



## **O-tek. Tubería GRP Flowtite para PipeJacking**

Autor: Sergio Nauffal Monsalve

### **1. RESUMEN**

Las tuberías Flowtite se caracterizan por la gran investigación que hay detrás de ellas. Flowtite es la culminación de la intensa innovación, la investigación y las pruebas - una y otra vez, año tras año. Nuestro centro de tecnología de Flowtite en Noruega tiene el laboratorio más grande y más moderno del mundo para el desarrollo y la prueba de tubos del GRP. Nunca dejaremos de desarrollar Flowtite, y nunca dejaremos de mantenerlo por delante de la competencia.

En América Latina, O-tek, una compañía 100% colombiana perteneciente a la familia Orbis (Pintuco, Andercol, Mundial), se encarga de la fabricación de la tubería Flowtite, tecnología de última generación para el transporte de agua. Uno de sus principales productos es la tubería en Poliestier Reforzado en Fibra de Vidrio o GRP para micro-tunelería o pipejacking, siendo el principal referente mundial en esta aplicación.

### **2. INTRODUCCION**

El crecimiento actual de áreas urbanizadas algunas veces hace impráctico realizar instalación de tuberías a zanja abierta para reemplazar o renovar líneas existentes. En tales casos, las tecnologías sin zanja “trenchless” son una excelente opción; dentro de estas tecnologías está el proceso de micro - tunelería que consiste en realizar una perforación en el terreno y empujar tubería dentro de la excavación realizada; este procedimiento es ideal para cruces con vías y ferrocarriles.

La tecnología Flowtite permite fabricar tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP, por sus siglas en inglés (Glass Reinforced Pipe), con especificaciones que se ajustan a los requerimientos particulares del proyecto, y con la posibilidad de fabricar diferentes diámetros internos y externos, longitudes y espesores de pared. Flowtite Technology puede diseñar las dimensiones y resistencia mecánica óptimas que se ajusten a los requerimientos de los equipos y maquinas tuneladoras.

Flowtite Technology es una de las tecnologías líderes en el mercado de tuberías GRP a nivel mundial, satisfaciendo por más de 50 años las necesidades de los mercados de conducción de agua y saneamiento. Flowtite Technology hace parte del grupo Árabe Amiantit unos de los líderes en el mercado de tuberías a nivel mundial.

Las tuberías GRP Flowtite para Jacking están disponibles en un amplio rango de diámetros y dimensiones estándar y también se tienen disponibles diseños especiales de acuerdo a los requerimientos del cliente; y son fabricadas en América, Asia, Europa, Oceanía y Africa,

### **3. APLICACIONES Y USOS**

La tubería GRP para jacking es comúnmente usada en las siguientes aplicaciones en cruces subterráneos y sub acuáticos para:

- Construcción de líneas de acueducto y alcantarillado (Sin zanja)

- Líneas de tubería industriales (petróleo, químico, gas, etc)
- Líneas de electricidad y telecomunicaciones
- Emisarios Submarinos

#### 4. PROCEDIMIENTO DE FABRICACION

La tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio, GRP por sus siglas en inglés (Glass Reinforced Pipe) es producida usando dos procedimientos básicos: Proceso de enrollamiento continuo y proceso centrifugado; estos dos procedimientos permiten fabricar tubería GRP con características y ventajas para todo tipo de aplicación, cumpliendo con los requerimientos de propiedades mecánicas definidas en las normas ISO, AWWA, y ASTM.

##### Método de Enrollamiento continuo: (Filament Winding)

Es un proceso por el cual se aplican refuerzos de fibra de vidrio continuo impregnados con resina en un mandril que sirve como molde y define el diámetro interno del tubo; el mandril está compuesto por una banda continua de acero soportada en vigas de acero, conformando una sección circular que se mueve a una velocidad definida. La repetida aplicación de las fibras de vidrio impregnadas con resina van conformando una pared estructural del espesor requerido. Fibras de vidrio cortadas y arena con granulometría especial y aditivos químicos son incorporadas al proceso con el fin de mejorar las propiedades de resistencia mecánica y acelerar el proceso de curado. Después del proceso de curado el tubo está listo para ser cortado de la longitud requerida y para realizar las pruebas hidrostáticas y de calidad.

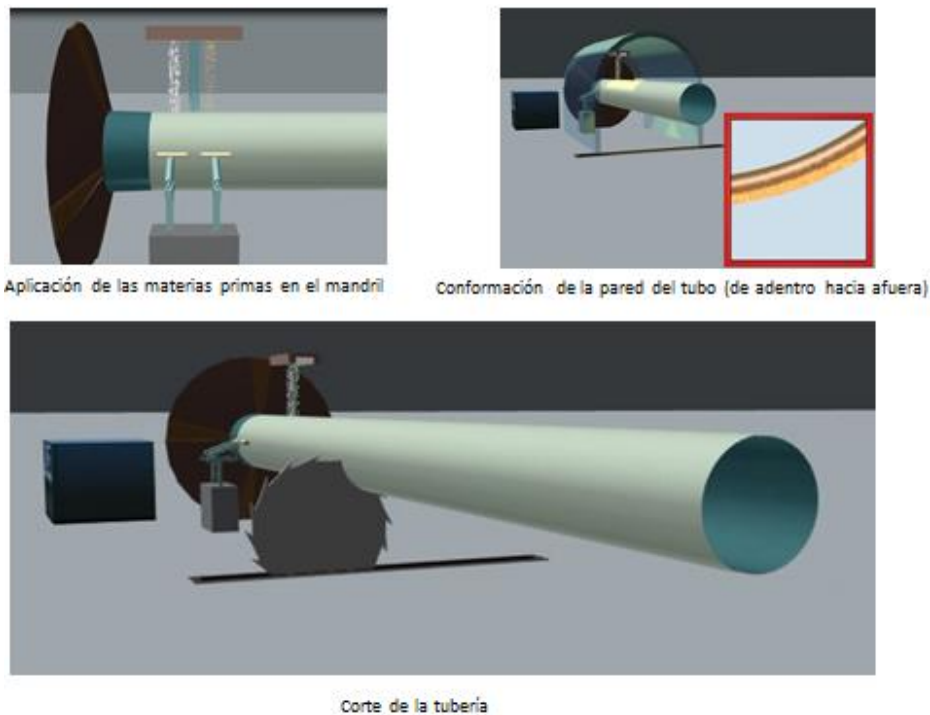


Figura 1. Proceso de fabricación por el método de Enrollamiento continuo (Continuous Filament Winding)



Figura 2. Conformación de la pared del tubo. (Continuous Filament Winding)

La tubería Flowtite está conformada básicamente por: Resina de Poliéster, Fibra de vidrio, Arena Sílice. La composición puede ser modificada para cumplir con propiedades específicas de Rigidez y Fuerza de Empuje dando como resultado en un tubo con: excelente resistencia química, alta resistencia a la compresión axial y circunferencial y alta rigidez.

## 5. RANGO DE PRODUCTO DISPONIBLE

La tubería GRP para jacking está disponible en el siguiente rango de diámetro, clase de rigidez y Fuerza de empuje:

Diámetro nominal: DN300 – DN2500 mm

Presion nominal: PN1 – PN16 Bar

Clase de rigidez: SN20.000 – SN1.000.000 N/m<sup>2</sup>

Fuerza de empuje: 30 – 1000 Ton

Longitud unitaria: 2,3, 6 m (otras longitudes disponibles según requerimiento)

### Diámetros estándar disponibles (serie de diámetros externos) (mm)

376	401	427	501	550	616	650
718	752	820	860	924	960	1026
1099	1229	1280	1348	1434	1499	1535
1638	1720	1842	1940	2046		

(Serie de Diámetros internos también disponible bajo pedido)

(Diámetros mayores también disponibles bajo pedido)

La tubería Flowtite puede adecuarse al requerimiento de diámetro interno y externo de acuerdo a las necesidades del equipo o máquina tuneladora.

### Clases de rigidez estándar disponibles (N/m<sup>2</sup>)

32 000	40 000	50 000	64 000	80 000	100 000
128 000	160 000	200 000	320 000	640 000	1 000 000

Longitudes de fabricación estándar: 3, 4, 5 o 6 m (Otras longitudes disponibles bajo pedido)

Nota: se puede hacer el diseño del tubo a la medida, en función de la Fuerza de empuje requerida para el proyecto.

## 6. PARÁMETROS DE DISEÑO MECÁNICO DE LA TUBERÍA GRP FLOWTITE

Los parámetros mecánicos de la tubería Flowtite pueden variar dependiendo de la clase de rigidez y la fuerza de empuje. Los siguientes parámetros son indicativos y deben ser verificados para cada proyecto particular.

Parámetro	Valor
Densidad del material	2000-2100 Kg/m <sup>3</sup>
Esfuerzo de compresión axial	90 MPa
Modulo de flexión tangencial	6.000- 15.000 MPa
Factor de seguridad para fuerza de empuje	3,50

## 7. NORMAS Y CONTROL DE CALIDAD

Las tuberías de GRP Flowtite a ser instaladas mediante la metodología de Pipe Jacking, cumple con los requisitos descritos en la norma ISO 25780 “Plastics piping systems for pressure and non-pressure water supply, irrigation, drainage or sewerage — Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin — Pipes with flexible joints intended to be installed using jacking techniques”.

Además de la norma ISO 25780, que es específica para aplicación en tuberías para pipe jacking, las tuberías Flowtite están diseñadas para cumplir con las normas ASTM, AWWA e ISO.

## 8. TIPOS DE UNION

La tubería GRP Flowtite está disponible con los siguientes tipos de unión:

### Acople de acero inoxidable (SE Coupling)

Acople de acero inoxidable con sello elastomérico integrado en todo al ancho del acople (Flujo a presión (PN10) y gravedad (PN1))

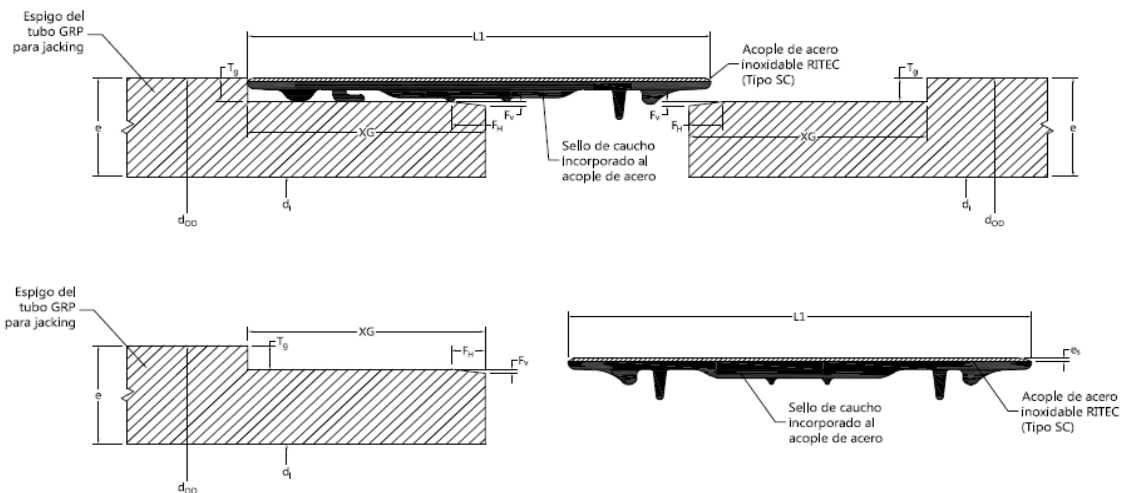




Figura 3. Detalles de la union en acero inoxidable tipo SE

Acople de GRP (GR Coupling):

Acople hecho en GRP con diámetro interno que se ajusta al empaque elastomérico instalado en una ranura en los espigos del tubo (Flujo a presión (PN6) y gravedad (PN1))

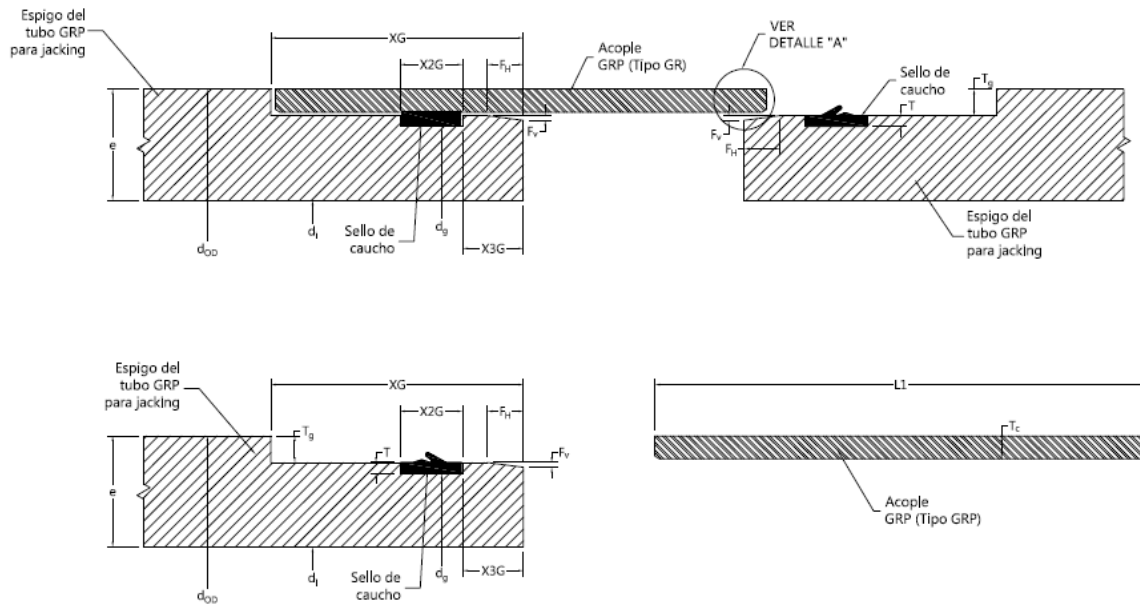


Figura 4. Detalles de la union en GRP tipo GR

## 9. ELEMENTOS ADICIONALES A PROVEER

Tubo especial para colocación de estaciones intermedias de Hincado

Con el fin de disminuir las cargas aplicadas por los gatos hidráulicos a la tubería, se utilizan estaciones intermedias con gatos hidráulicos ubicadas entre la cámara de lanzamiento y la máquina tuneladora. Las estaciones intermedias también permiten reducir las fuerzas de reacción de los gatos en la cámara de lanzamiento.

En el caso que el proyectista determine la utilización de estaciones intermedias, se debe diseñar un tubo especial en GRP (tráiler pipe) acorde a dicha estación de empuje. Dicho tubo tiene las mismas características mecánicas que el resto de las tuberías utilizadas para pipe jacking.

En este tubo especial, el espigo en contacto con la estación intermedia de empuje, tiene una longitud de maquinado de mayor longitud, de manera que pueda permitir del desplazamiento de la estación intermedia. Además, dicho espigo, cuenta con doble aro de sello hidráulico, entre los cuales se colocan de puertos de lubricación. El tamaño máximo de dichos puertos es de 12,7 mm ( $\frac{1}{2}$ "") de diámetro.

La geometría del espigo del tubo para la colocación de estaciones intermedias, está diseñada de tal manera, que en la sección de menor área de dichos espigos la fuerza admisible de empuje sea igual o superior al resto de la tuberías del sistema.

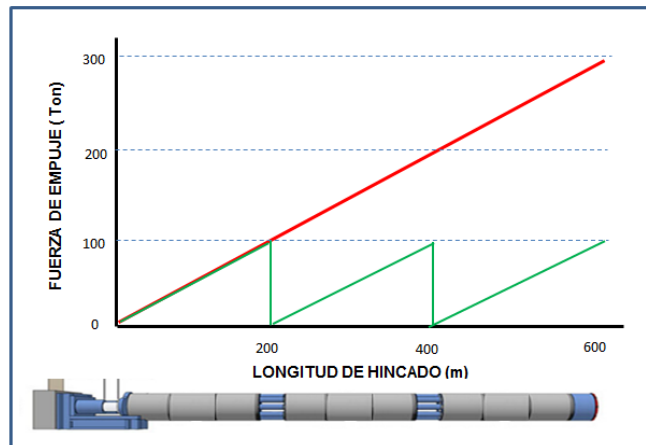


Figura 5. Comportamiento de la fuerza de empuje a lo largo del tramo con el uso de IJS

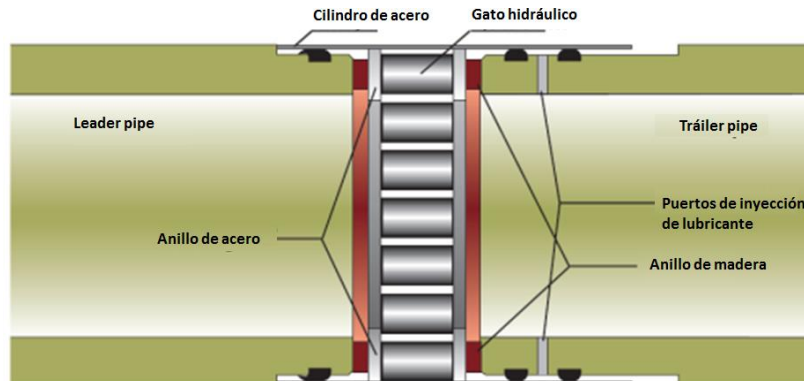


Figura 6. Configuración de la estación intermedia



Tráiler Pipe en GRP



Ranuras para sellos y puerto de lubricación en Trailer pipe

Figura 7. Tubo especial para estación intermedia (Tráiler Pipe)

### Puertos de inyección para bentonita

Con el fin de reducir la fricción entre el suelo circundante y la superficie exterior del tubo durante el proceso de hincado, se utilizan puertos de inyección de lubricante (normalmente bentonita). En caso de que el proyectista especifique la colocación de lodos bentónicos entre la superficie exterior del tubo y la cavidad del túnel, la tubería deberá contar con puertos de inyección a lo largo de su longitud reduciendo la fricción suelo-tubo. Los dispositivos para los puertos de inyección deben ser instalados en fábrica, y deben contar con un sistema de sellado hermético removible.

Dichos puertos, deben ser acero inoxidable o de materiales plásticos, los cuales no se vean afectados por los fluidos a conducir por la tubería. Los puertos de inyección para las tuberías Flowtite son fabricados en PVC o Polietileno UHMV (Ultra High Molecular Weight). Los puertos normalmente son fabricados de 1" de diámetro y permiten conectar el sistema de inyección del lubricante.



Figura 8 Detalle del puerto de inyección

### Anillos de madera para distribución del esfuerzo de empuje

Con la finalidad que entre tubos contiguos exista una transmisión uniforme de la fuerza de empuje, se deberá interponer entre tubos adyacentes un anillo de madera del tipo MDF.

Dicho anillo tendrá un espesor mínimo de 12,7 mm. (1/2"), y deberá abarcar todo el espesor de la espiga. El anillo de madera podrá ser provisto en partes, pero la suma de las secciones deberá cubrir toda el área exterior del frente de la tubería.



Figura 9. Detalle de los anillos de madera en el espigo para distribución de esfuerzos

## 10. EXPERIENCIA OTEK EN SUMINISTRO DE TUBERÍAS PARA JACKING

Otek es la empresa líder en Latinoamérica en la producción de sistemas de tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (GRP). Sus accionistas principales son los Grupos: Orbis. (a través de su holding O-tek) y Amiantit quienes son los líderes en producción de tubos de GRP en Latinoamérica y el mundo respectivamente. Ambos grupos poseen fabricas que producen los insumos básicos (resina y fibra de vidrio) con los que se fabrican los tubos de GRP consolidando así una tecnología que asegura la mayor confiabilidad y relación costo/beneficio para el cliente.

Por medio de esta unión se desarrolla una marca que brinda total confianza a contratistas, constructores y operadores; con superiores procesos en operación, manufactura, comercial y asistencia técnica. Desde el punto de vista comercial se incorporan las mejores prácticas, creando así una relación estrecha y de confianza con los clientes que, sumado a una sólida experiencia para operar en América Latina, genera una gran ventaja competitiva.

Flowtite es el producto líder de Otek para aplicaciones de agua, alcantarillado e industriales. Los sistemas de tuberías de GRP (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) representan una solución de bajo costo para muchos proyectos. Estas tuberías tienen una larga vida útil, no se corroen y poseen una comprobada resistencia a los ambientes agresivos propios de los sistemas de agua y alcantarillado.

### Experiencia OTEK

Otek ha suministrado tubería y accesorios GRP para Latinoamérica desde hace ya más de 20 años en todo tipo de aplicaciones para más de 900 proyectos y con más de 2000 Km de tubería: Para el caso de tuberías para Jacking, por tratarse de un mercado relativamente nuevo en su aplicación con tuberías GRP en Latinoamérica, la experiencia es reciente; como caso representativo se está terminando actualmente el suministro de 3700 m de tubería DN1250 mm para el Colector Cloacal Estanislao del Campo, Buenos Aires – Argentina y se está ejecutando el colector de la calle 94 para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.



Colector Calle 94 Bogotá



Longitud: 1,1 Km  
DN: 960 – 1226 mm  
PN: 1  
SN: 30.000 – 100.000  
Año : 2017

Colector Estanislao Buenos Aires



Longitud: 3,7 Km  
DN: 1000 mm  
PN: 1  
SN: 67.000  
Año : 2017

Colector Tigre 3CBuenos Aires



Longitud: 3,1 Km  
DN: 1100 mm  
PN: 1  
SN: 80.000  
Año : 2017

Experiencia mundial Flowtite en Pipe Jacking

Flowtite, a través de sus más de 18 plantas de producción en diferentes países del mundo, ha suministrado tubería y accesorios GRP para Jacking en Europa, Asia, Africa y Oceanía; hasta la fecha son más de 32 Km y más de 80 Km de tubería para esta aplicación y en diámetros que van desde 300 mm hasta 2000 mm.

A continuación se relacionan los proyectos más relevantes en los cuales se ha suministrado tubería GRP con tecnología Flowtite para proyectos de Jacking.



## 7. REFERENCIAS

Guia de Producto Tuberia GRP Flowtite

[Http://www.flowtite.com](http://www.flowtite.com)