



PREFABRICADOS
DELTA S.A.

TUBERIA PRFV



Juan Pablo Guerrero Pasquau
Ingeniero de Caminos – Director Comercial



- DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
- NORMATIVA
- MATERIAS PRIMAS
- SISTEMAS DE UNIÓN
- ESTRUCTURA DEL LAMINADO
- SISTEMAS DE FABRICACIÓN
- PIEZAS ESPECIALES
- CONTROL DE CALIDAD
- DISEÑO
- TRANSPORTE
- DESCARGA Y MONTAJE
- CONCLUSIONES

DESCRIPCION DEL MATERIAL



PREFABRICADOS
DELTA S.A.

- ES UN MATERIAL COMPUESTO
- TRES CONSTITUYENTES:
 - RESINA
 - FIBRAS DE VIDRIO
 - CARGAS INERTES (ARENA DE SÍLICE)
- LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL COMPUESTO SON SUPERIORES A LAS DE LOS CONSTITUYENTES.
- LAS PROPIEDADES VARIAN CON EL TIEMPO.
- CLASIFICACIÓN: NORMALIZADA (UNE-EN 1796) **¡NUEVA GUIA PRFV!**
 - DN: APROXIMADAMENTE ID
 - $PN > DP$
 - SN : RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECIFICA A CORTO PLAZO



- CARACTERÍSTICAS:

- GRAN RESISTENCIA A LA CORROSIÓN**
- ES UN MATERIAL LIGERO**
- LONGITUD HABITUAL DE LOS TUBOS 12 M.**
- GRAN RANGO DE DIÁMETROS DISPONIBLES**
- PRECIOS COMPETITIVOS EN DIÁMETROS MEDIOS**
- BUEN COMPORTAMIENTO FRENTE A LAS SOBREPRESIONES**
- GRAN ADAPTABILIDAD AL TRAZADO: SE PUEDE CORTAR**
- NULO MANTENIMIENTO CON UNA CORRECTA FABRICACIÓN E INSTALACIÓN**
- FÁCIL REPARACIÓN**

Norma de producto:

- **ISO 10639:** Norma internacional para sistemas canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).
- **UNE-EN 1796:** Sistemas canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).
- **AWWA C950:** Norma AWWA para Tubos Reforzados con Fibra de Vidrio con Presión.

- Norma de ensayo:

- **CEN/TS 14632:** Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, saneamiento y drenaje con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP). Guía de evaluación y aseguramiento de la calidad.

-Norma de aplicación y cálculo:

- **Manual AWWA M45:** Diseño de Tuberías de PRFV. Manual de instalación y prácticas para el suministro de agua.
- **UNE CEN/TR 1295-3 IN:** “Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga”.
- **UNE-EN 805:** Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.

¡FUTURA GUIA TUBO PRFV CEDEX!



MATERIAL COMPUESTO (COMPOSITE)

MATRIZ DE RESINA

Poliéster
Reforzado con
Fibra de
Vidrio

- OBLIGA A LA FIBRA A TRABAJAR DE FORMA CONJUNTA
- TRANSFIERE ESFUERZOS TRACCIÓN A LAS FIBRAS
- PROTEGE FIBRAS (QUÍMICA, MECÁNICA)

FIBRA VIDRIO

ARENA SILÍCEA

- RIGIDEZ
- ESPESOR

Junta de goma ----- Norma EN 681-1



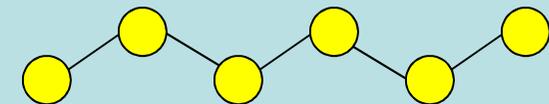
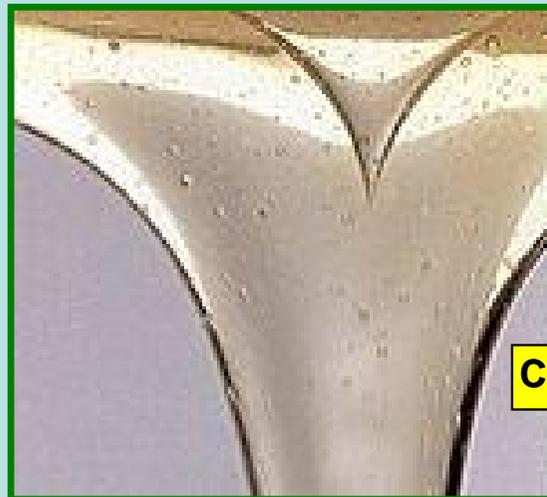
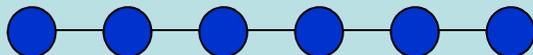
RESINA POLIÉSTER

- SUSTANCIA QUÍMICA EN ESTADO LÍQUIDO
- AL AÑADIRLE UN AGENTE EXTERNO (CATALIZADOR) SE INICIA UNA REACCIÓN DE ENDURECIMIENTO, QUE DESPRENDE CALOR (EXOTERMICA)
- ¿PORQUÉ ES TERMOESTABLE?:
UNA VEZ ENDURECIDA, NO SE REBLANDECE AL APLICARLE MÁS CALOR à TERMOESTABLE
- AL ENDURECER SE HA FORMADO UNA RED MÁS O MENOS ORDENADA (iso / orto)
- OTRAS RESINAS USO INDUSTRIAL: VINILESTER, BISFENOLICA, EPOXI.

Mejores propiedades mecánicas

Más resistencia química

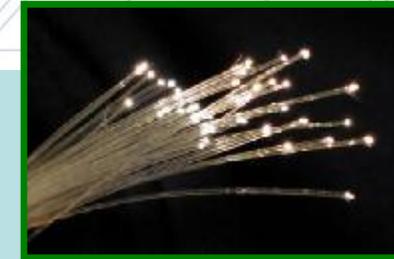
CADENA POLIÉSTER ISOFTÁLICA



CADENA POLIÉSTER ORTÓFTÁLICA



FIBRA DE VIDRIO



¿QUÉ ES?

VIDRIO FUNDIDO, ESTIRADO EN MICROFILAMENTOS DE VARIAS MICRAS DE DIÁMETRO, Y ENFRIADO.

LOS MICROFILAMENTOS SE AGRUPAN Y SON REVESTIDOS CON UNA CAPA DE UNA SUSTANCIA LLAMADA “ENSIMAJE” QUE MEJORA SUS PROPIEDADES

¿TIPOS?

SEGÚN COMPOSICIÓN DEL VIDRIO (TIPOS E, C (únicos admitidos por norma UNE EN 1796, otros ...))

SEGÚN DISTRIBUCIÓN

FIBRA CONTINUA (ROVING)

FIBRA DE CORTE (CHOPPED)

VELO

MAT



FIBRA DE VIDRIO

DENSIDAD LINEAL à N° DE TEX = g / km

- 600 tex
- 1200 tex
- 2400 tex
- 4800 tex

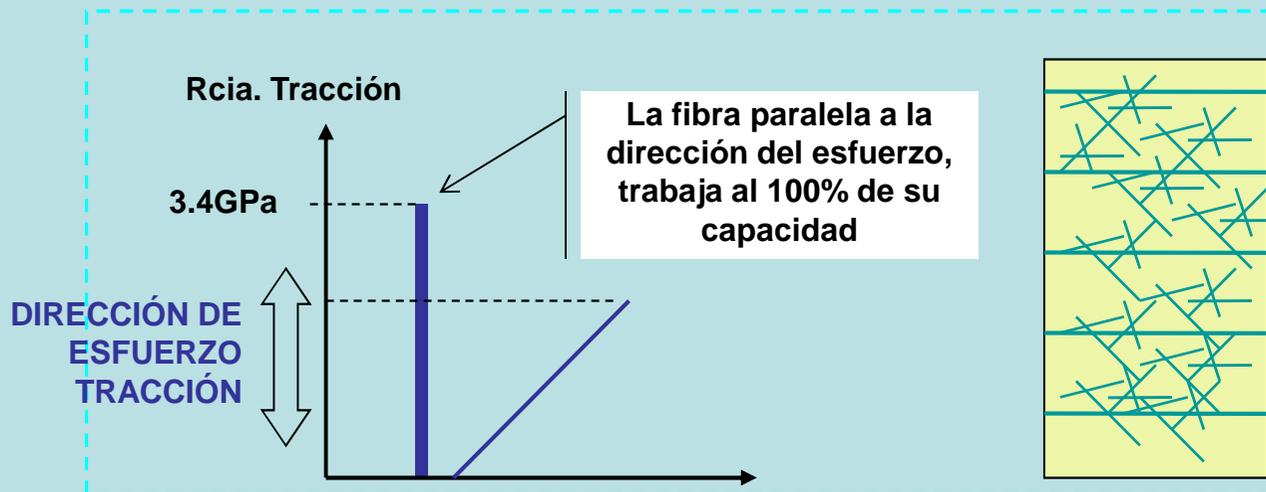


TIPOS SEGÚN DISTRIBUCIÓN

- FIBRA CONTINUA (ROVING)
- FIBRA DE CORTE (CHOPPED)
- VELO
- MAT

• Resistencia máxima a tracción por presión interior

• Resistencia a impacto
• Rigidez



ARENA SILICEA

- **FUNCIÓN:**
 - **AUMENTO ESPESOR à RIGIDEZ**
- **REQUISITOS:**
 - **ASEGURAR COMPACIDAD PARED**
 - **GRANULOMETRIA**
 - **LIMPIEZA (AUSENCIA DE POLVO) à seguridad**
 - **AUSENCIA DE HUMEDAD à EL AGUA REPELE LA RESINA**



SISTEMAS DE UNIÓN



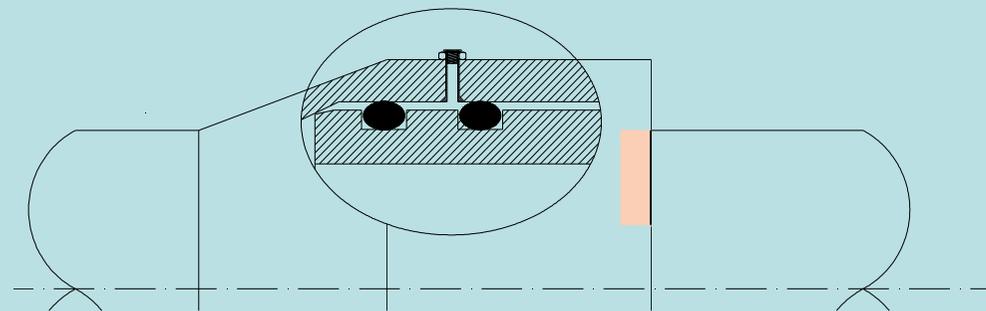
PREFABRICADOS
DELTA S.A.

- FLEXIBLES

- MANGUITO



- ESPIGA CAMPANA



- RIGIDAS

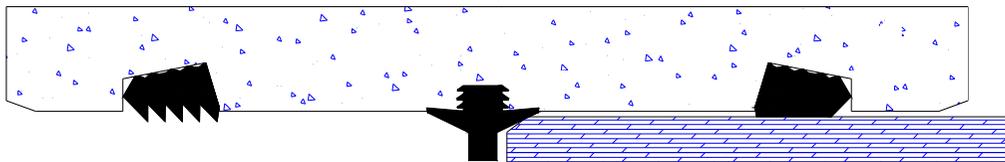
SISTEMAS DE UNION



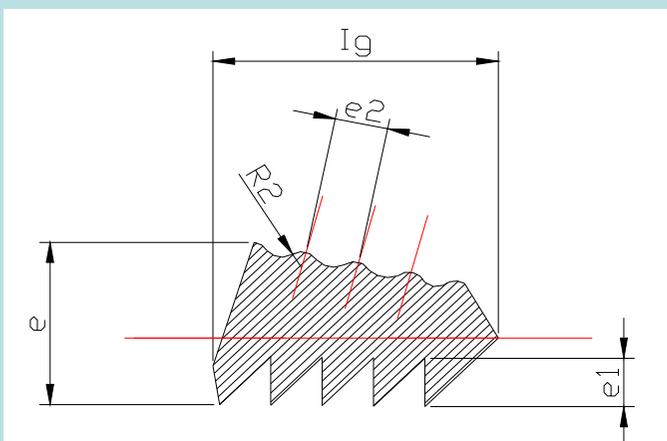
PREFABRICADOS
DELTA S.A.

-MANGUITOS

Se fabrican a partir de tubos mayor espesor
Junta REKA y STOPPER
Unión fácil de montar
Debido a sus tolerancias: garantía de estanqueidad



Sección del manguito con detalle de la junta elastomérica y el stopper



• DEFLEXION PERMITIDA:

Diametro Nominal (mm)	Ángulo de deflexión
$\varnothing \leq 500$	3 °
$500 < \varnothing \leq 900$	2 °
$900 < \varnothing \leq 1800$	1 °
$\varnothing > 1800$	0,5 °

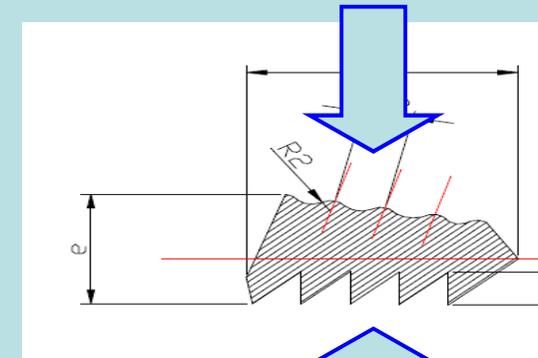


JUNTA ELASTOMÉRICA

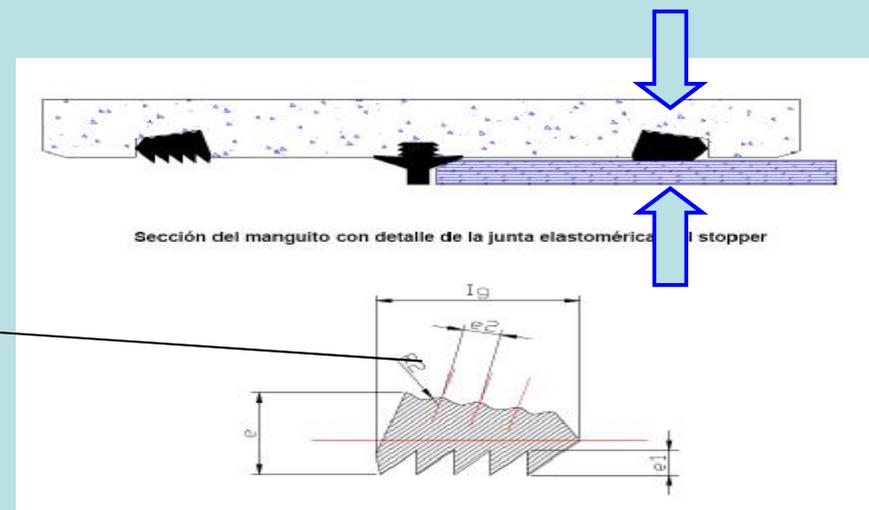
– FUNCIÓN :
ESTANQUEIDAD à TRABAJAN A COMPRESIÓN



CONTROL DIMENSIONAL:
ESPESOR Y DIÁMETRO
JUNTA

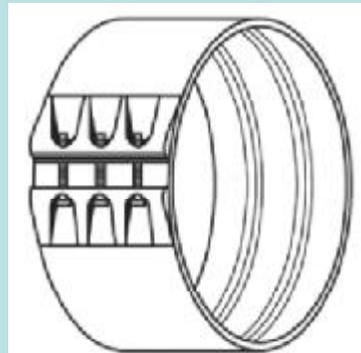


COMPRESIÓN

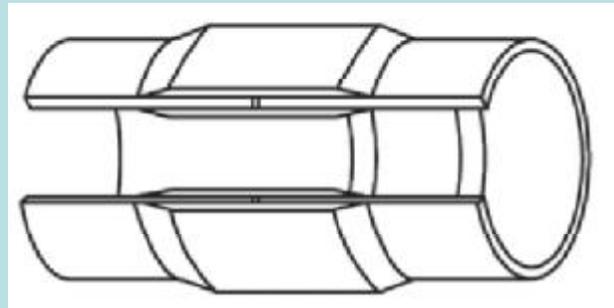




OTROS SISTEMAS DE UNION



MECANICAS

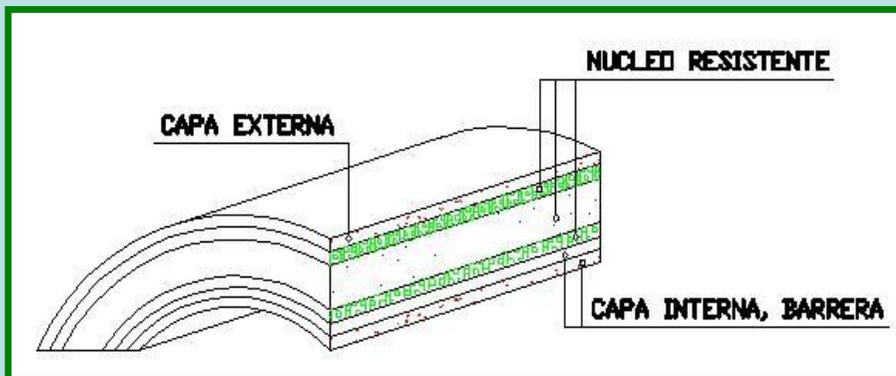


LAMINACION

ESTRUCTURA DEL LAMINADO



PREFABRICADOS
DELTA S.A.



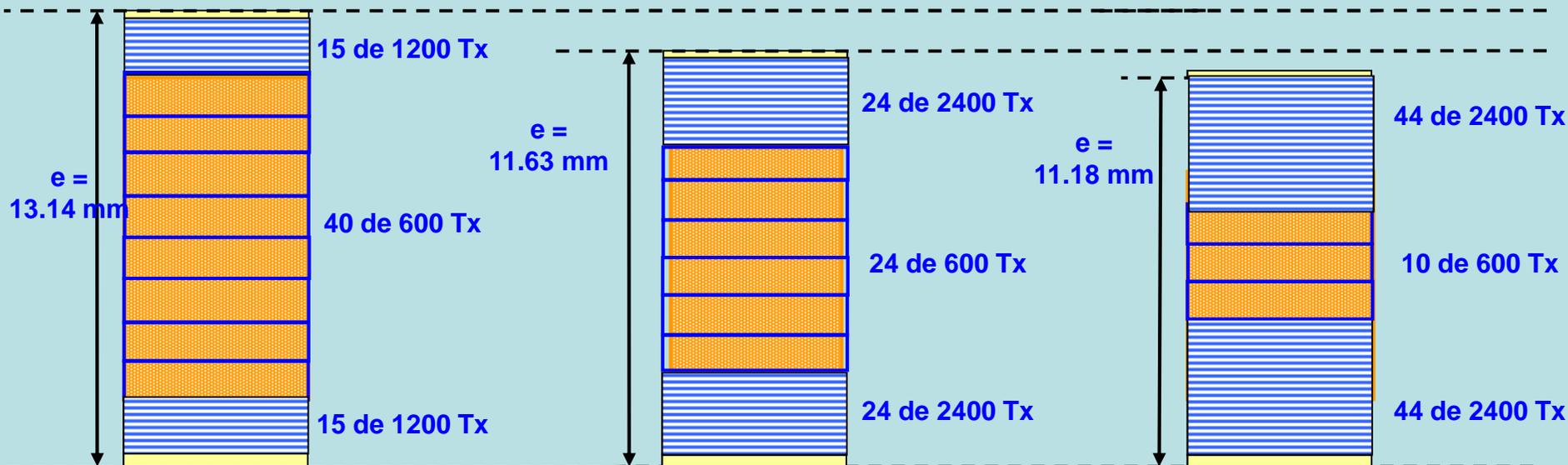
- SE DISTINGUEN TRES CAPAS:

- LINER: CAPA INTERNA-BARRERA
- NUCLEO RESISTENTE
- CAPA EXTERNA

**DN 700
PN 6 SN 5000**

**DN 700
PN 10 SN 5000**

**DN 700
PN 16 SN 5000**





- METODOS DE FABRICACIÓN.

- ENROLLAMIENTO CONTINUO

- ENROLLAMIENTO HELICOIDAL CRUZADO

- CENTRIFUGACIÓN

- LAMINACIÓN MANUAL

SISTEMA FABRICACIÓN



PREFABRICADOS
DELTA S.A.

FILAMENT WINDING: ENROLLAMIENTO CONTINUO



PIEZAS ESPECIALES



PREFABRICADOS
DELTA S.A.



CONTROL DE CALIDAD



PREFABRICADOS
DELTA S.A.

- Recepción Materias Primas (Resina, Fibra de Vidrio, Arena, Juntas goma)
- Ensayos mecánicos:
 - Rigidez circunferencial
 - Deflexión máxima
 - Tracción circunferencial
 - Tracción longitudinal
- Ensayos de presión estanqueidad 1,5PN o 2 PN (tubería y manguitos)
- Comprobación geométrica de la tubería y juntas
- Ensayos a largo plazo (validar diseño)
 - HDB --- Presión interior
 - Rigidez largo plazo
 - Deflexión largo plazo
 - Ensayos de corrosión
- Nuevos ensayos: absorción, dureza bárcol, fatiga

**NUEVA GUIA PRFV MEJORA
PRESTACIONES DEL TUBO: fija
condiciones de materiales, define
frecuencias de ensayo**



ASPECTOS IMPORTANTES PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TUBO:

1. ESTANQUEIDAD UNIÓN

2. ESTANQUEIDAD PARED

3. FLEXIBILIDAD PARED

4. RESISTENCIA A PRESIÓN INTERIOR

5. RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL



LOS TUBOS DE PRFV SE CALCULAN COMO TUBOS FLEXIBLES

DEFORMACIÓN POR LAS CARGAS NO SUPERE UN 3 - 5%

PARA GARANTIZAR COMPORTAMIENTO: RELLENO DEL TUBO

EL DIMENSIONAMIENTO MECÁNICO DE LOS TUBOS CONFORME AL MANUAL AWWA M45. TRABAJA CON TENSIONES O DEFORMACIONES.

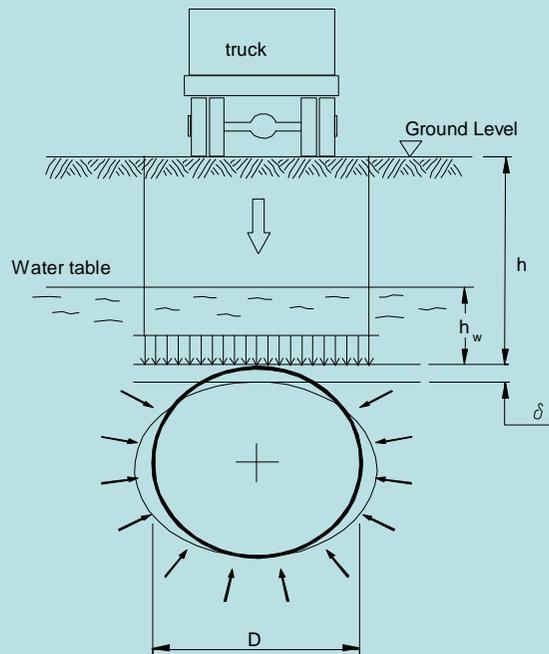
SE PARTE DE DOS PARÁMETROS DE DISEÑO OBTENIDOS DE ENSAYOS A LARGO PLAZO:

- HDB: DEFORMACIÓN ADMISIBLE A 50 AÑOS BAJO LA ACCION DE LA PRESION INTERIOR UNICAMENTE.**
- S_b : ALARGAMIENTO A FLEXION A LARGO PLAZO DEBIDO A LA ACCION UNICA DE CARGAS EXTERIORES.**



LAS CARGAS VERTICALES DETERMINAN UNA DEFLEXIÓN QUE DEPENDERÁ DE LA COMPACTACIÓN DEL SUELO ADYACENTE AL TUBO Y DE LA RIGIDEZ DEL ANILLO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TUBO.

LA EVOLUCIÓN DEL SUELO Y LA INTERACCIÓN CON EL TUBO Y LA CONSIGUIENTE DEFLEXIÓN DEL TUBO DEPENDEN DEL TUBO MISMO, DE LA COMPOSICIÓN DEL SUELO Y DEL PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN.



ACLARACION NOTA TÉCNICA

DIMENSIONAMIENTO: CRITERIOS HIDRÁULICOS

RANGO DE VELOCIDADES: 0,5 – 3 m/sg

PERDIDA DE CARGA:

$$J = \frac{f}{di} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{\epsilon}{Re \sqrt{f}} + \frac{K}{3,71 \times di} \right]; \quad Re = \frac{v di}{\nu}$$

COLEBROOK :

El valor de K para los tubos de PRFV, se adopta 0,03 mm.

RECOMENDACIONES DE TRANSPORTE Y MONTAJE

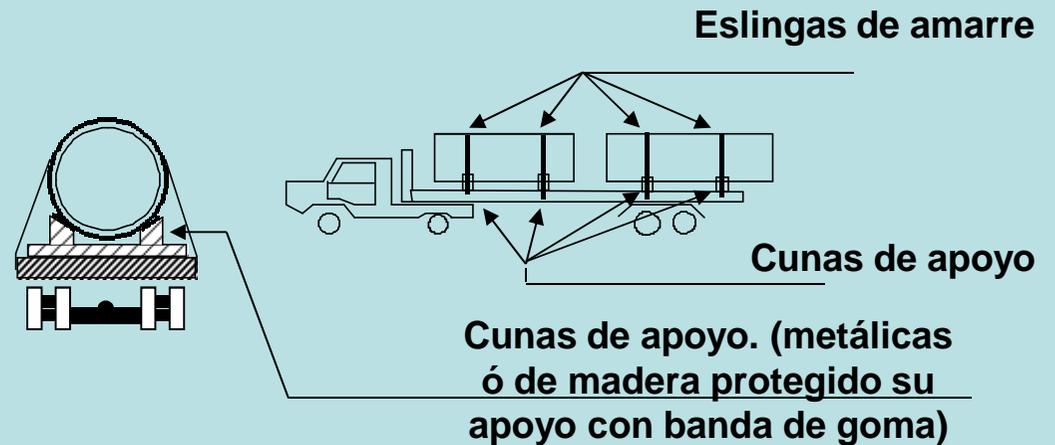


**NUEVA GUIA PRFV
MEJORA PRESTACIONES
DEL TUBO:
fija condiciones de
montaje**

TUBERÍA DE PRFV



Diam (mm)	Peso aprox (Kg) tubo 12m	Número tubos/paquete	Tubos/camión
300	160	6	36
400	200	5	25
500	260	4	16
600	400	3	9
700	700	3	9
800	850	2	4
900	1000	2	4
1000	1250	2	4
1200	1700	1	2
1400	2600	1	1
1600	3200	1	1



NO ANILLAR LA TUBERIA

CONCEPTOS A TENER EN CUENTA: EMBALAJE, AMARRES, CUNAS, PAQUETES, FLEJE

Los tubos son sensibles a los impactos y, por lo tanto, deben ser adecuadamente protegidos.

Transporte



PREFABRICADOS
DELTA S.A.



Descarga y acopio



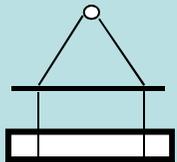
PREFABRICADOS
DELTA S.A.

**DESCARGA DE LA TUBERÍA EN PAQUETES O TUBO A TUBO,
MEDIOS CON SEGURIDAD SUFICIENTE**

**DESCARGA CON GRUAS O ELEMENTOS ADECUADOS AL PESO
DEL TUBO Ó PAQUETE, EMPLEANDO BANDA TEXTIL PARA EVITAR
DAÑOS**

ZONA DE ACOPIO LO MÁS CERCANA POSIBLE A LA DE MONTAJE

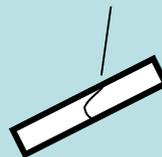
NO DEJAR CAER, GOLPEAR O HACER CHOCAR LOS TUBOS



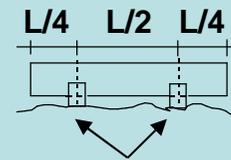
Con Palonier. SI



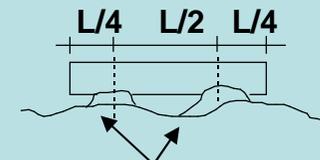
Con Eslinga . SI



AHORCADO. NUNCA



Cuna de madera



Apoyo granular

Descarga y acopio



PREFABRICADOS
DELTA S.A.





**TUBERÍA FLEXIBLE à DEPENDE DEL COMPORTAMIENTO
DEL TERRENO QUE LE RODEA**

**REALIZAR MONTAJE ACORDE A LOS PARAMETROS DE
CÁLCULO**

**POR TANTO HAY QUE CUIDAR AL MÁXIMO SU PUESTA EN
OBRA**

**UN BUEN MONTAJE: CONVERTIRA A LA TUBERÍA DE PRFV
EN UN SISTEMA FIABLE QUE NO NECESITARÁ
MANTENIMIENTO POR MUCHOS AÑOS**

Montaje

PREFABRICADOS
DELTA S.A.

HAY QUE TENER EN CUENTA

TIPO DE TUBO: Flexible

TIPO DE JUNTA: - Elástica



DIMENSIONES
ESTABILIDAD
RENDIMIENTOS
PRESENCIA AGUA

BLANDONES: aporte de material
ROCA: evitar punzonamiento
RASANTEO FONDO DE ZANJA
APORTE GRANULAR
PRESOLERA DE HORMIGÓN

JUNTA ELÁSTICA
UTILES DE MONTAJE

MATERIAL SELECCIONADO
COMPACTACIÓN MEDIOS LIGEROS



CONDICIONES DE CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE PRFV

	HT max	Rigidez	Tipo de Relleno	Grado Compactación Proctor
MÍNIMA	1,0 (m)	SN 5000-100000	Con contenido de finos entre un 70 y un 12 % (Tipo SC3)	95 %
			Con contenido de finos entre un 5 y un 12 % (Tipo SC2)	90 %
			Con contenido de finos menor del 5% (Tipo SC1)	Sin compactar
MÁXIMA	5,0 (m)	SN5000	Con contenido de finos entre un 70 y un 12 % (Tipo SC3)	Mayor de 95 %
			Con contenido de finos entre un 5 y un 12 % (Tipo SC2)	95 %
			Con contenido de finos menor del 5% (Tipo SC1)	85 %
MÁXIMA	7,0 (m)	SN10000	Con contenido de finos entre un 70 y un 12 % (Tipo SC3)	Mayor de 95 %
			Con contenido de finos entre un 5 y un 12 % (Tipo SC2)	95 %
			Con contenido de finos menor del 5% (Tipo SC1)	85 %

CATEGORIA DE RIGIDEZ DEL SUELO	CONTENIDO MAXIMO DE GRANO FINO	
SC1	5%	Material seleccionado
SC2	12%	
SC3 a	50%	Material inadecuado
SC3 b	70%	
SC4	100%	

SC1, SC2 suelos recomendables, son suelos de grano grueso con poco material fino.

SC3a son suelos de grano grueso con material fino. Menos recomendable

SC3b Y SC4 son suelos de grano fino cuya plasticidad varía entre media y nula. No son recomendables

Nota: terrenos plásticos no se deben utilizar nunca para tapar la tubería.

Montaje



PREFABRICADOS
DELTA S.A.

1º APOYO GRANULAR CON RELLENO DE ZANJA COMPACTADO



Montaje



PREFABRICADOS
DELTA S.A.

JUNTA ELÁSTICA



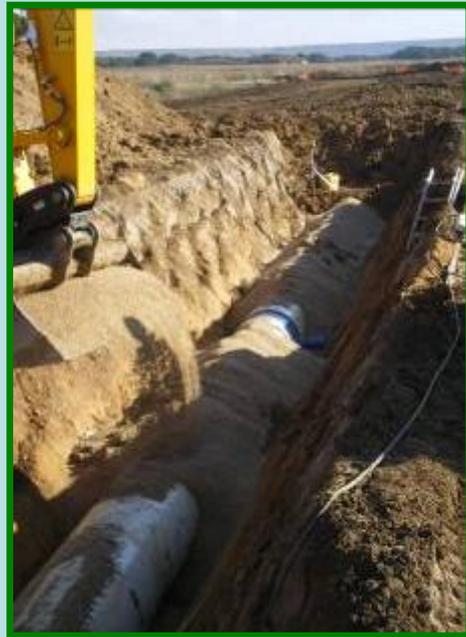


UTILES DE MONTAJE





RELLENO Y TAPADO





RELLENO Y TAPADO





PIEZAS ESPECIALES



PRUEBA TUBERÍA



PREFABRICADOS
DELTA S.A.



CONCLUSIONES



PREFABRICADOS
DELTA S.A.

- EL POLIESTER ES UN MATERIAL PLÁSTICO CUYAS CARACTERÍSTICAS VARIAN CON EL TIEMPO: EL DISEÑO DEBE SER EL CORRECTO Y BASADO EN ENSAYOS A LARGO PLAZO.
- NO SUPERAR EL RANGO DE UTILIZACIÓN
- IMPORTANTE: LOS TUBOS SON SENSIBLES A LOS IMPACTOS.
- LA TUBERÍA ES FLEXIBLE Y COMO TAL SE CALCULA: DEPENDE DEL COMPORTAMIENTO DEL TERRENO QUE LA RODEA.

CONCLUSIONES



PREFABRICADOS
DELTA S.A.

- UN CORRECTO MONTAJE ES PRIMORDIAL

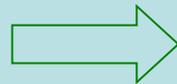
- FUNDAMENTAL:

- RELLENO



MATERIAL
GRANULAR

- UNIONES



INSTALADORES
EXPERIMENTADOS

- POR SUPUESTO:

VERIFICAR CONDICIONES DEL PROYECTO



FOTOGRAFIAS



PREFABRICADOS
DELTA S.A.



FOTOGRAFIAS



PREFABRICADOS
DELTA S.A.



FOTOGRAFIAS



PREFABRICADOS
DELTA S.A.



FOTOGRAFIAS



PREFABRICADOS
DELTA S.A.



TUBERIA PRFV



MUCHAS GRACIAS