



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



- 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

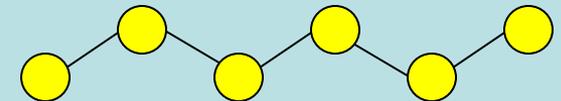
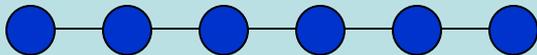


## RESINA POLIÉSTER

- 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 →  
TERMOESTABLE
- AL ENDURECER SE HA FORMADO UNA RED MÁS O MENOS ORDENADA (iso / orto)
- OTRAS RESINAS USO INDUSTRIAL: VINILESTER, BISFELONICA, EPOXI.

Mejores propiedades mecánicas  
Más resistencia química

CADENA POLIÉSTER ISOFTÁLICA



CADENA POLIÉSTER ORTÓFTÁLICA

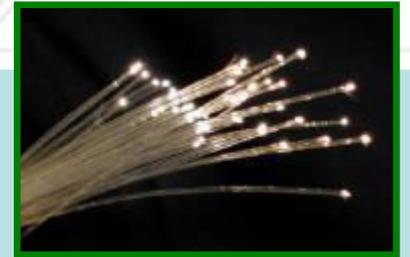


## FIBRA DE VIDRIO

### ¿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 → N° DE TEX = g / km**

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

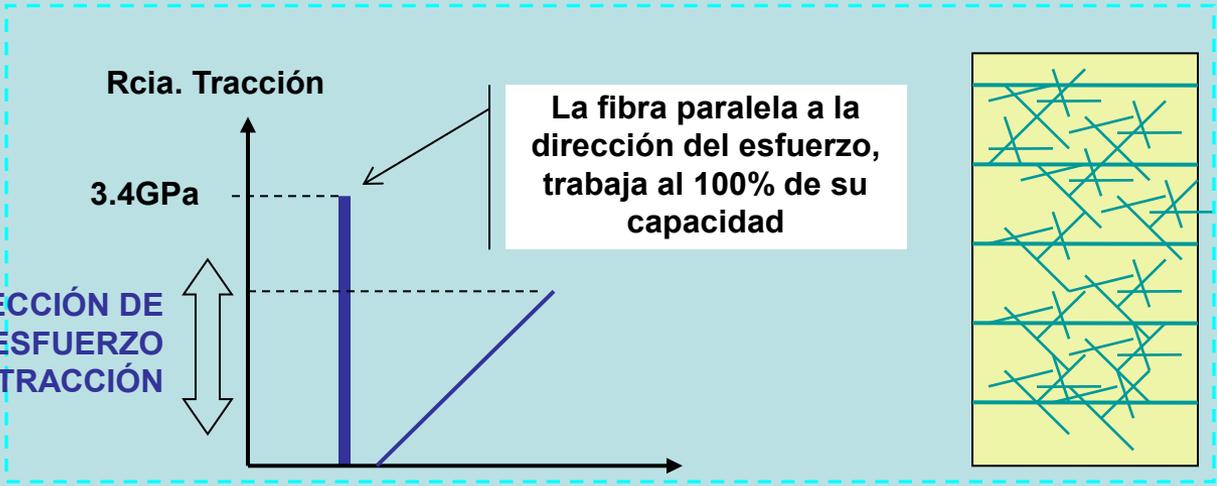
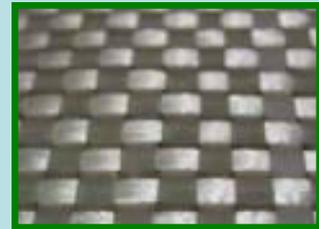


**TIPOS SEGÚN DISTRIBUCIÓN**

- 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 → RIGIDEZ
- REQUISITOS:
  - ASEGURAR COMPACIDAD PARED
    - GRANULOMETRIA
  - LIMPIEZA (AUSENCIA DE POLVO) → seguridad
  - AUSENCIA DE HUMEDAD → EL AGUA REPELE LA RESINA



# SISTEMAS DE UNIÓN



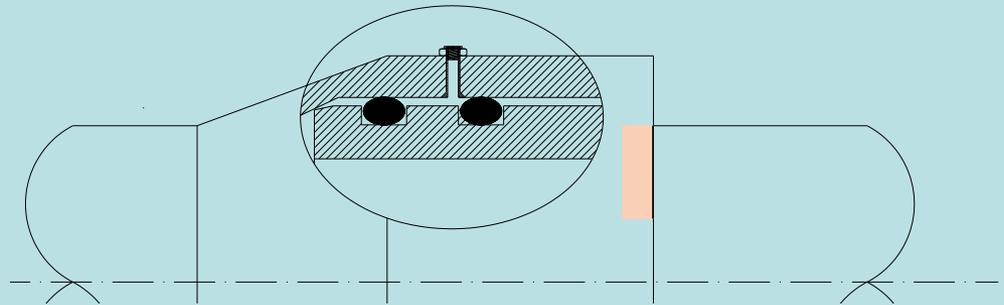
PREFABRICADOS  
DELTA S.A.

- FLEXIBLES

- MANGUITO



- ESPIGA CAMPANA



- RIGIDAS



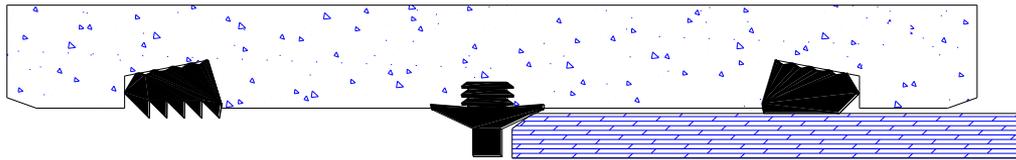
## -MANGUITOS

Se fabrican a partir de tubos mayor espesor

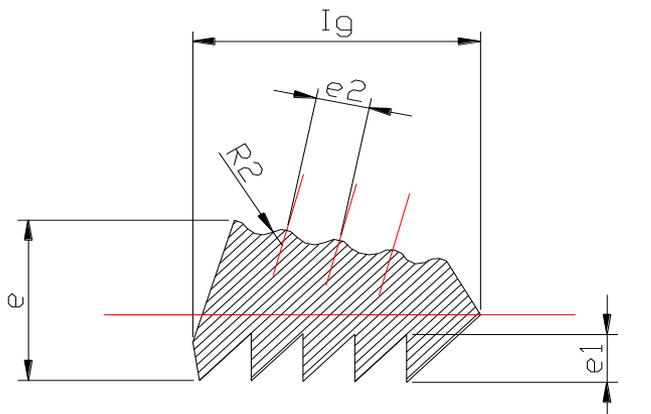
Junta REKA y STOPPER

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°

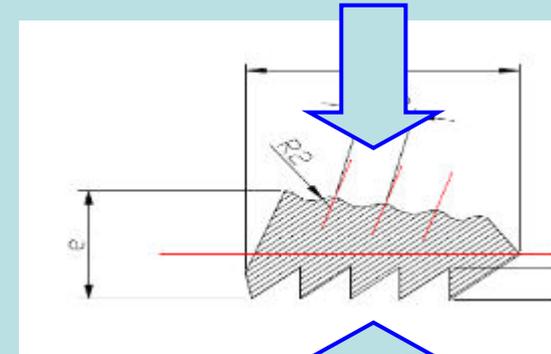


## JUNTA ELASTOMÉRICA

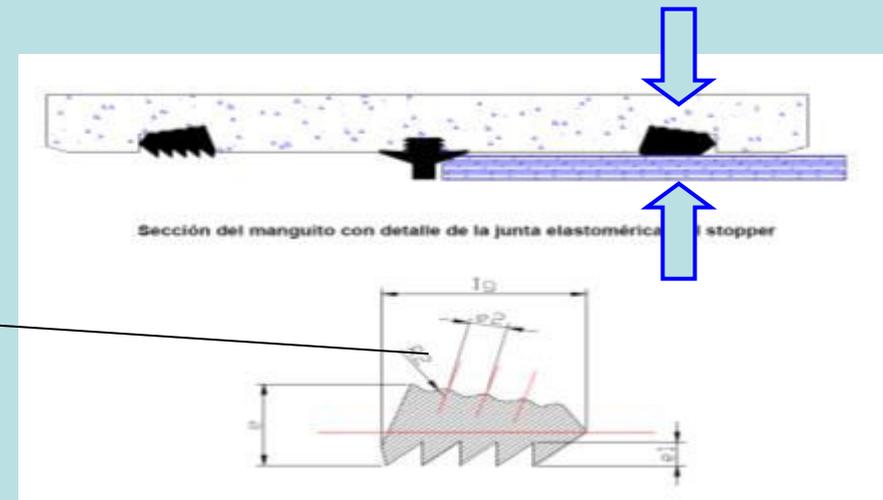
– FUNCIÓN :  
ESTANQUEIDAD → TRABAJAN A COMPRESIÓN



CONTROL DIMENSIONAL:  
ESPESOR Y DIÁMETRO  
JUNTA

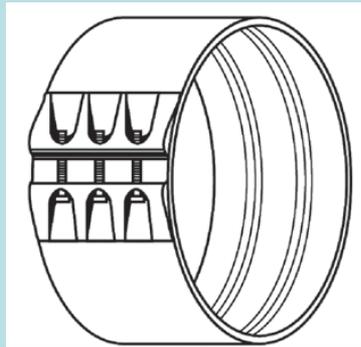


**COMPRESIÓN**

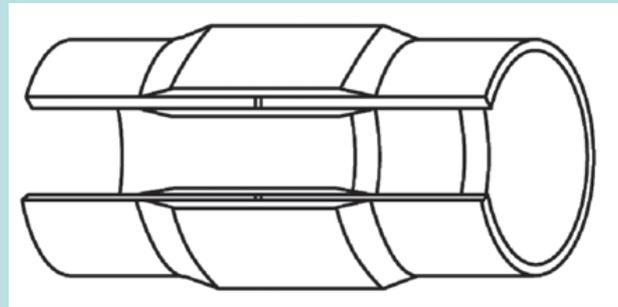




## OTROS SISTEMAS DE UNION



MECANICAS

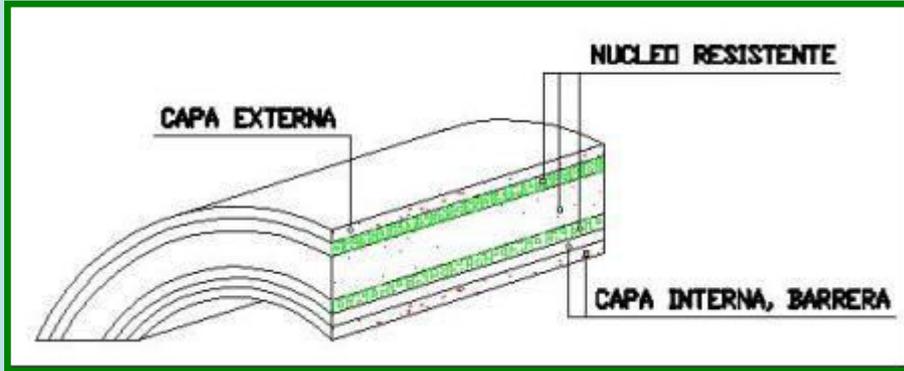


LAMINACION

# ESTRUCTURA DEL LAMINADO



PREFABRICADOS  
DELTA S.A.

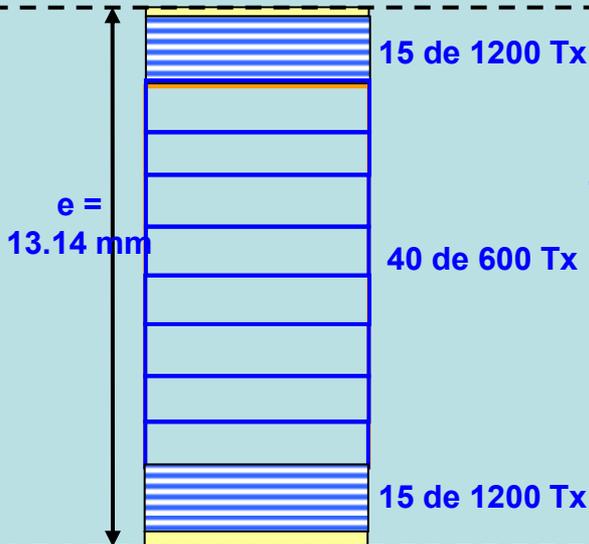


- SE DISTINGUEN TRES CAPAS:
  - LINER: CAPA INTERNA-BARRERA
  - NUCLEO RESISTENTE
  - CAPA EXTERNA

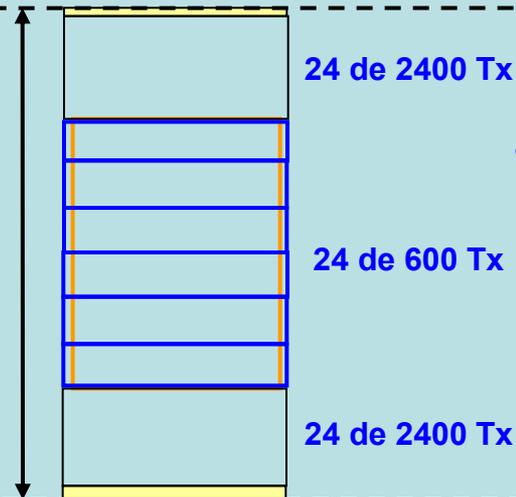
**DN 700  
PN 6 SN 5000**

**DN 700  
PN 10 SN 5000**

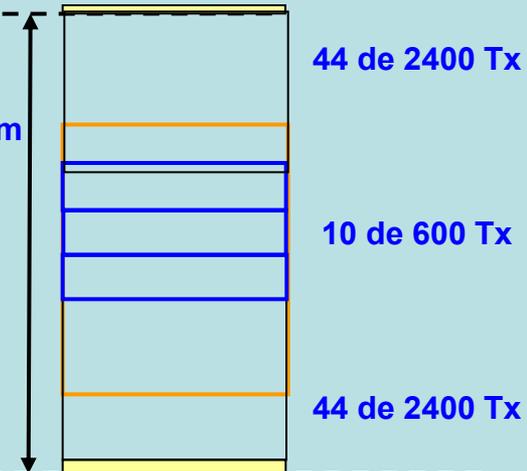
**DN 700  
PN 16 SN 5000**



$e = 11.63 \text{ mm}$



$e = 11.18 \text{ mm}$





## - METODOS DE FABRICACIÓN.

- ENROLLAMIENTO CONTINUO

- ENROLLAMIENTO HELICOIDAL CRUZADO

- CENTRIFUGACIÓN

- LAMINACIÓN MANUAL



## 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.**

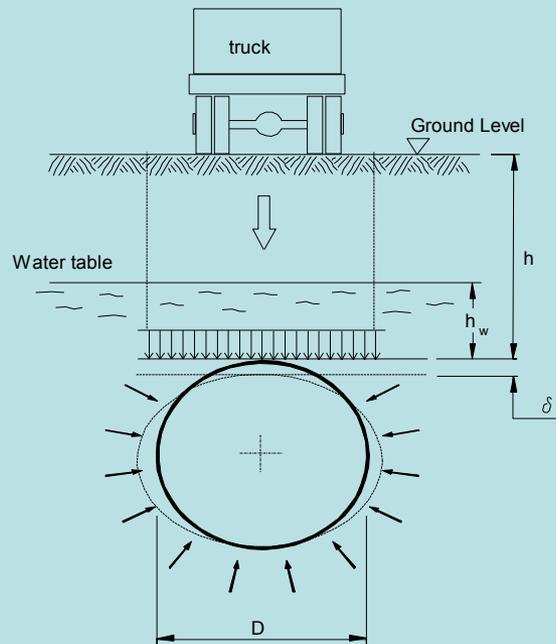
**SE PARTE DE DOS PARÁMETROS DE DISEÑO OBTENIDOS DE ENSAYOS A LARGO PLAZO:**

- 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:**

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

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} + \frac{K}{3,71 \cdot di} \right); \quad Re = \frac{v di}{\nu}$$

**COLEBROOK :**

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

## RECOMENDACIONES DE TRANSPORTE Y MONTAJE

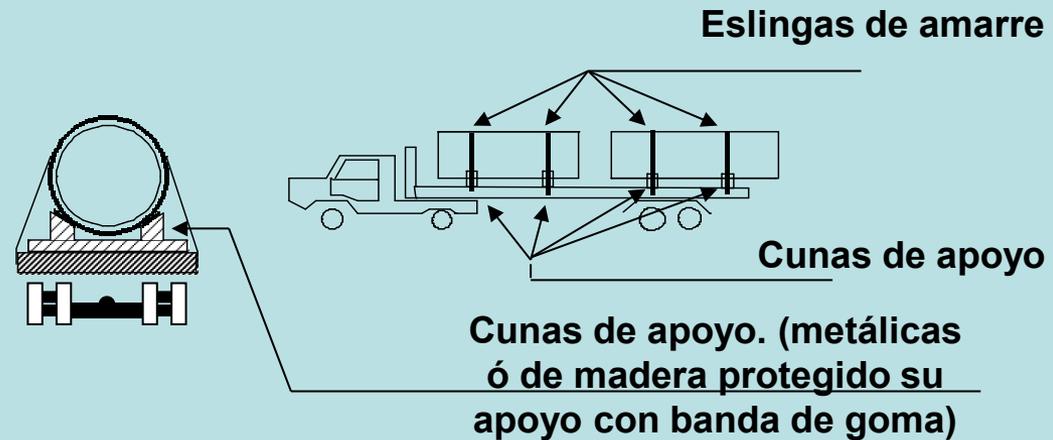


**NUEVA GUIA PRFV  
MEJORA PRESTACIONES  
DEL TUBO:  
fija condiciones de  
montaje**

**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 vulnerables a los impactos y, por lo tanto, deben ser adecuadamente protegidos.**



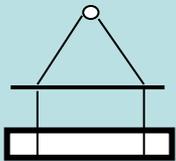


**DESCARGA DE LA TUBERÍA EN PAQUETES O TUBO A TUBO,  
MEDIOS CON SEGURIDAD SUFICIENTE**

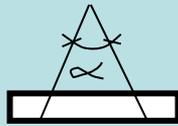
**DESCARGA CON GRUAS O ELEMENTOS ADECUADOS AL PESO  
DEL TUBO Ó PAQUETE, EMPLEANDO BANDA TEXTIL PARA EVITAR  
DAÑOS**

**ZONA DE ACOPIO LO MÁS CERCANA POSIBLE A LA DE MONTAJE**

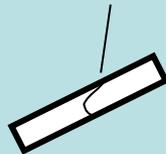
**NO DEJAR CAER, GOLPEAR O HACER CHOCAR LOS TUBOS**



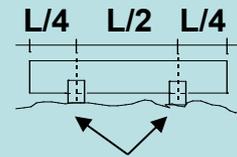
Con Palonier. SI



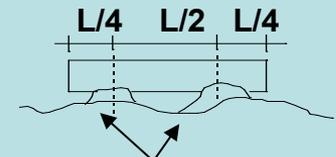
Con Eslinga . SI



AHORCADO. NUNCA



Cuna de madera



Apoyo granular

# Descarga y acopio



PREFABRICADOS  
DELTA S.A.





**TUBERÍA FLEXIBLE → 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**



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.



## 1° APOYO GRANULAR CON RELLENO DE ZANJA COMPACTADO





## JUNTA ELÁSTICA





## UTILES DE MONTAJE



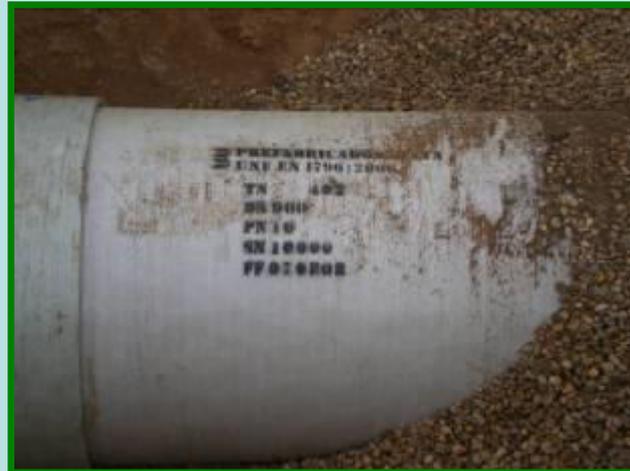


## RELLENO Y TAPADO





## RELLENO Y TAPADO





## PIEZAS ESPECIALES



# PRUEBA TUBERÍA



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.



- UN CORRECTO MONTAJE ES PRIMORDIAL

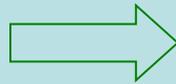
- FUNDAMENTAL:

- RELLENO



MATERIAL  
GRANULAR

- UNIONES



INSTALADORES  
EXPERIMENTADOS

- POR SUPUESTO:

VERIFICAR CONDICIONES DEL PROYECTO













PREFABRICADOS  
DELTA S.A.

# TUBERIA PRFV



MUCHAS GRACIAS