m^2 . Por lo tanto, un tubo clasificado como SN4, por ejemplo, presenta una rigidez anillar mínima de 4 kN/m^2 .

4. Instalación

4.1. Unión de Tubos y Accesorios

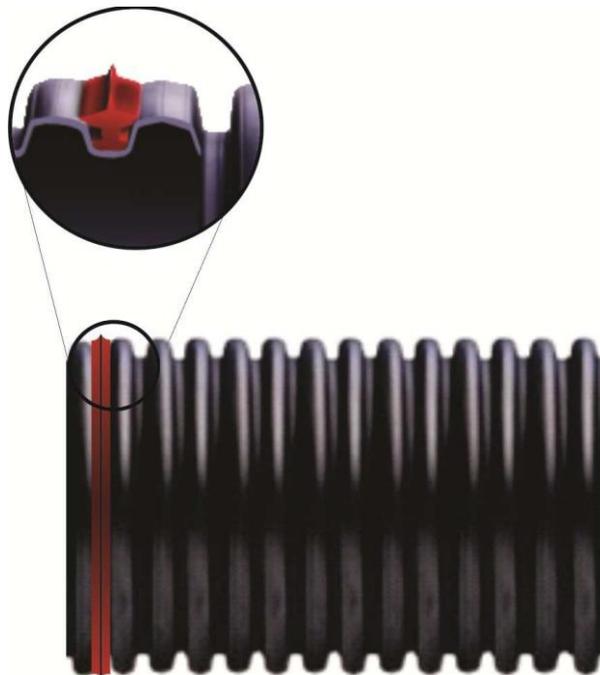
El método de unión de tubos y accesorios con corrugado anillar, se basa en la colocación de un anillo en la 1ª corrugado de la Punta y encaje en una Bolsa con pared internalisa.

Abajo están los pasos a ser seguidos para la correcta unión de los tubos, garantizando la estanqueidad del sistema.

1º Paso: Preparación de las superficies a ser encajadas.

Limpiar con paño húmedo la Bolsa que recibirá la Punta con el Anillo lacre;

En la extremidad del tubo, remover la protección que envuelve el anillo lacre y verificar su integridad. Limpiar la Punta y Anillo;



Nota: El color rojo del anillo es ilustrativo. El anillo es suministrado en color negro.

Figura 29: Detalle del anillo lacre instalado

2º Paso: Lubricación.

Lubricar el Anillo y la Bolsa del Tubo con pasta lubricante Kanalub en abundancia;



Figura 30: Aplicación de la pasta lubricante

3º Paso: Alinear los tubos.

Alinear los tubos vertical y horizontalmente;

Aproximar la Punta de la Bolsa;

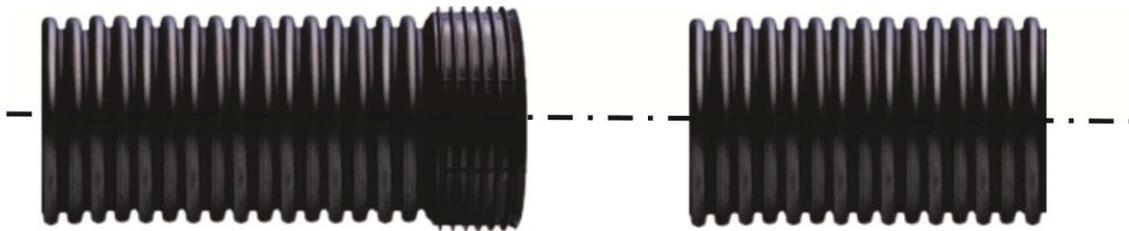


Figura 31: Alineación de los tubos

4º Paso: Introducción de la Punta en la Bolsa.

La inserción de la Punta en la Bolsa se hace a través de encaje rápido, empujando manualmente una barra en dirección de la otra;

Puede ser usada una palanca y pantalla de madera para facilitar ese desplazamiento conforme demostrado en la figura 32.

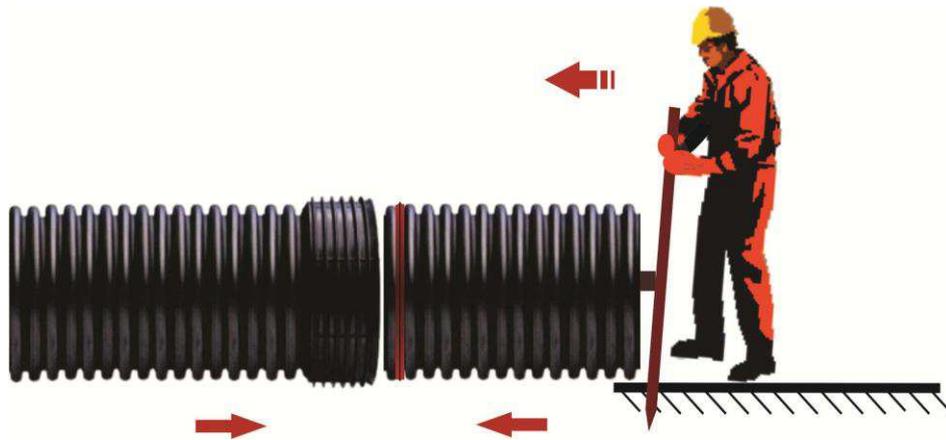


Figura 32: Introducción de la punta en la bolsa

4.2. Preparación de la zanja

En la instalación de tuberías enterradas, las paredes de la zanja deben ser verticales y su ancho puede ser determinado por el diámetro del tubo KNTS SUPER a ser instalado, por la calidad del suelo local, materiales de llenado, niveles de cargas y de compactación. La altura de relleno deberá tener como mínimo 0,60 metro, medido a partir de la generadora superior del tubo hasta la superficie de la capa asfáltica o línea rasante del terreno.

En situaciones donde exista tráfico de vehículos con niveles muy elevados, esta podrá variar a partir de 1,20 metro.

La zanja debe ser suficientemente ancha, para permitir la adecuada colocación y compactación del material de llenado alrededor del tubo y/o de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

En función de estos parámetros el ancho de la zanja podrá ser determinada a través de la fórmula $B = DN \text{ (mm)} + 500 \text{ mm}$.

El uso de excavadoras o zanjadoras son muy ventajosos, excepto cuando rocas u otras interferencias impiden el uso de las mismas.

Al inicio de la excavación de la zanja es necesario apartar el escombros resultante de la rotura del pavimento para lejos del borde de la misma, para evitar el uso indebido en el posterior envolvimiento de la tubería.

Durante la excavación, las tierras excavadas libres de piedras o escombros, deben ser colocadas fuera de los límites de la zanja, a fin de evitar eventuales deslizamientos para el interior de la misma.

El fondo de la zanja debe ser uniforme, libre de piedras u otros objetos que puedan dañar los tubos a ser instalados y siempre obedeciendo el declive previsto en el proyecto.

En lugares donde el fondo de la zanja presente piedras o formaciones rocosas, cubrir el mismo con una capa de tierra o arena en el espesor de 10 cm, formando una base debidamente compactada y con inclinación uniforme.

Para iniciar los trabajos de acomodación de los tubos KNTS Super, asegúrese que están abrigados del sol, evitando el posible ablandamiento y consecuente amasamiento durante el manejo y proceso de relleno.

4.3. Recomposición del pavimento

Para ejecutar el relleno se debe prever un material de buen soporte lateral (por ejemplo: arena gruesa), principalmente tratándose de casos en que el terreno encima del tubo esté sujeto al tráfico de vehículos.

El recubrimiento de la tubería debe hacerse en capas y compactadas con 20 cm arriba de la generadora superior del tubo, con material libre de piedras o cuerpos cortantes y puntiagudos.

El resto del recubrimiento puede hacerse con tierra del propio local excavado, compactado en capas de 20 cm de espesor.

Si ese material no alcanzara el grado de compactación necesario, sustituir el relleno con otro de mejor calidad.

4.4. Método de reparación de los tubos KNTS SUPER

Tipos de daños:

A) Daños leves

- Amasamiento de espiras y/o desgaste en la pared externa

Reparación: no hay necesidad de reparación, ya que no compromete su uso.

B) Daños medios o pesados

- Perforación o rompimiento del tubo

Reparación: cuando sea una avería mayor con perforación o rompimiento del tubo, cortar el trecho dañado y sustituirlo por otro de mismo largo.

Colocar dos conexiones de emenda Bolsa Bolsa, encajando las puntas de los tubos en las bolsas de la conexión.

5. Manejo y Transporte

Durante el transporte y manejo de los tubos, se debe evitar que ocurran choques o contactos con elementos que puedan comprometer la integridad de los mismos, tales como: objetos cortantes o puntiagudos con aristas vivas, piedras, etc.

La descarga deberá ser efectuada cuidadosamente, no debiendo permitir que los tubos sean lanzados directamente al suelo a fin de evitar amasamientos, roturas, perforaciones de los mismos o concentración de cargas en un único punto (figuras 33, 34 y 35).

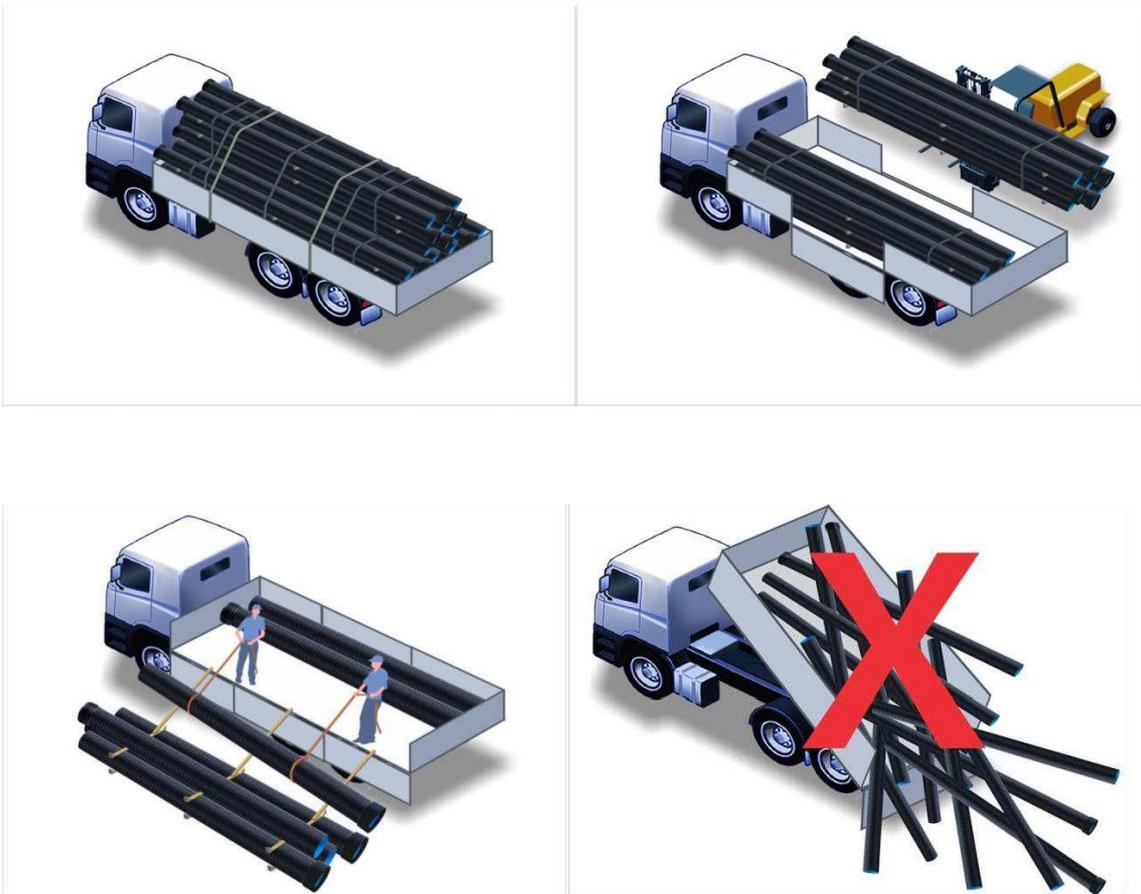


Figura 33: Cuidados en el transporte y descarga

Para diámetros de hasta 400mm la descarga podrá ser efectuado manualmente y para tubos de 500mm hasta 1200mm, con ayuda de equipamiento usando cintas denylon.



Figura 34: Manejo



Figura 35: Uso de cintas de Nylon

El uso de cualquier otro material como cadenas o cables de acero no se recomienda, pues pueden dañar los tubos.

CAPACIDADE OCUPACIONAL POR CAMIÓN								
Ø NOMINAL (mm)	CARRO		TRUCK		BAUL		TOCÓN	
	Metraje	Barras	Metraje	Barras	Metraje	Barras	Metraje	Barras
250	864 m	144	432 m	72	432 m	72	432 m	72
300	504 m	84	252 m	42	252 m	42	252 m	42
400	360 m	60	180 m	30	180 m	30	180 m	30
500	192 m	32	96 m	16	96 m	16	96 m	16
600	144 m	24	72 m	12	72 m	12	72 m	12
800	72 m	12	36 m	6	36 m	6	36 m	6
1000	48 m	8	24 m	4	24 m	4	24 m	4
1200	24 m	4	12 m	2	12 m	2	12 m	2

Tabla 29: Capacidad ocupacional por camión

DIMENSIONES DE LOS CAMIONES			
Tipo	Largo(m)	Ancho (m)	Altura (m)
TOCÓN	6,0	2,4	2,8
TRUCK	8,0	2,4	2,8
BAUL	10,0	2,4	2,8
CARRO	12,0	2,4	2,8

Tabla 30: Dimensiones de los camiones

6. Almacenado y Stock

El stock/almacenado de los tubos KNTS Super debe hacerse en lugares de piso firme y plano, libres de cualquier elemento que pueda dañar el material, tal como: superficies rígidas con aristas vivas, objetos cortantes o puntiagudos, piedras, escombros, etc.

Evitar golpes en las Puntas de los tubos para que no haya ningún tipo de daño. No arrastrar los tubos. Las Bolsas deben estar libres para afuera de la pila de almacenado.

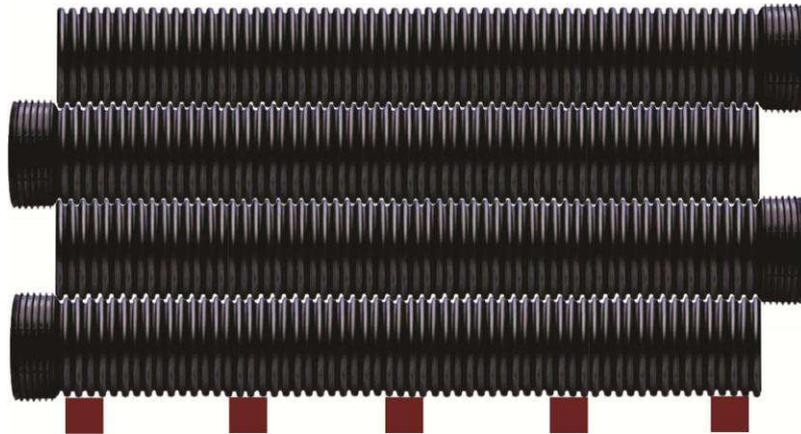


Figura 36: Acomodación en tablas de madera

No recomendamos estocar los tubos directamente en el suelo, para evitar deformaciones y los mismos deben ser dispuestos de forma horizontal, donde la primera capa deberá ser colocada sobre tablas de madera continua de 0,10 metro de ancho, espaciadas cada 0,20 metro como máximo, colocadas en el sentido transversal (Figura 36).

Deben ser colocadas puntales verticales, espaciados de metro en metro para apoyo lateral de las capas de tubos o usar cuñas anchas de vigas de madera.

No almacenar los tubos cerca de fuentes de calor y evitar contactos con agentes químicos agresivos como solventes en general.

Estocar a una altura máxima de 3,00 metros a fin de facilitar la colocación y retirada de los tubos de la última capa, no debiendo quedar expuestos a cielo abierto por un período superior a 12 (doce) meses.

Si hubiera necesidad de permanecer más allá del período estipulado, se recomienda estocar los tubos y conexiones en lugares cubiertos y ventilados o cubrir con lonas para una protección más eficaz evitando la incidencia directa de los rayos solares.

7. Aspectos de la Calidad

7.1. Estándares normativos para el KNTS Super

El sistema de tuberías KNTS Super cumple los más rigurosos estándares internacionales de productos, definidos por la International Organization for Standardization (ISO) y European Committee for Standardization (CEN).

Las características y requisitos de los productos KNTS Super son determinadas de acuerdo con las siguientes normas:

- ISO 21138, Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE)
 - Part 1: Material specifications and performance criteria for pipes, fittings and system.
 - Part 3: Pipes and fittings with non-smooth external surface, Type B.
- EN 681, Elastomeric seals - Materials requirements for pipe joint seals used in water and drainage applications
 - Part 1: Vulcanized rubber

7.2. Identificación del producto

Los tubos KNTS Super son marcados de forma legible e indeleble con las siguientes informaciones:

- Kanaflex / KNTS Super (nombre de la empresa y de la línea de producto);
- Dimensión nominal (DN/ID);
- Rigidez Anillar (SN);
- Material (PE);
- Código de rastreabilidad (lote);

7.3. Control de Calidad del KNTS Super

Kanaflex mantiene un riguroso sistema de control de calidad de sus productos KNTS Super, asegurando desde el uso de materias primas adecuadas así como el cumplimiento de los requisitos de control de proceso de fabricación y desempeño de sus tubos, conexiones y accesorios.

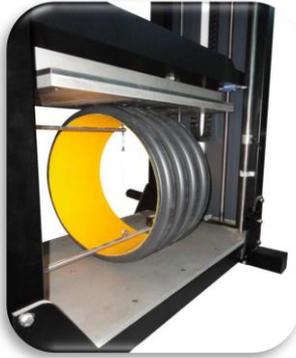
7.3.1. Control de la materia prima



Antes de la producción, las materias-primas son evaluadas sobre el ensayo de Índice de fluidez y de densidad, para asegurar condiciones adecuadas de procesamiento y resistencia mecánica para el producto.

Al lado, foto del Plastómetro (equipamiento para determinar Índice de fluidez de las resinas de polietileno, de acuerdo con las normas ISO1133 e NBR9053).

7.3.2. Control del producto en el proceso de fabricación



Durante el proceso de fabricación, son evaluadas las características dimensionales y mecánicas, de todo lote producido, para asegurar que el producto atenderá el desempeño esperado para su aplicación final.

Al lado, foto del equipamiento para determinar la resistencia a la compresión (equipamiento para determinar la Rigidez Anillar / Ring Stiffness, de acuerdo con las normas ISO9969).

7.3.3. Inspección Final



La evaluación final comprende la verificación del cumplimiento de los requisitos de cada producto, de acuerdo con sus códigos, descriptivos y su marca.

Para cada lote de producto se emite un Certificado de Conformidad, conteniendo la descripción completa del producto, nota fiscal, estándar normativo y el cumplimiento de los principales requisitos evaluados para cada lote del producto.

- 1) Kanaflex S.A. Industria de Plásticos posee como principio la mejora continua de los productos de su fabricación.
Eventuales alteraciones podrán hacerse en este manual técnico, sin previo aviso objetivando su perfeccionamiento.
- 2) Este manual técnico tiene como fin colaborar con los usuarios de KNTS Super en los trabajos de canalización.
Si ocurriera en sus obras particularidades o dudas no contempladas en este manual, por favor contactar nuestro Departamento de Asistencia Técnica.
- 3) Kanaflex posee y ofrece los servicios de asistencia técnica en las obras. Este servicio tiene el objetivo de orientar los instaladores sobre el procedimiento correcto de la instalación del tubo y no puede ser considerada como una fiscalización. Nuestros técnicos son orientados a no interferir en los procedimientos de ingeniería y proyecto, que son responsabilidades de las contratistas e instaladoras.

Dudas?

Llame al +55 (11) 3779-1685

Kanaflex®

Oficina Comercial

Rua José Semião Rodrigues Agostinho, 282
Bairro Quinhau – Embu das Artes/SP - Brazil
CEP 06833-905 **ISO 9001**
www.kanaflex.com.br douglas@kanaflex.com.br

3ª Edición – Septiembre/2016