


PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA





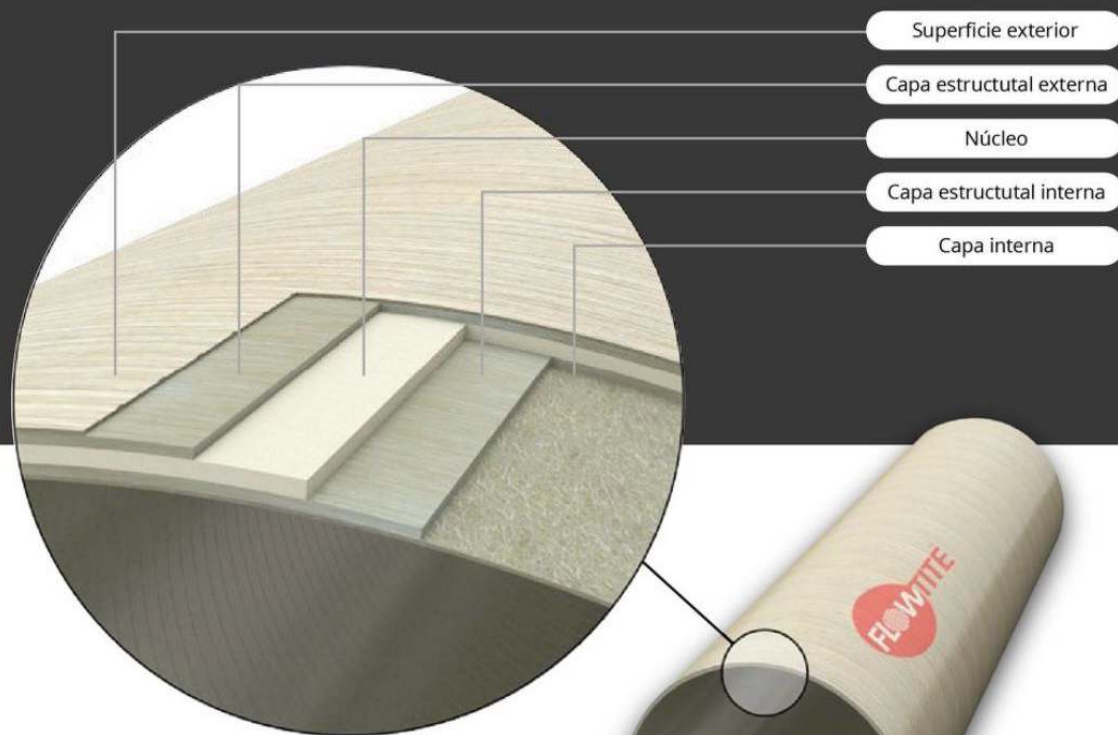
DESAFÍOS Y SOLUCIONES DE ALTO
DESEMPEÑO EN PIPE JACKING EN PRFV
O-TEK LATINOAMÉRICA



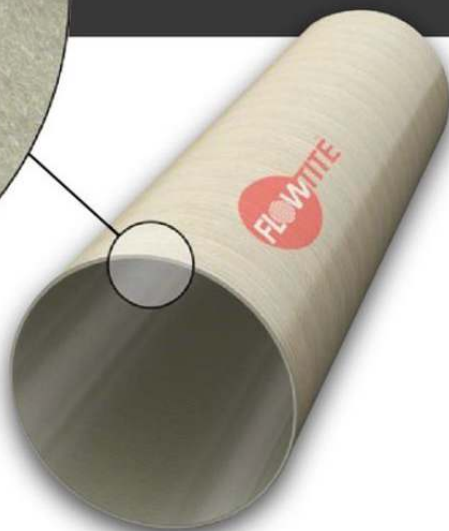


Poliéster
Reforzado con
Fibra de
Vidrio

¿Cómo están compuestas las tuberías de **GRP / PRFV**?



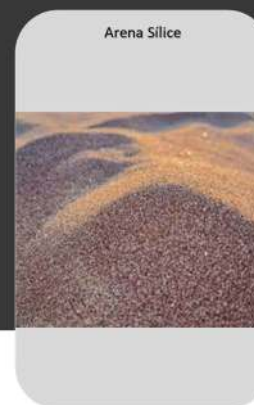
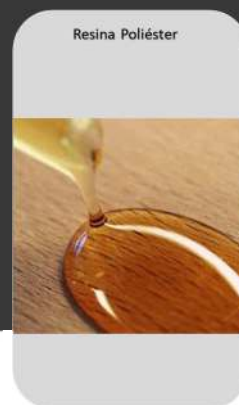
El laminado estructural ofrece **resistencia** y **estabilidad**



La tubería **Flowtite** fabricada por **O-TEK** está conformada por:

- Resina de Poliéster (Vinilester)
- Fibra de vidrio
- Arena Sílice

La composición puede ser modificada para cumplir con propiedades específicas de **resistencia a la presión** interna y **Rigidez** a cargas externas.



Resultado en un tubo con:

- Excelente resistencia química
- Alta resistencia a la tensión axial y circunferencial
- Alta Rigidez
- Superficie interna más lisa

1. Flowtite Pressure Pipes

Acueductos, Sistemas de Riego,
Centrales Hidroeléctricas.



2. Flowtite Grey

Alta resistencia al impacto.
Para todas las aplicaciones a presión
y gravedad.



3. Flowtite Sewer Pipes

Recubrimiento interno flexible
con mayor resistencia al
water jet cleaning y corrosión.
Alcantarillado / Cloaca y
Sistemas de Aguas Lluvias.



4. Flowtite Jacking Pipes

Para Microtunelería e Hincado
en aplicaciones a gravedad
y presión.
Cualquier diámetro y longitud.



5. Flowtite Biaxial Pipes

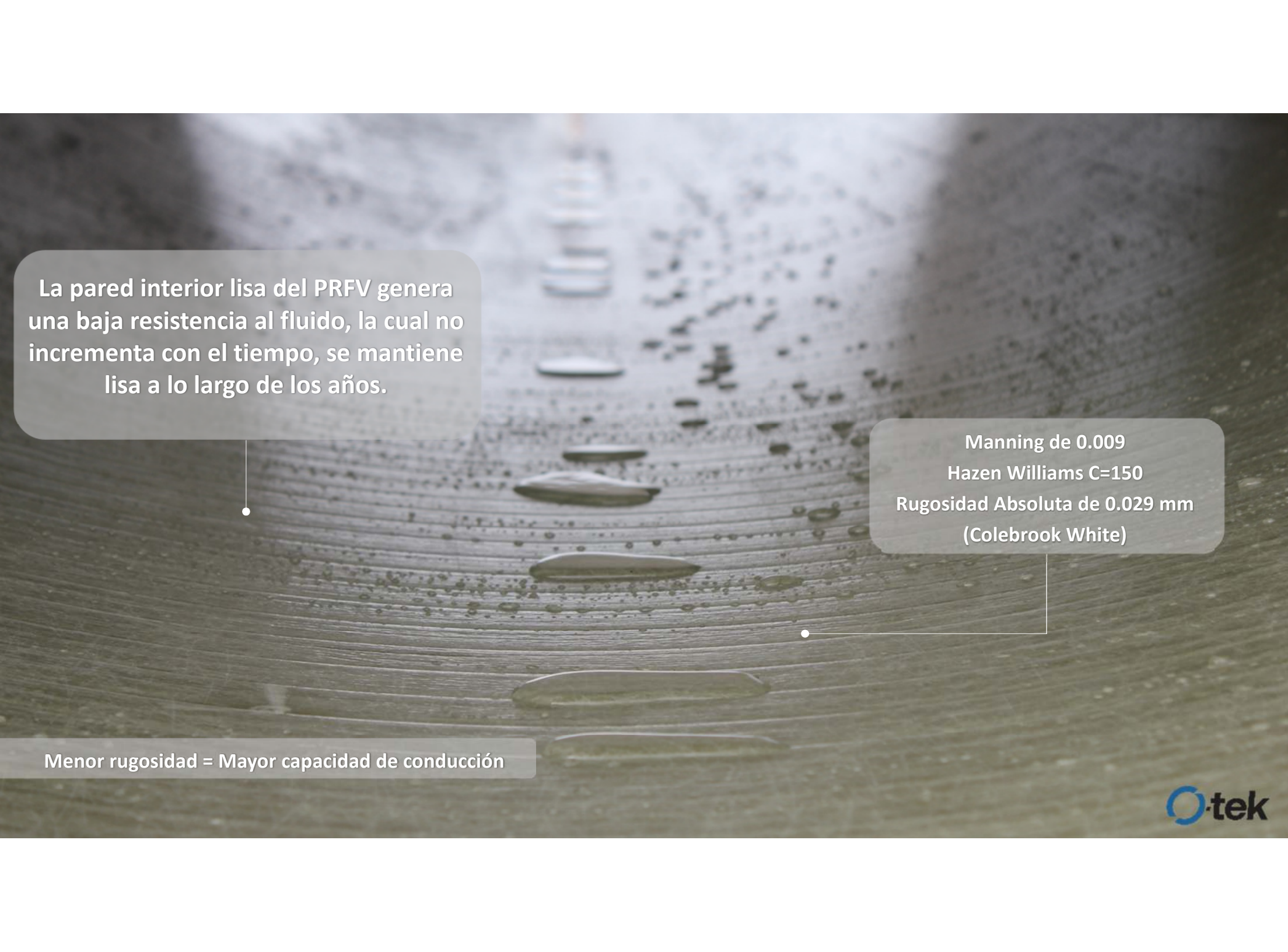
Resistencia axial elevada.
Sistemas de Refrigeración,
Desalinización y otros Sistemas Industriales.



6. Flowtite Orange

Resistencia extrema al desgaste
Redes Pluviales y Minería.





La pared interior lisa del PRFV genera una baja resistencia al fluido, la cual no incrementa con el tiempo, se mantiene lisa a lo largo de los años.

Manning de 0.009
Hazen Williams C=150
Rugosidad Absoluta de 0.029 mm
(Colebrook White)

Menor rugosidad = Mayor capacidad de conducción

VENTAJAS DE LAS METODOLOGIAS DE INSTALACIÓN SIN ZANJA ABIERTA

Mínima interrupción del tránsito.
Bajo impacto urbano



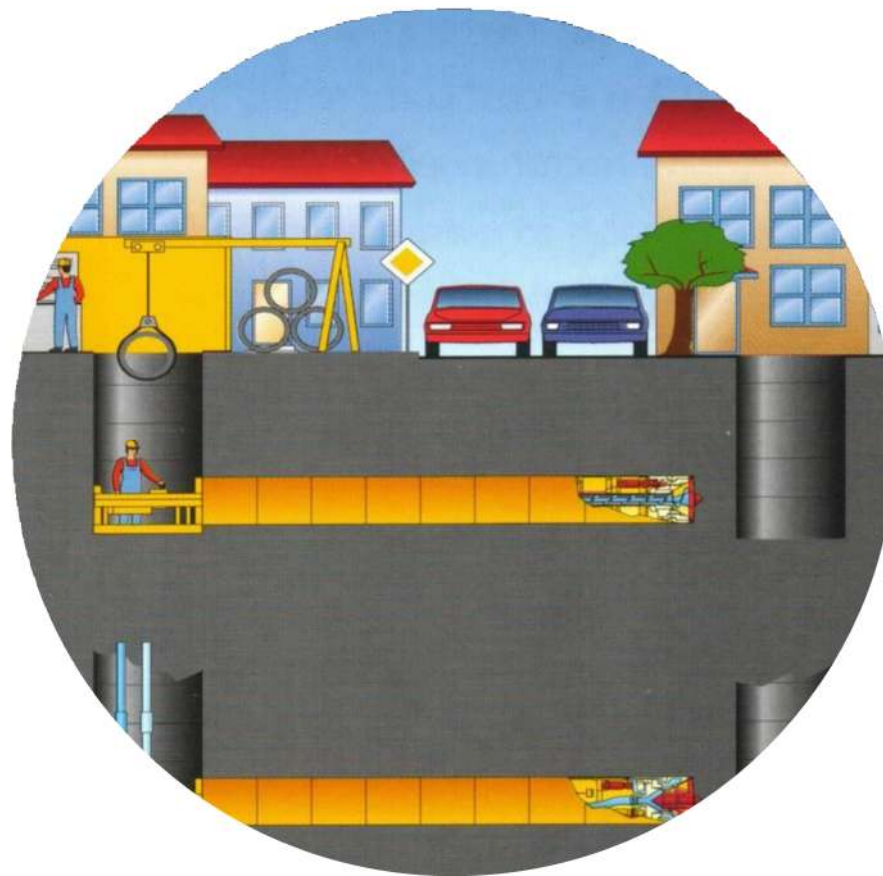
Disminuye los costos



Instalación de largos tramos de tubería en
suelos tanto cohesivos como no cohesivos



Permite instalaciones en áreas inaccesibles. No hay
interferencia con otros servicios.





CLASIFICACION TECNOLOGIAS SIN ZANJA

	Diámetros Chicos	Diámetros Grandes	Permite el Ingreso	Guiado	Suelos Blandos	Suelos Duros	Apto PRFV
Pipe Jacking	✓	✓	✓	✓	✓	✓	⌚
Auger Boring	✓	✗	✗	⚠	✓	⚠	⌚
Pipe Direct	✓	⚠	✓	✓	✓	✓	
HDD	✓	✗	✗	✓	✓	⚠	
Pipe Ramming	✓	⚠	✗	✗	✓	✗	
Tunnel Liner	✗	✓	✓	⚠	✗	✓	⌚
Pipe Bursting	✓	✗	✗	⚠	✓	✗	⌚
Overdrill	✓	✗	⚠	⚠	✓	✗	⌚

INSTALACIÓN CON ZANJA VS. SIN ZANJA

Zanja Abierta



Sin Zanja



TUNNEL LINER

Caso La Dulcera

Pozo de trabajo



Descargue de tubería



Almacenamiento de tubería



Canalización de la Quebrada La Dulcera en la ciudad de Pereira en tres tramos para la etapa I de 168,3m DN 1400 y 1900.



TUNNEL LINER

Caso La Dulcera

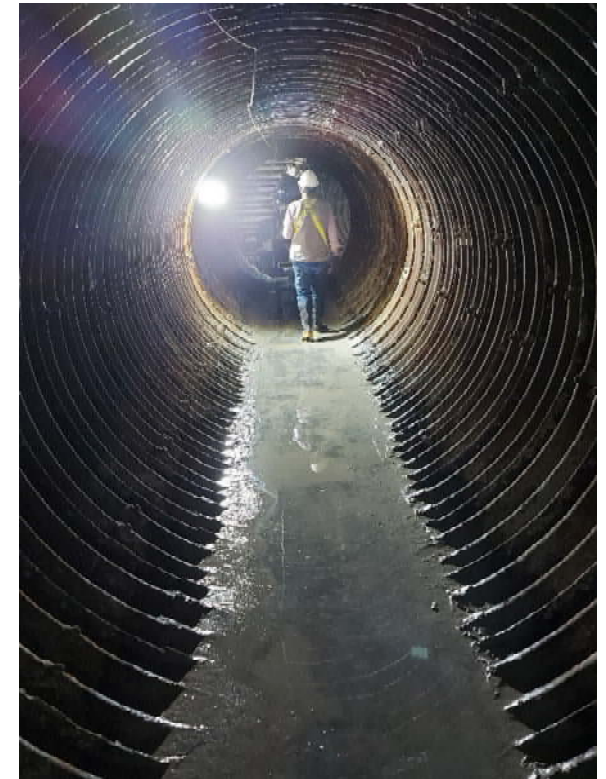
Excavaciones de pozos



Encamisado metálico



Piso de nivelación



TUNNEL LINER

Caso La Dulcera

Ingreso de tubería en túnel



Ensamble de tubería





Inyección de mortero fluido



Tubería instalada

SLIPLINING

Caso Villa Estrella



Condiciones generales



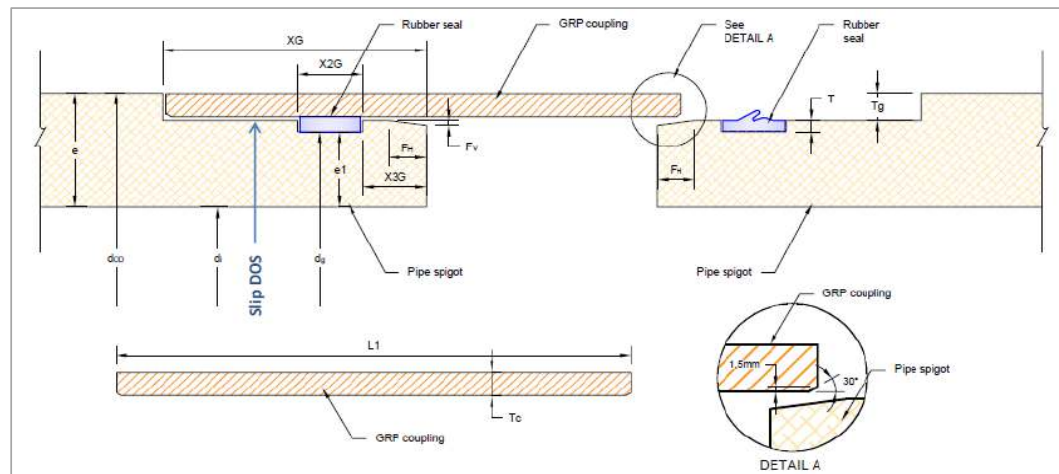
- Ubicación: Cartagena
- Cliente: Acuacar
- DN: 1600
- PN: 1

Cámara de lanzamiento

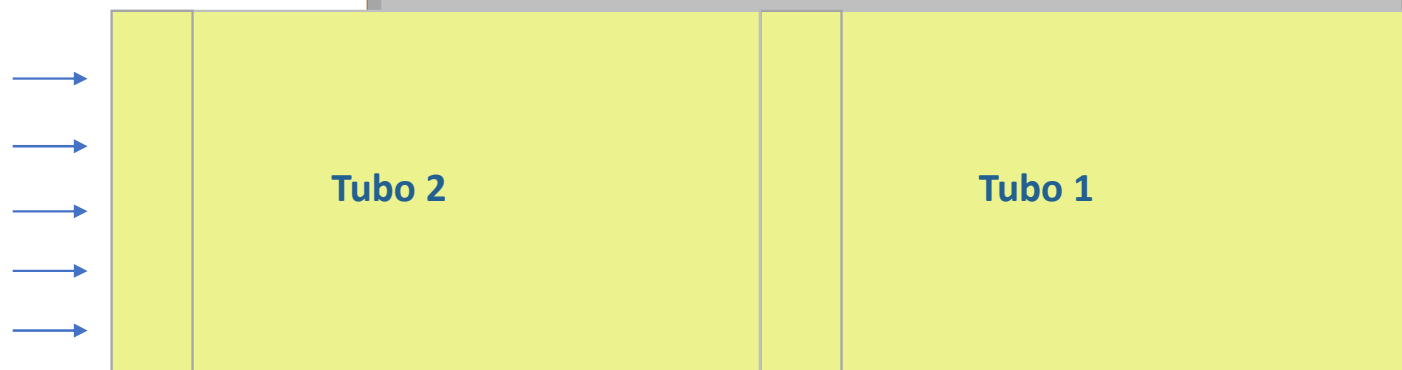


- SN: 10000
- Longitud: 450 mt.
- Longitud por tubo: 3m
- Año 2019

SLIPLINING



Tubería Existente



Cámara de lanzamiento



SLIPLINING

Caso Villa Estrella

Filtro de carbón para control de gases



Tapón para control de agua



Estructura para empuje de tubería



SLIPLINING
Caso Villa Estrella

Posicionamiento de tubería y estructura para empuje



Empuje de tubería con maquinaria



SLIPLINING

Caso Villa Estrella

Posicionamiento de tubería y estructura
para empuje



Empuje de tubería con
maquinaria

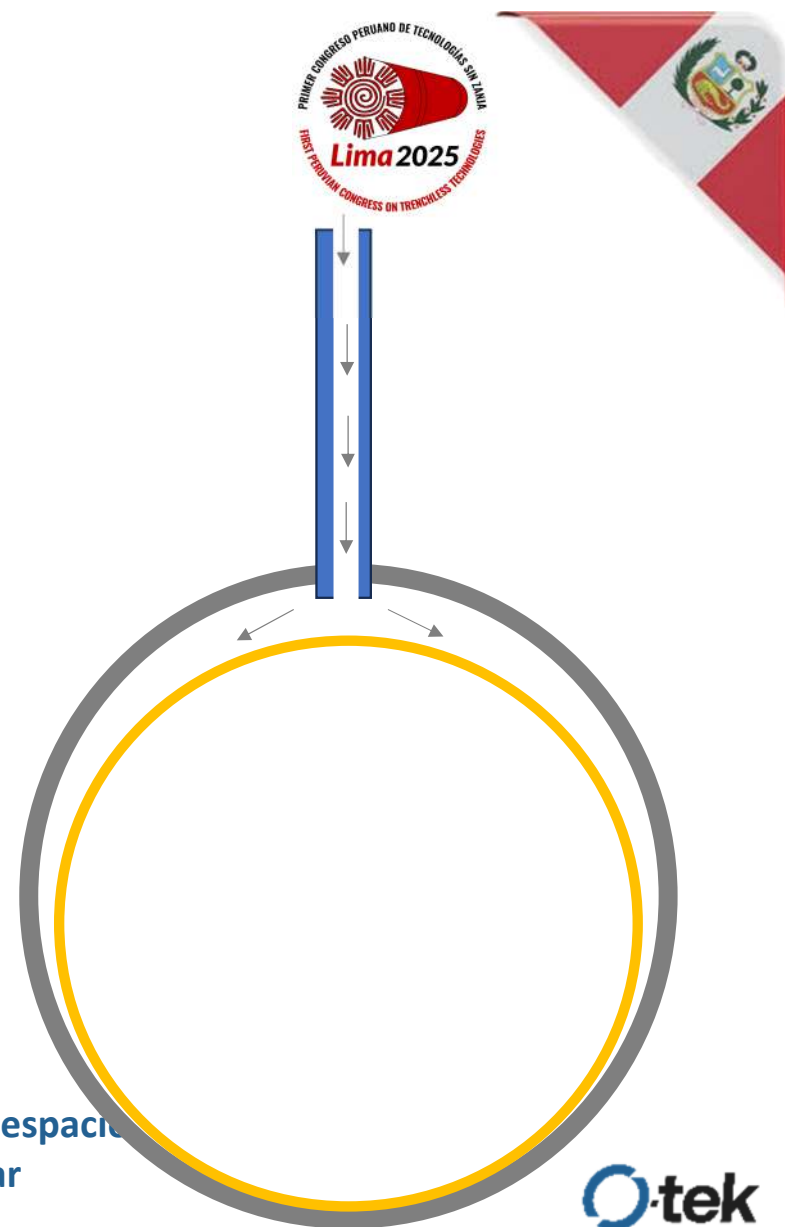


SLIPLINING

Caso Villa Estrella



Llenado de espacio
anular





ESTÁNDARES DE FABRICACIÓN Y DISEÑO DE
LA TUBERÍA
PRFV JACKING PIPE





Pipe Jacking


Técnica para instalación de tuberías subterráneas; donde se usan potentes gatos hidráulicos para empujar tubería especialmente diseñada para resistir altas fuerzas de compresión axial.


Las tuberías van siendo instaladas detrás de una maquina perforadora que está realizando al mismo tiempo la excavación del túnel; al final del proceso el túnel queda revestido con la tubería.


ESTÁNDARES DE FABRICACIÓN Y DISEÑO DE LA TUBERÍA

Diámetro Nominal (DN) 
300 – 2400mm

Presión Nominal (PN) 
1 – 6 – 10 bar

Rigidez Nominal (SN) 
32.000 – 1.000.000N/m²

Fuerza de Empuje 
30 – 900 ton

Longitud Unitaria (L) 
2, 3, 4, 6m
(Otras longitudes disponibles según
requerimiento)



ESTÁNDARES DE FABRICACIÓN Y DISEÑO DE LA TUBERÍA



INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
25780

First edition
2011-05-15

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

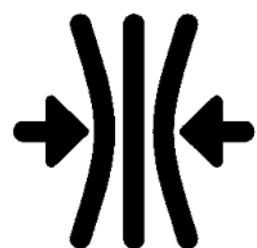


La tubería PRFV Flowtite es fabricada cumpliendo los requerimientos de calidad de la Norma ISO 25780, asegurando una excelente calidad y precisión en la ejecución de los proyectos de pipe Jacking.





ESTÁNDARES DE FABRICACIÓN Y DISEÑO DE LA TUBERÍA



Parámetros de diseño mecánico de la tubería PRFV

Los parámetros mecánicos de la tubería GRP 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 ³
Esfuerzo de compresión axial	> 90 MPa
Factor de seguridad para fuerza de empuje	3,50





Ensayos de compresión axial a la tubería GRP



● Ensayo de compresión a muestra de espigo



● Ensayo de compresión a sección completa de tubería

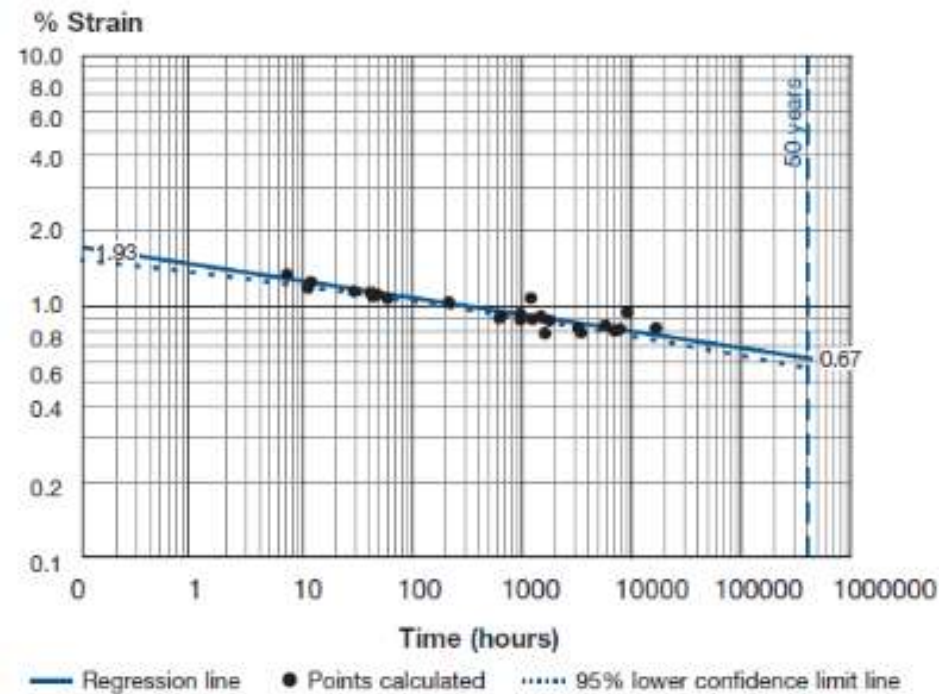
ESTÁNDARES DE FABRICACIÓN Y DISEÑO DE LA TUBERÍA



Ensayos de resistencia a la corrosión



Figure 2
Strain Corrosion FLOWTITE Pipe





INSTALACIONES DE PIPE JACKING
CON TUBERÍAS DE PRFV



INSTALACIONES PIPE JACKING



Instalación con TBM

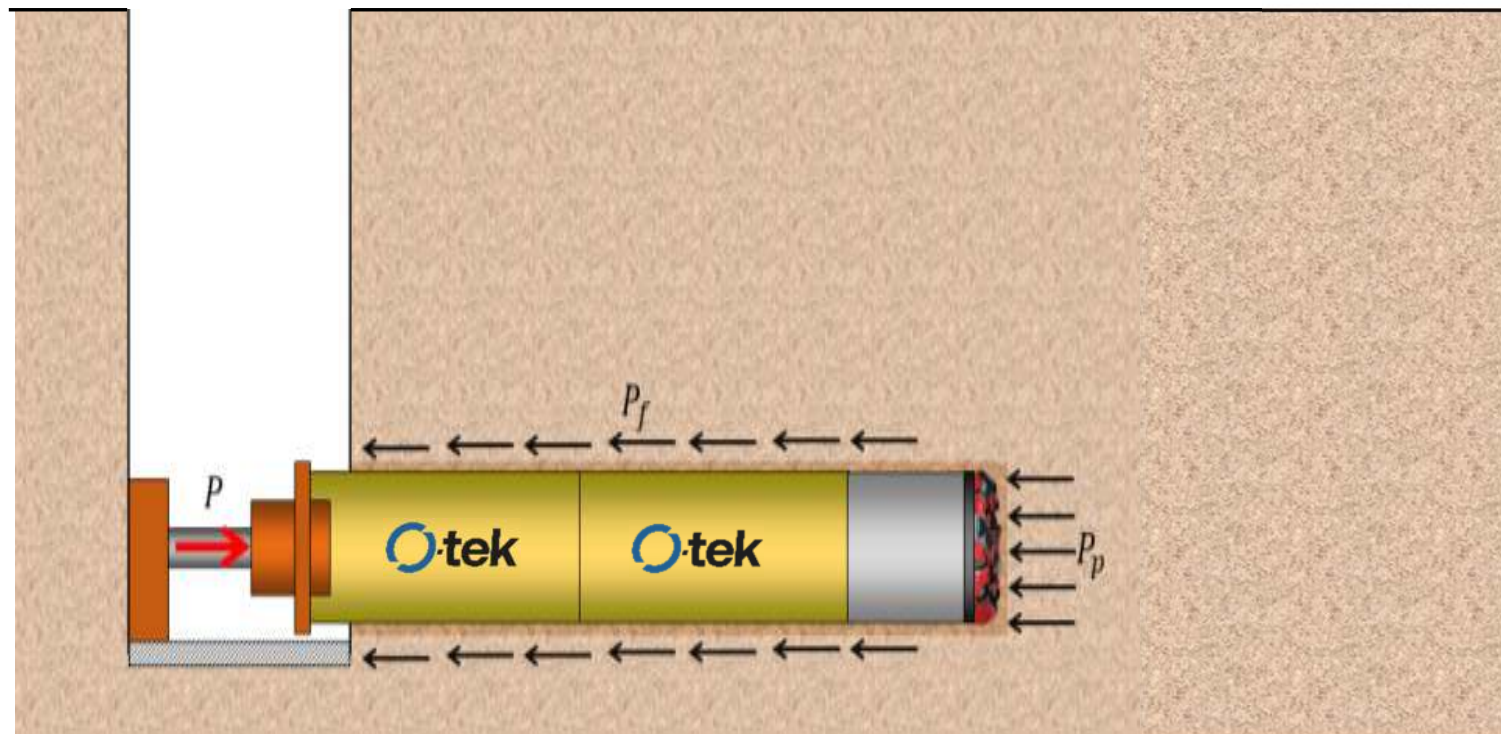
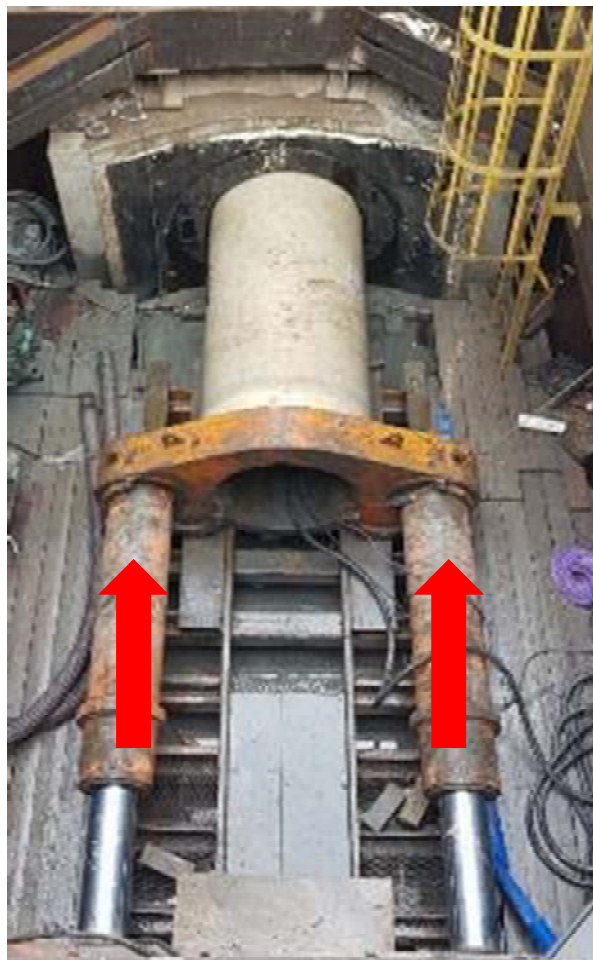
- La tunelera va creando el túnel, excavando el suelo a medida que es empujada.
- Los tubos transmiten la fuerza de hincado desde los gatos hidráulicos hacia la TBM
- Los tubos siguen el camino exacto creado por la tunelera
- **La tunelera, su guiado y control, es lo que tiene influencia sobre la calidad de la obra, y no el tubo en sí mismo.**



INSTALACIONES PIPE JACKING



Fuerza de empuje (jacking loads)



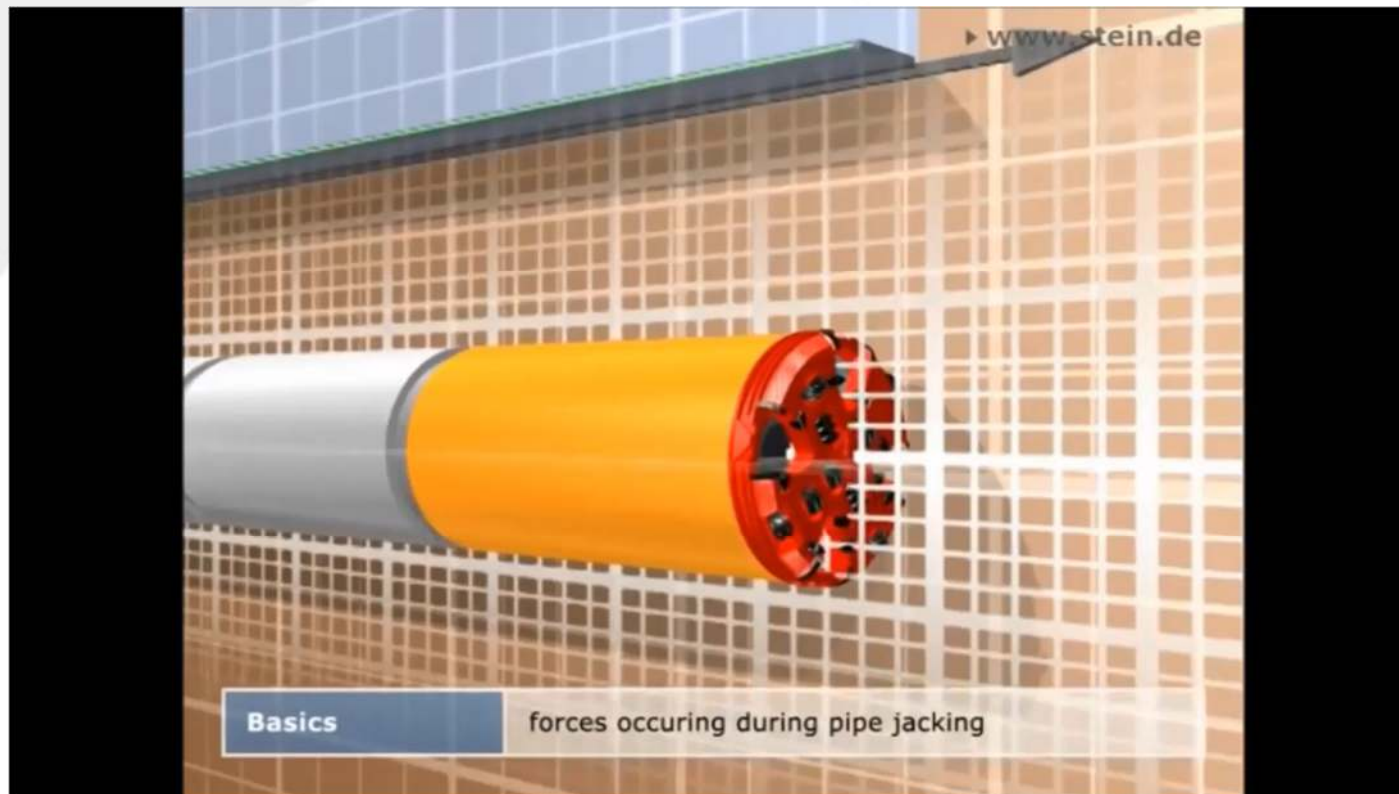
P = Fuerza de empuje (Ton)

P_f = Fuerza de fricción entre el tubo y el suelo (Ton)

P_p = Fuerza de resistencia a la penetración (ton)

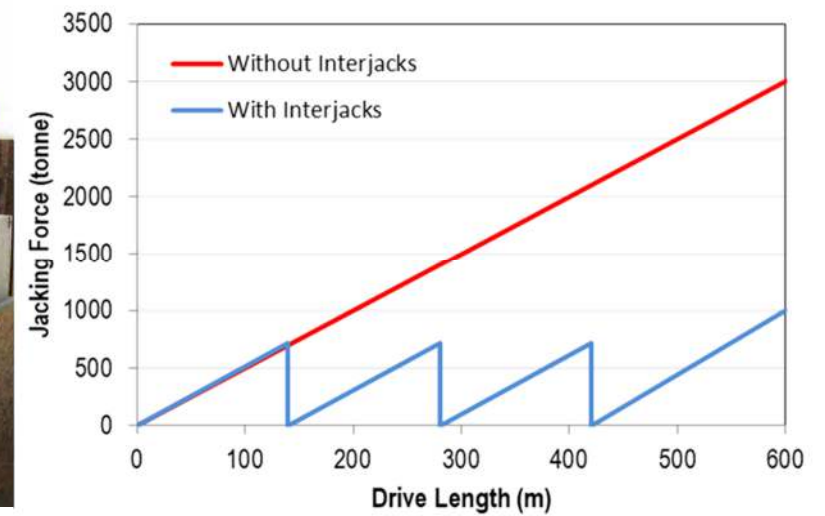


Fuerza de empuje (jacking loads)





Estaciones intermedias



INSTALACIONES PIPE JACKING



IJS instalada



Cilindro de acero y gatos hidráulicos



Trailer Pipe en PRFV



Ranuras para sellos y puerto de lubricación en Trailer pipe



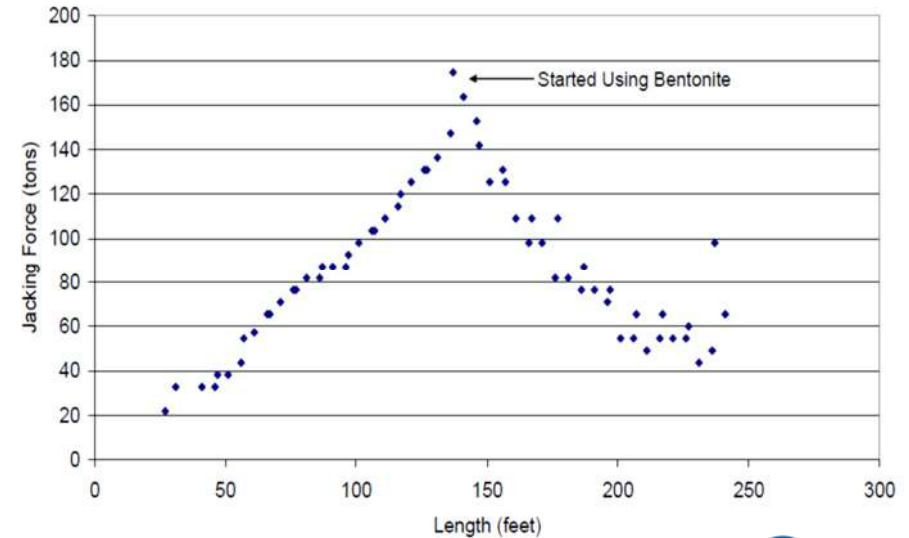
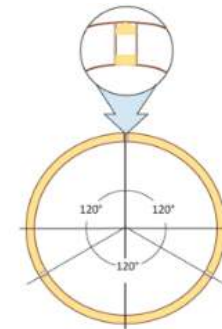
INSTALACIONES PIPE JACKING

Puerto de Inyección de lubricación con 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)

Los puertos de inyección son fabricados en Acero inoxidable, PVC o Polietileno UHMV (Ultra High Molecular Weight).

Los puertos normalmente son fabricados de 1" a 2" de diámetro y permiten conectar el sistema de inyección del lubricante.

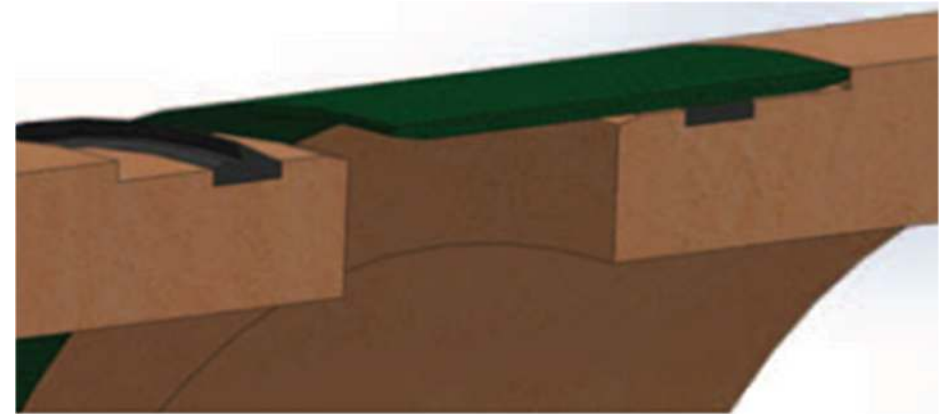
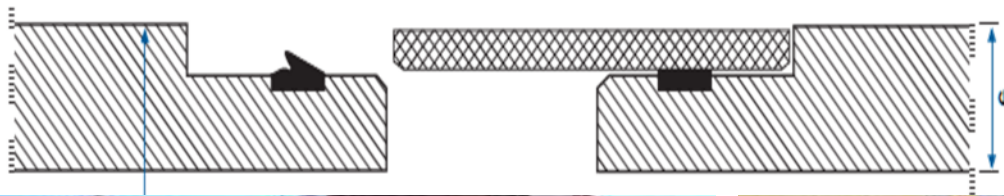


INSTALACIONES PIPE JACKING

Tipos de unión para tubería Jacking

Cople de PRFV liso:

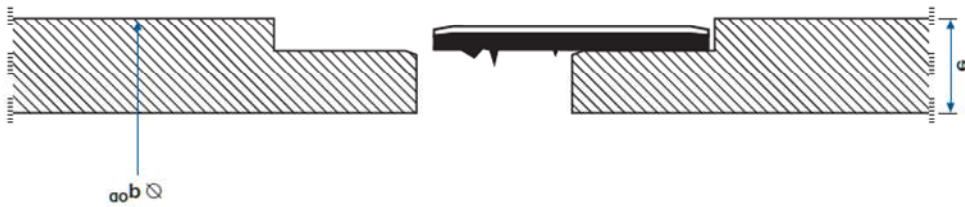
Cople hecho en PRFV con diámetro interno que se ajusta al empaque elastomérico instalado en una ranura en los espigos del tubo (hasta PN10).



Tipos de unión para Tubería Jacking

Cople de acero inoxidable

Cople de acero inoxidable con sello elastomérico integrado en todo al ancho del acople (hasta presión PN10).



INSTALACIONES PIPE JACKING

Desviaciones angulares

Se pueden realizar instalaciones en tramos no rectos, verificando la capacidad del suelo mediante la DWA-A161 (Software Easy Pipe).

La instalación debe ser con máquinas de fuerza controlada y monitoreado de las uniones.

Table 2 — Maximum allowable installed deflection of pipe joints

External diameter d_{OD} mm	Maximum allowable installed deflection a mm/m	Maximum allowable installed deflection δ degrees
$d_{OD} \leq 200$	20	1,145.8
$200 < d_{OD} \leq 500$	15	0,859.4
$500 < d_{OD} \leq 1\,000$	10	0,572.9
$1\,000 < d_{OD}$	$a = 10 \times \frac{1\,000}{d_{OD}}$	Derive from value of a

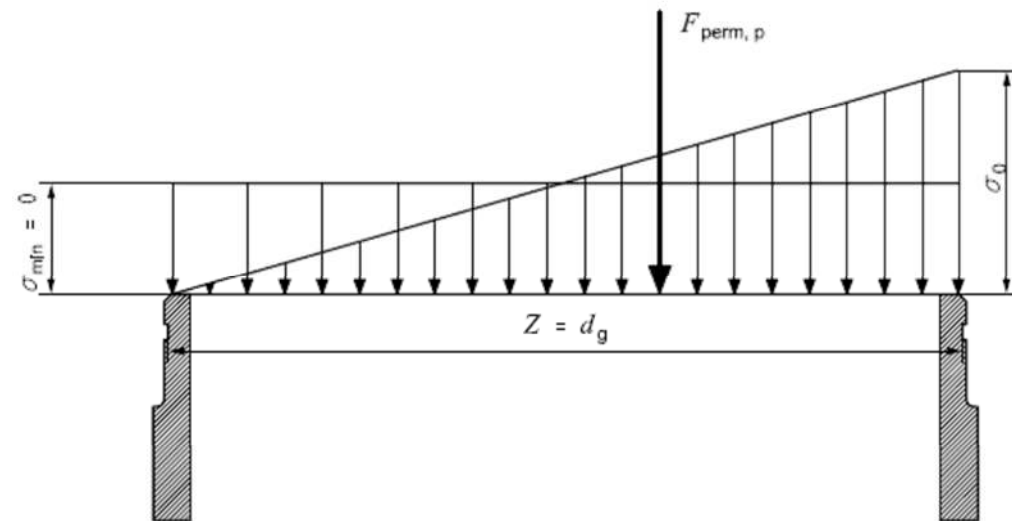
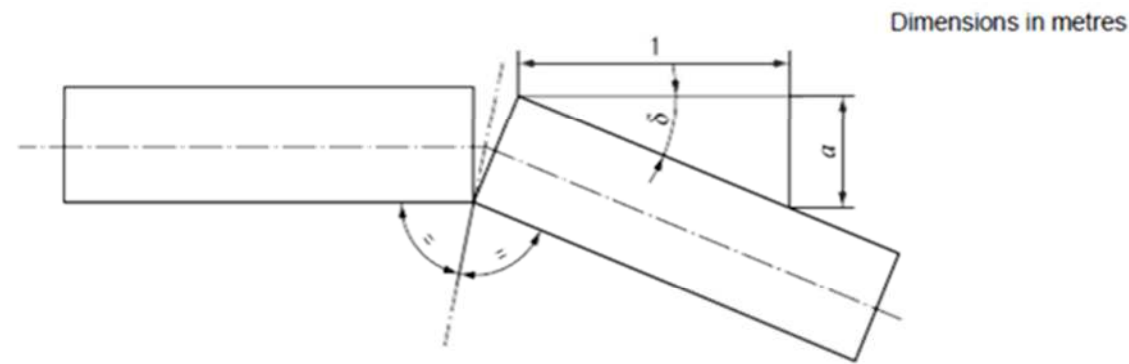
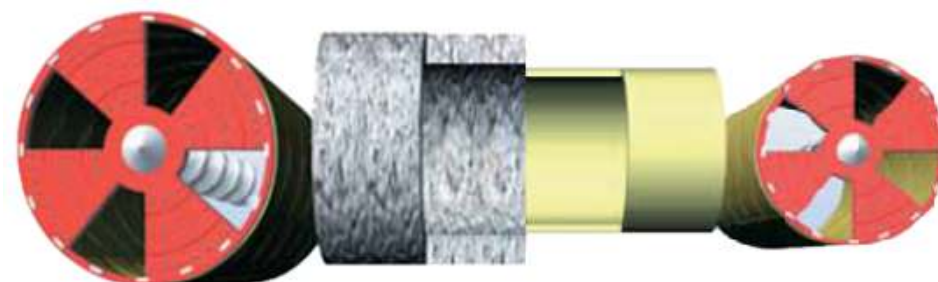
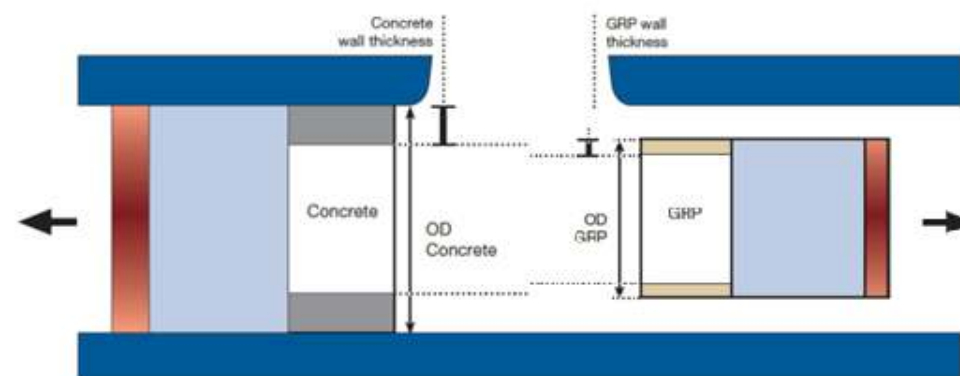


Figure C.4 — Closed joint — Maximum eccentricity



OPTIMIZACIÓN DE DIÁMETRO CON TUBERÍA DE PRFV (TUBERÍA DE CONCRETO)

- Menor coeficiente de Manning con lo cual se puede reducir el DN interno. Sumando a un menor espesor de pared, reduce en un menor volumen de excavación.
- Para una misma distancia entre cámaras, se necesita menor fuerza de empuje, ya la fuerza por fricción es menor, al tener un DN externo menor.
- Menor peso del tubo (relación 3 a 1). Esto impacta en los equipos de obra.
- Producción continua y bajo norma (ISO 25780).
- Resistencia a la corrosión
- Rango de diámetros a medida



COMPARATIVA HIDRÁULICA CONCRETO VS PRFV



Bajo peso = Gran capacidad de transporte



PICASOS DE ESTUDIO
PE JACKING – GRP/PRFV



REFERENCIAS DE TUBERÍA INSTALADA FLOWTITE PARA JACKING

USA

4 Proyectos
+16 kms
DN 375-1800

Colombia (O-tek)

9 Proyectos
+4.6 kms
DN 752 - 2400

Argentina (O-tek)

8 Proyectos
+20.4 kms
DN 550 - 2400 mm

Francia

23 Proyectos
+17 kms
DN 600-1200

Polonia

58 Proyectos
+23 kms
DN 300-2000

Hungría

1 Proyecto

Lituania

3 Proyectos
1 km
DN 500-1300

Australia

43 Proyectos
+21 kms
DN 500-1300

PIPE JACKING – BOGOTÁ ALDO PJ COE9 TRANSMILENIO AV 68





DATOS GENERALES

Proyecto: ALDO PJ COE9 Transmilenio Av. 68

Ubicación: Bogotá, Colombia

Cliente: Mario Huertas C

Contratistas:

- Bessac Andina (OD1280-1100) PN1 SN - FE 225/321 T
- YDN Microtunneling (OD1940) PN1 SN 64000 FE 550 T

Aplicación: Alcantarillado pluvial

Tipo de acoples: GR

Tipo de maquina tuneladora: Tunnel boring machine

Longitud total: Aprox 900m



RENDIMIENTOS



TRAMO BESSAC

Entregado en agosto de 2023 y se esperaba iniciar con el hincado de la tubería DN1280 en el mes de septiembre, pero debido a problemas estructurales con el diseño del pozo de lanzado se retrasó hasta el 24 de mayo de 2024.

El rendimiento obtenido una vez iniciado el hincado de la tubería fue de 6 tubos por día.

La fuerza de empuje promedio ha sido de 40 Ton y la máxima de 60 Ton.



TRAMO YDN

Entregado el 2 marzo de 2025 se inició hincado el 6 de marzo.

Se tuvo un rendimiento de 10 tubos por día.

La fuerza de empuje promedio ha sido de 50 Ton y la máxima de Ton.



Pozo de lanzado



REGISTRO FOTOGRAFICO

Máquina perforadora (MTBM)



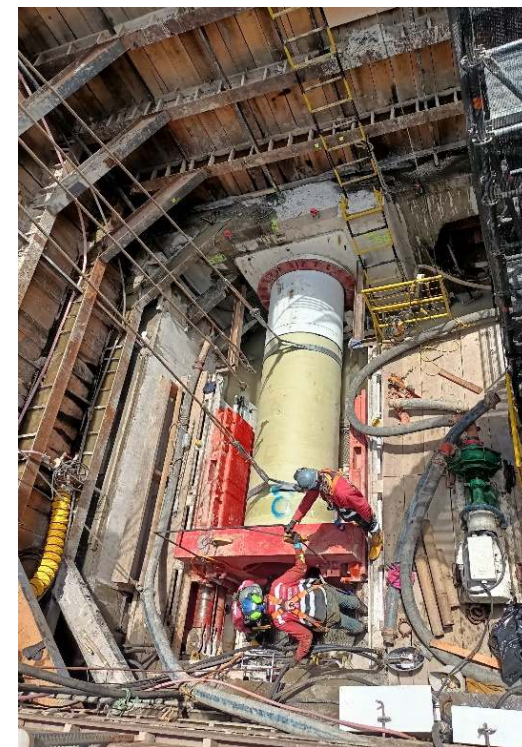
REGISTRO FOTOGRÁFICO

Posicionamiento máquina perforadora (MTBM)



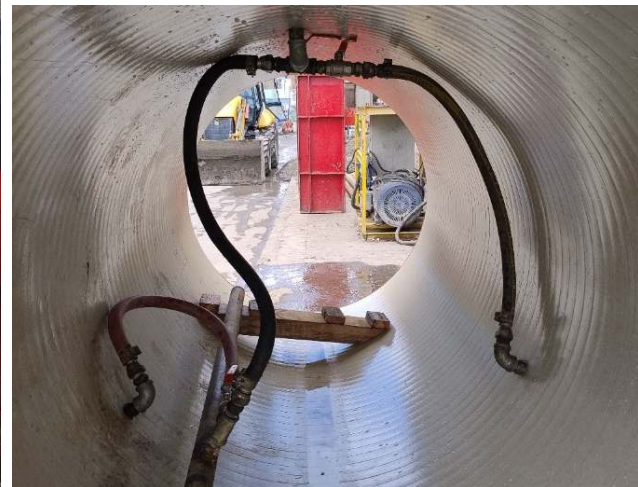
REGISTRO FOTOGRÁFICO

Izaje y posicionamiento de tubería para el pozo de lanzado (YDN usó una excavadora común)



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Empaque - Lubricación



Soporte (Ejemplo)

Mangueras inyección de bentonita o polímeros

REGISTRO FOTOGRÁFICO

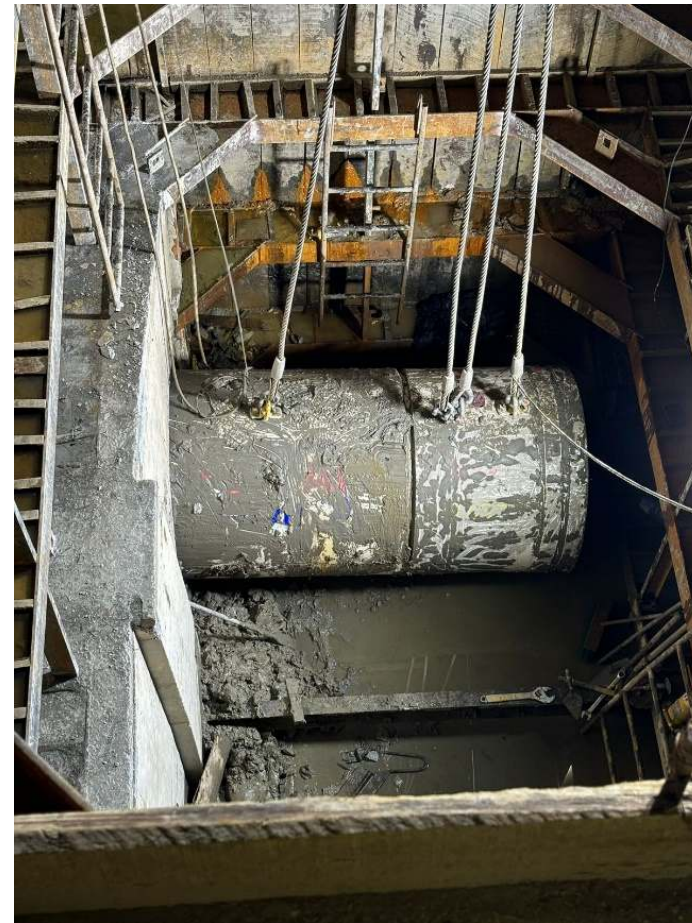
Hincado del tubo



Soportes internos para cables y ductos



Rescate de la máquina



REGISTRO FOTOGRAFICO

- Todas las juntas en excelente estado
- Puertos de inyección en excelente estado
- Tiempos de entrega por debajo de lo esperado para los dos constructores.



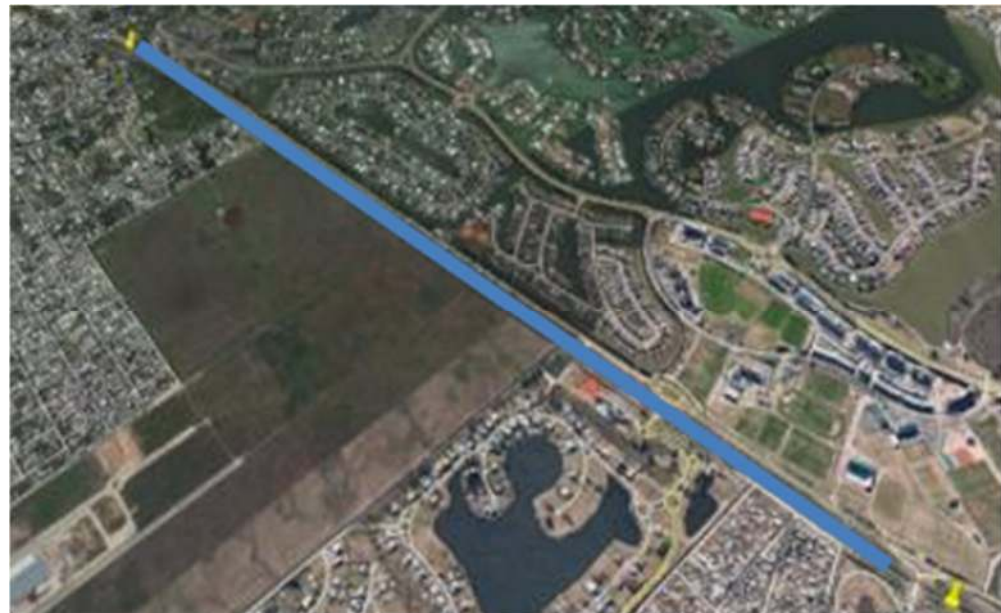


Pipe Jacking – Estanislao del Campo

- Primer proyecto de pipe jacking en LATAM con tubería de PRFV
- OD 1250 – F 375 Ton - SN 125.000 N/m²
- Máxima separación de pozos 340 m.
- Suelos limo arenosos densos (SPT>30)
- Instalación de 3.4 km de tubería

REGISTRO FOTOGRAFICO

- Tiempos record en la instalación
- Juntas en excelente estado.



Pipe Jacking – Cloacas Córdoba

- Proyecto colectores cloacas córdoba
- Total 51 km
- 7 km con Pipe Jacking
- OD 1280 (ID1100)
- OD 1432 (ID1300)
- Fuerza de empuje 250 A 400 Tn
- Zonas de instalación del pj variadas
 - Suelos limosos firmes
 - Suelos arenosos
 - Suelos pedregosos (canto rodado)

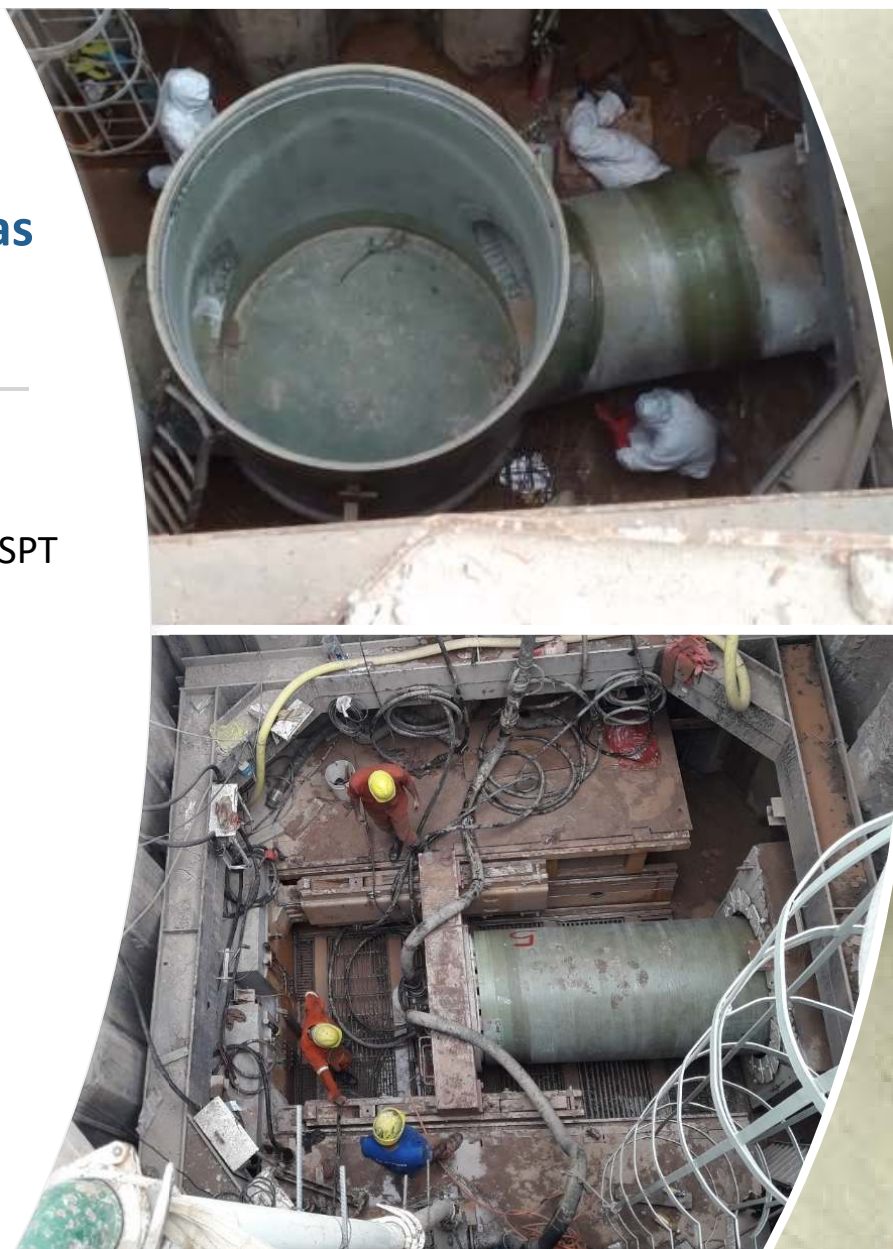


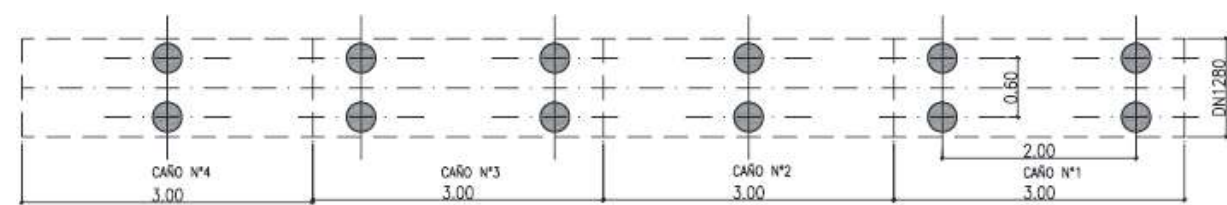
Cloacas Córdoba



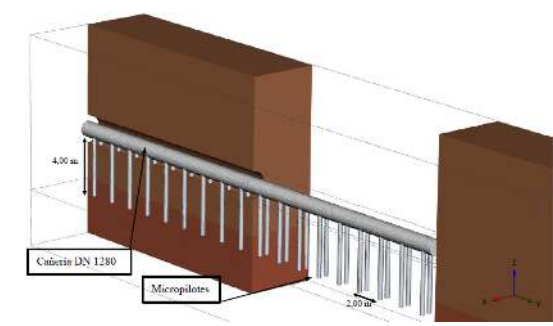
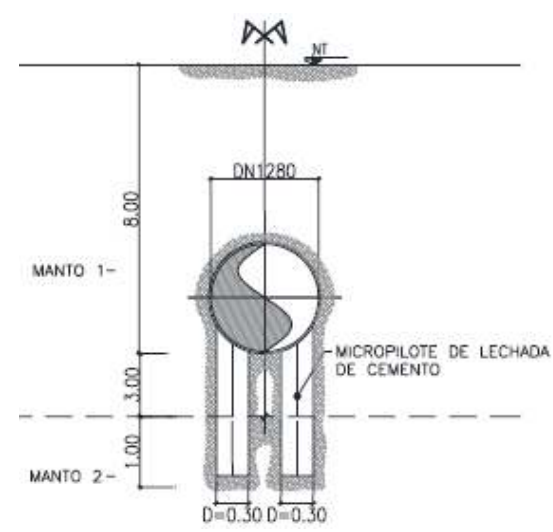
Pipe Jacking – Cloacas Santiago del Estero

- Longitud 3,4 KM.
- OD 1280 – F 250 Ton.
- Suelos arcillosos blandos (SPT entre 1 a 4 golpes)
- Mejoramiento de suelo
- BRs en PRFV

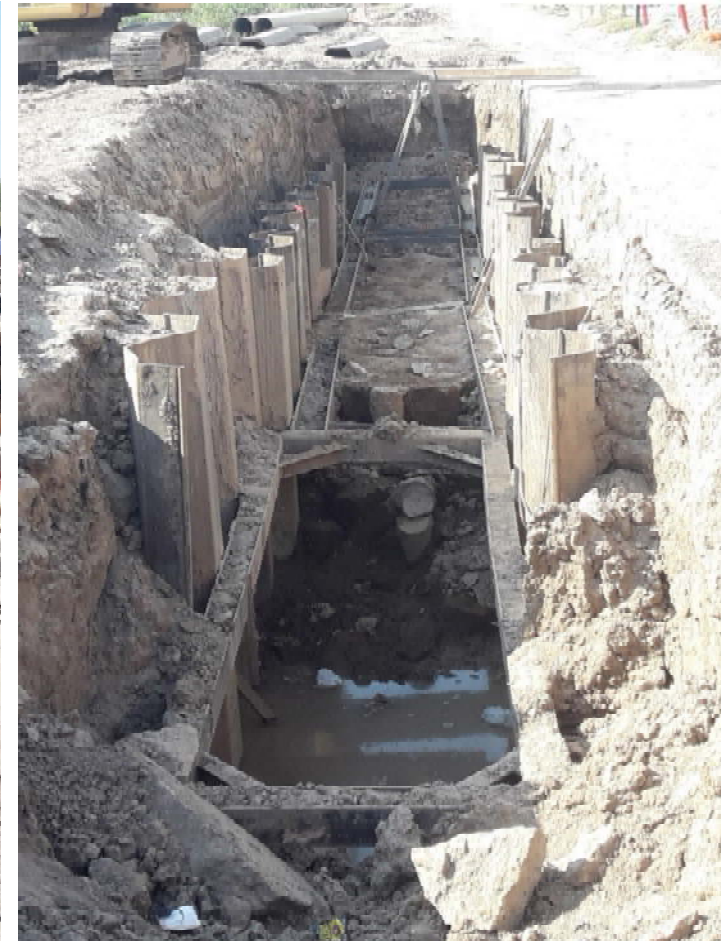




Mejoramiento del Suelo Nativo



Mejoramiento del Suelo Nativo





**PIPE JACKING –
SISTEMA AGUA SUR
– BS AS.**

- Longitud 100 m.
- OD 2400 – F 700 Ton.
- Agua Potable – PN 10 bar
- Suelos arcillosos (SPT entre 30 a 34 golpes)



PIPE JACKING – SISTEMA AGUA SUR – BS AS



CONCLUSIONES



- El PRFV es un material elástico lineal → No requiere anillos de madera o MDF entre tubos.
- Resistencia a la compresión de 90 Mpa → espesor de 1/3 a 1/4, respecto al concreto → menor peso
- Bajo coeficiente de rugosidad → Permite diámetro interno menor para un mismo caudal
- Se requiere una maquina más pequeña para colocar el tubo de PRFV para una misma prestación hidráulica que el concreto → Reducción importante de la excavación
- Ensayos de largo plazo para la resistencia a la corrosión.
- Uniones con ensayos de calificación hasta 10 bares.
- Rango de diámetros a medida del requerimiento del proyecto.
- Posibilidad de variar la fuerza de empuje durante el proyecto.

¿QUIERES ESTAR DONDE LA TECNOLOGÍA AVANZA?

Escanea el código, regístrate en nuestro Newsletter y sé parte de O-tek.





Desafiamos juntos la forma como siempre se han hecho las cosas

