

ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling

Renzo Chirulli

MSc. Eng. - CEO

Trenchless Technologies Independent

Engineering Services

Tel. +34 657 078 989

rchirulli@trenchless.eu

TTIES



Manuel García Román

Phd.-Eng.

Universidad de La Laguna

Tel. +34 617 151 642

mroman@ull.es

ULL

Universidad
de La Laguna

Baja velocidad en colectores

ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling

2

Problemas derivados de la baja velocidad del flujo

- Sedimentación de sólidos y lodos



Fuente: maintaindrains.co.uk

La reducción de la velocidad del flujo por debajo de la *velocidad mínima de arrastre* ocasiona sedimentación de algunas partículas que transporta el agua.

- Generación de sulfhídrico en ambiente anaerobio



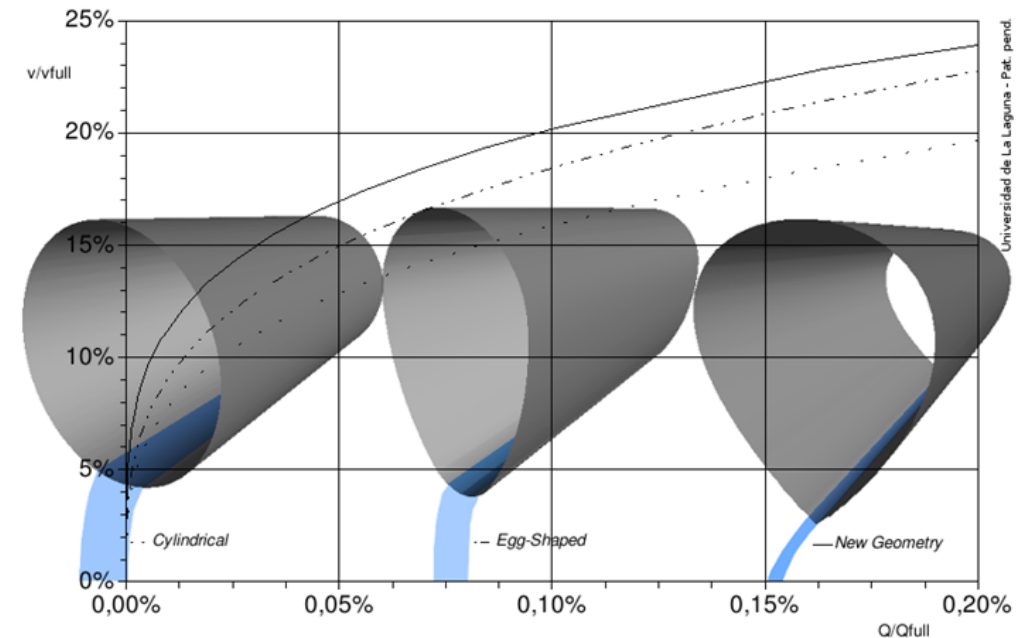
Fuente: Oxford Water Supply Services

El sulfhídrico, gas tóxico, corrosivo y de mal olor, se reoxida en sulfato, atacando al hormigón y a los metales, y provocando la corrosión y erosión física de las conducciones.

¿Cómo aumentar la velocidad del flujo?

En el diseño y construcción de nuevas redes:

- Una sección interior de la conducción con la parte inferior apuntada introduce un aumento de la velocidad para los caudales muy pequeños (muy inferiores al caudal a sección llena).
- Se utiliza, por ejemplo la sección ovoide para conseguir mayores velocidades con caudales mínimos.
- Las secciones definidas por algunas curvas algebraicas de grado superior a 2 introducen ventajas a este respecto sobre el ovoide. Estas ventajas son proporcionalmente del mismo orden que las que presenta el ovoide 3:2 sobre la tubería circular.

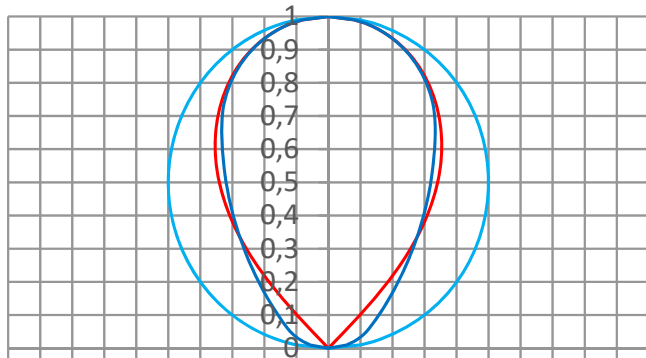


Comparación de la velocidad relativa (v/v_{full}) en las secciones circular, ovoide 3:2 y definida por la lemniscata de Bernoulli, para caudal relativo (Q/Q_{full}) pequeño.
(a igual pendiente y rugosidad interior, constante en toda la sección)

¿Cómo aumentar la velocidad del flujo?

Ejemplos de secciones algebraicas:

- Lemniscata de Huygens $x^2 = y^2 - y^4$
- Lemniscata de Booth $3(x^2 + y^2)^2 = 8y^2 - 4x^2$
- Curvas elípticas $x^2 = -y^3 - py + q$ (donde p y q son dos parámetros), y cúbicas singulares
- Lemniscata de Bernoulli $(y^2 + x^2)^2 = 2(y^2 - x^2)$



-1,0,9,8,7,6,5,4,3,2,1 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 1

Inner section	v/v_{full} (@ $Q/Q_{full}=0,1\%$)
Circular	15,7%
Ovoid	17.8%
Lemn. Booth	19,6%
Lemn. Huygens	20,0%
Cubic $x^2 = -y^3 - y/2 + 2/27$	20,1%
Lemn. Bernoulli	20,2%

(Pat. Pend. PCT/ES2010/000281)

Pero, ¿y qué hay para los colectores ya instalados?

- Las tecnologías sin zanja de rehabilitación de tuberías existente mediante tubos y revestimientos contruidos en obra:
 - **CIPP** – Cured In Place Pipe (tubos o revestimientos polimerizados in-situ)
 - **Coating estructural** y semi-estructural
 - **CML** - Cement Mortar Lining (revestimiento de mortero de cemento)

consiguen resolver los problemas estructurales y de fugas de los colectores de saneamiento.

- Sin embargo, aunque mejora la rugosidad, el recubrimiento interior del tubo no resuelve el problema de la baja velocidad, y sus consecuencias: sedimentación de sólidos y anaerobiosis.

¿Por qué no cambiar la forma interior antes de revestirlo?



Colector rehabilitado mediante revestimiento interior polimerizado in-situ con radiación UV.

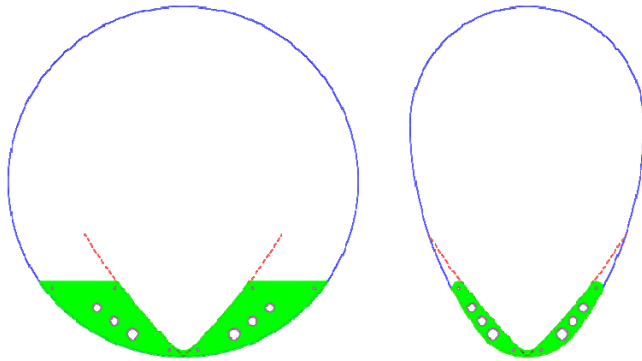
El molde ReFlow

ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling

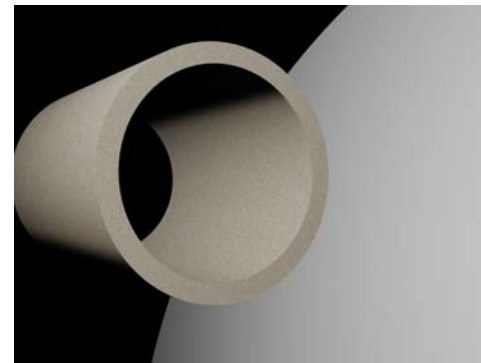
6

ReFlow - solución para la mejora hidráulica con funcionalidad añadida

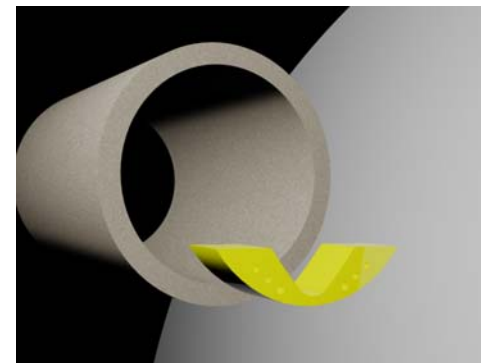


- **ReFlow** (pat.pend.) es un molde que corrige la forma de la sección interior del colector antes de la colocación del recubrimiento interior.
- Incluye *conductos auxiliares* por los que se pasan los tendones de tesado y *conductos de servicio*, para el paso de otras instalaciones (fibra óptica, cables eléctricos y de comunicaciones).

Ejemplo: empleo de **ReFlow** para rehabilitar una tubería de sección circular con CIPP (tubo polimerizado in situ)



Tubería existente con necesidad de rehabilitación (grietas, fugas, meteorización física,...)



El molde **ReFlow** es un elemento que se inserta en la tubería, con la forma interior de ésta (circular, ovoide,...)

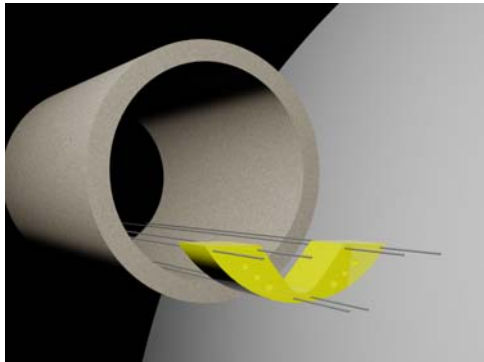
El molde ReFlow

ReFlow

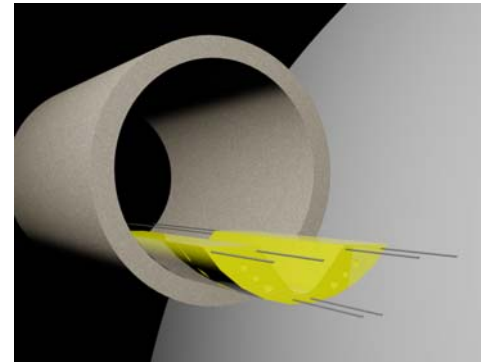
Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling

7

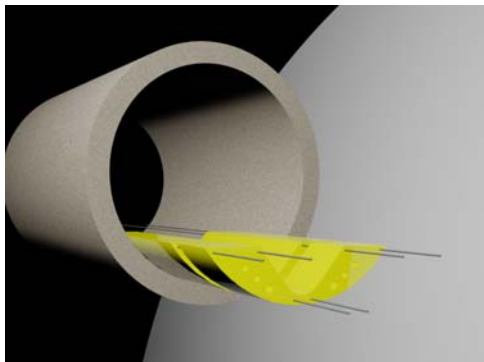
Ejemplo: empleo de **ReFlow para rehabilitar una tubería de sección circular con CIPP (tubo polimerizado in situ)**



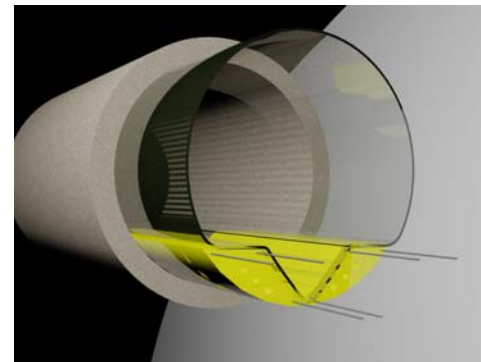
Colocación de los tendones de ensamblaje (nylon) en los *conductos auxiliares*



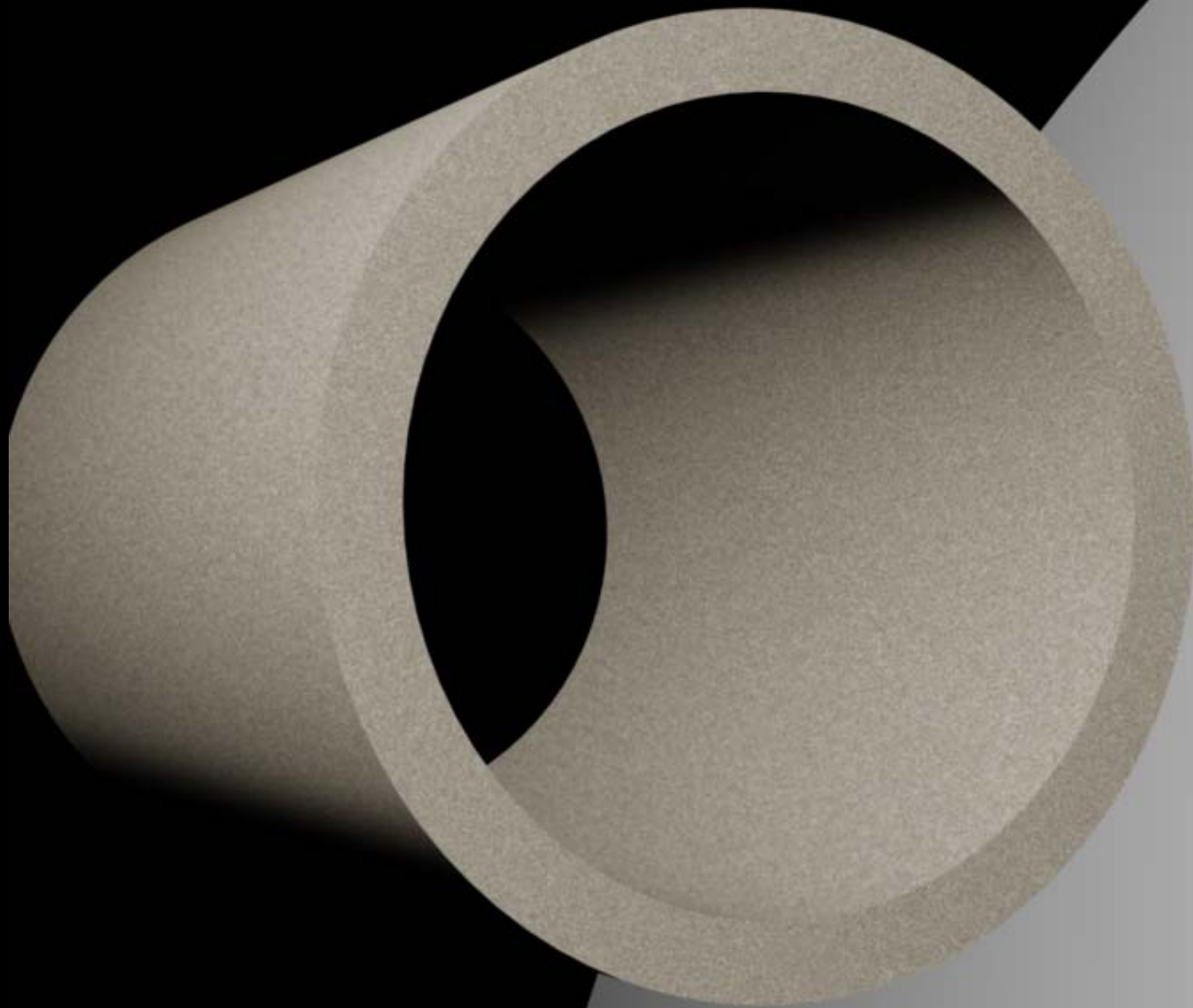
Tesado de los tendones de ensamblaje, de manera que los moldes forman un elemento con la misma longitud que la tubería



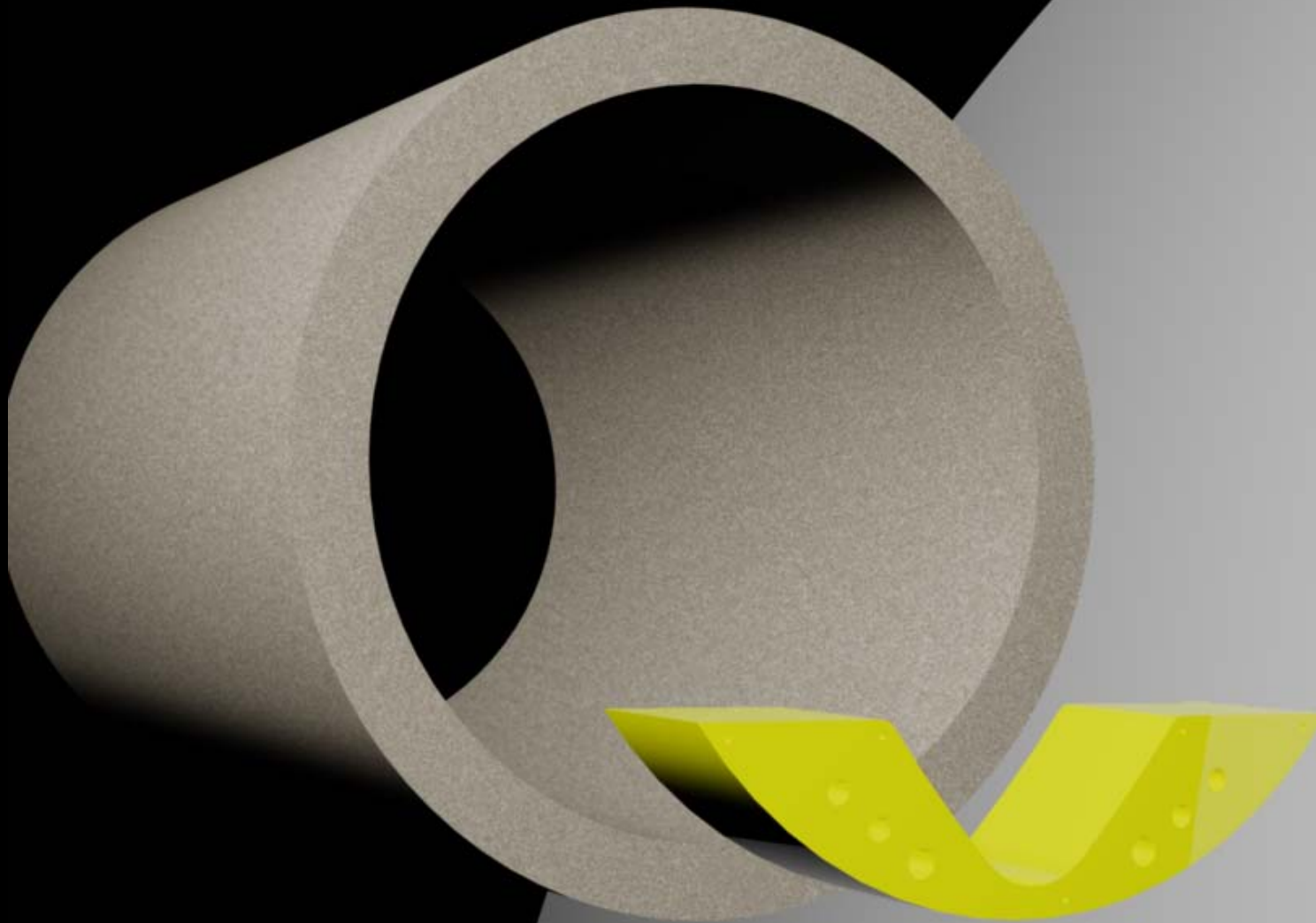
Colocación de la serie de moldes **ReFlow**, por deslizamiento sobre los tendones, hasta completar un tramo de tubería



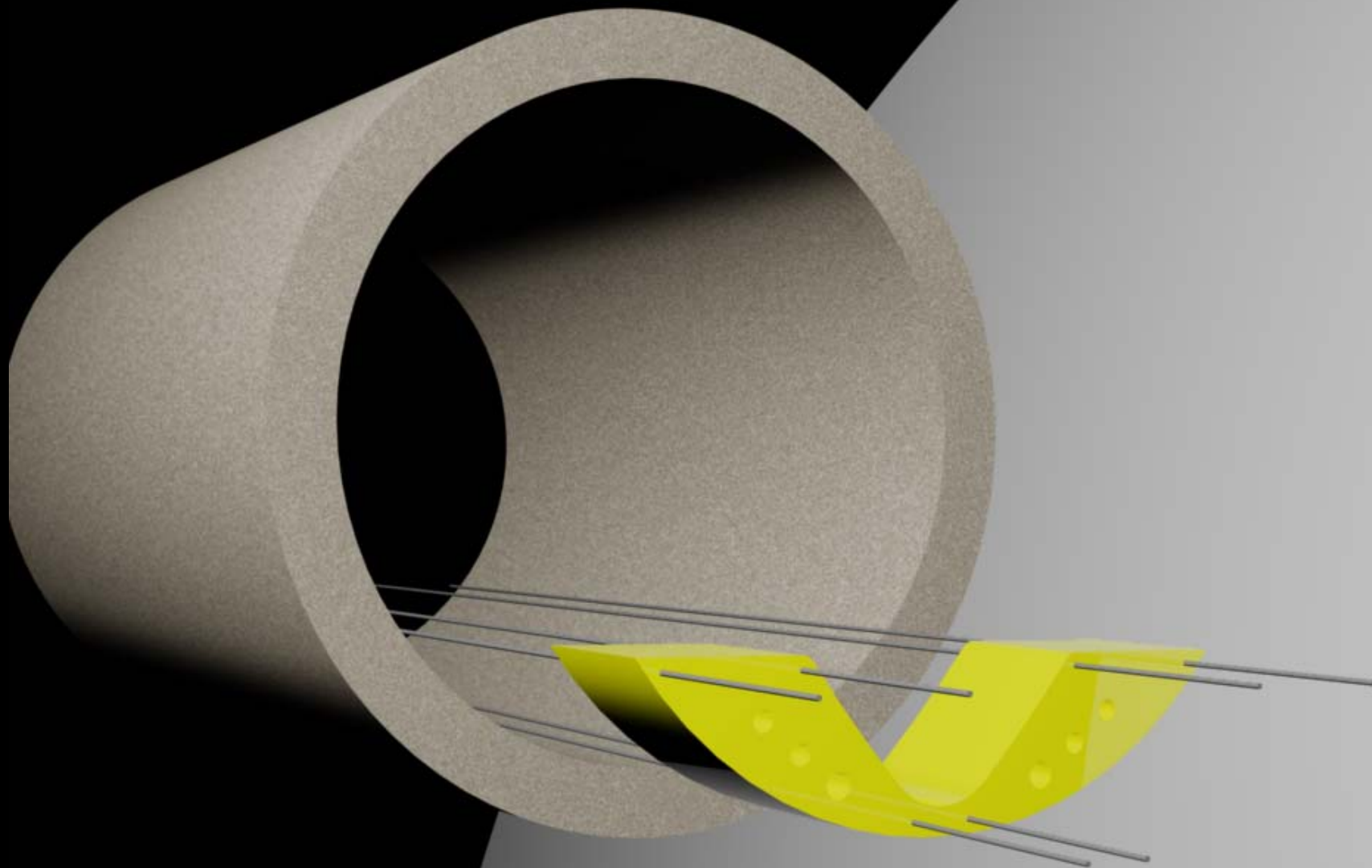
Rehabilitación del colector con tecnologías sin zanja (en este ejemplo CIPP)



ReFlow Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling

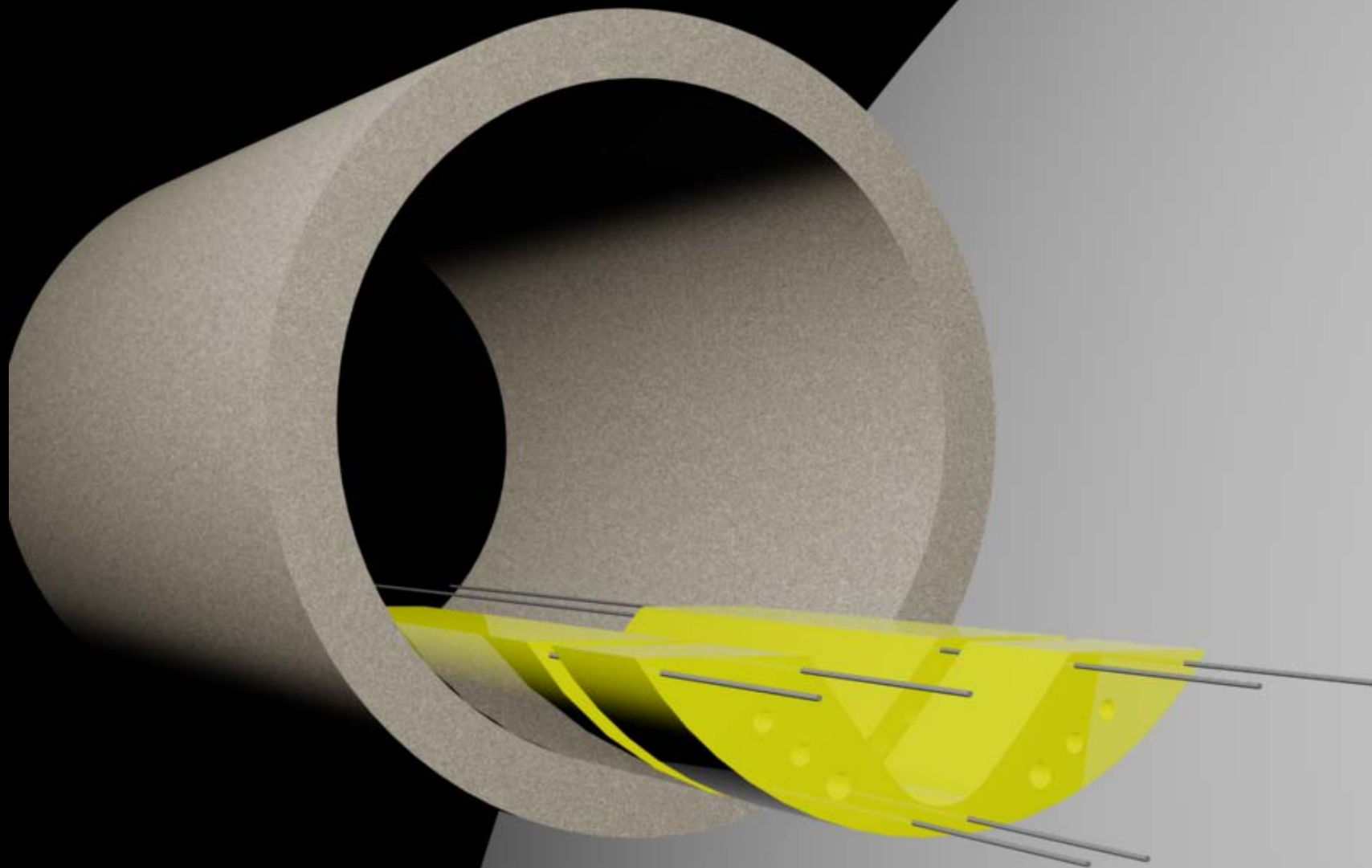


ReFlow Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling



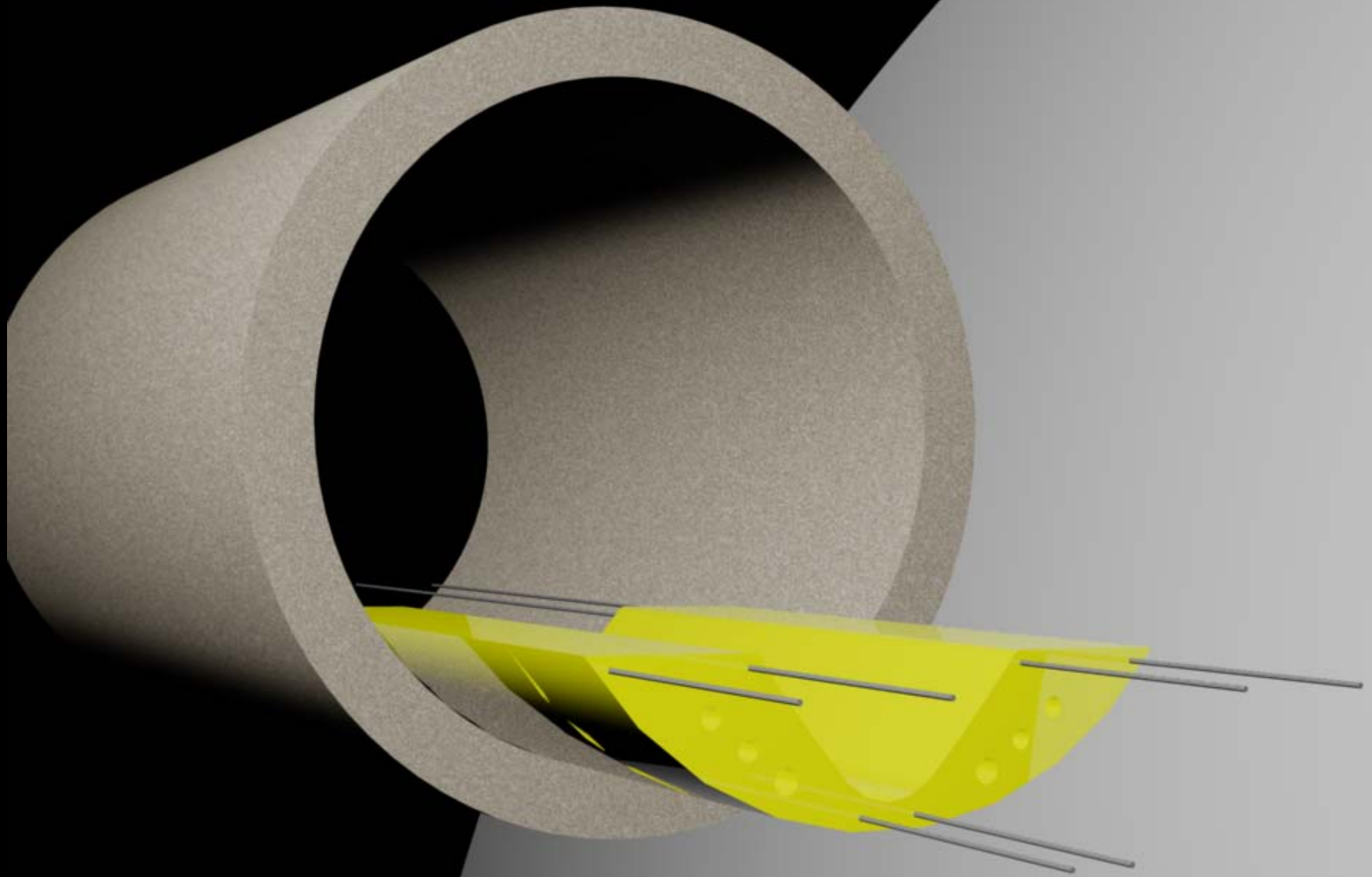
ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling



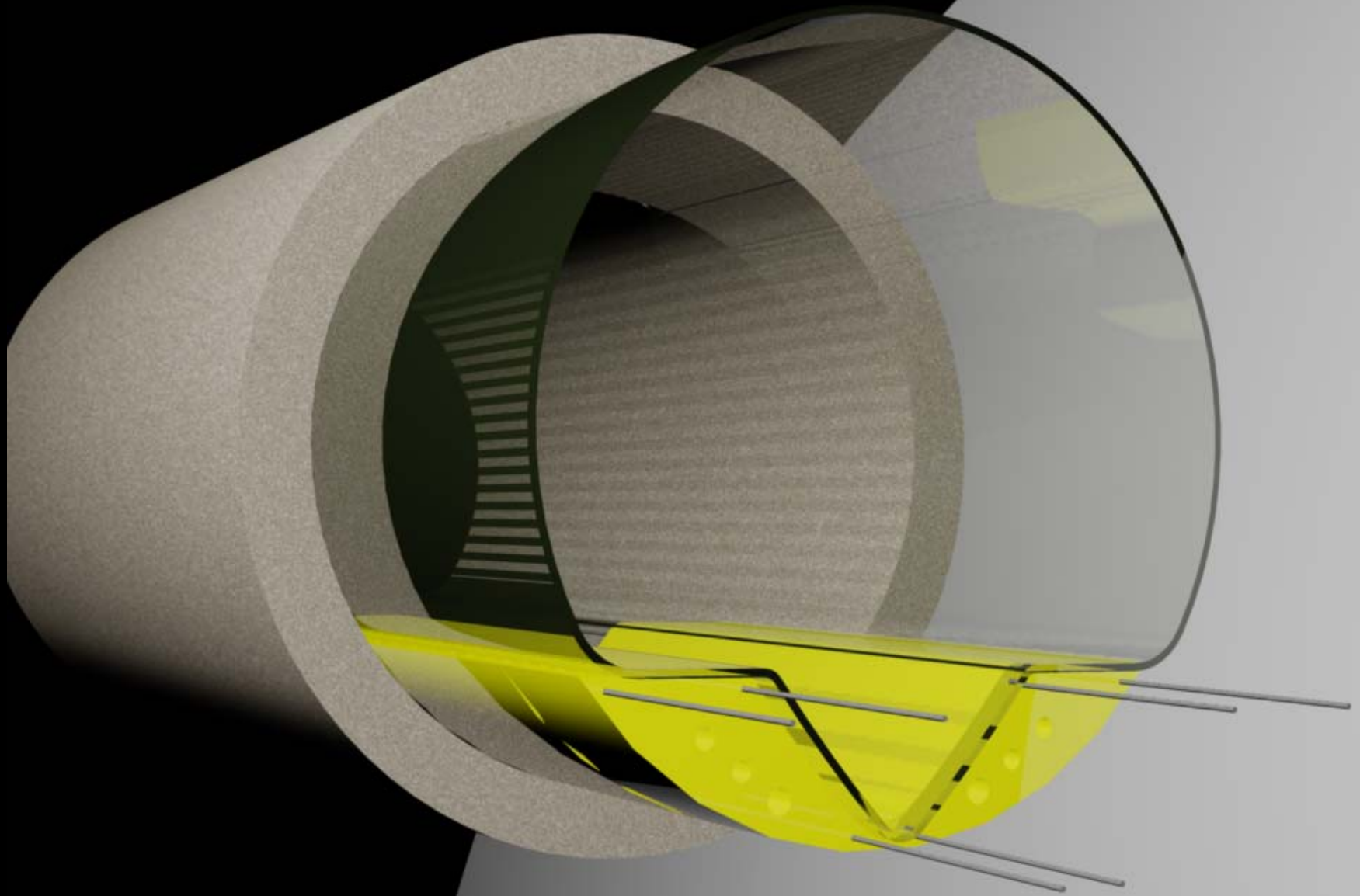
ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling



ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling



ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling

conducción existente

tubo o revestimiento construido
en sitio con tecnología sin zanja

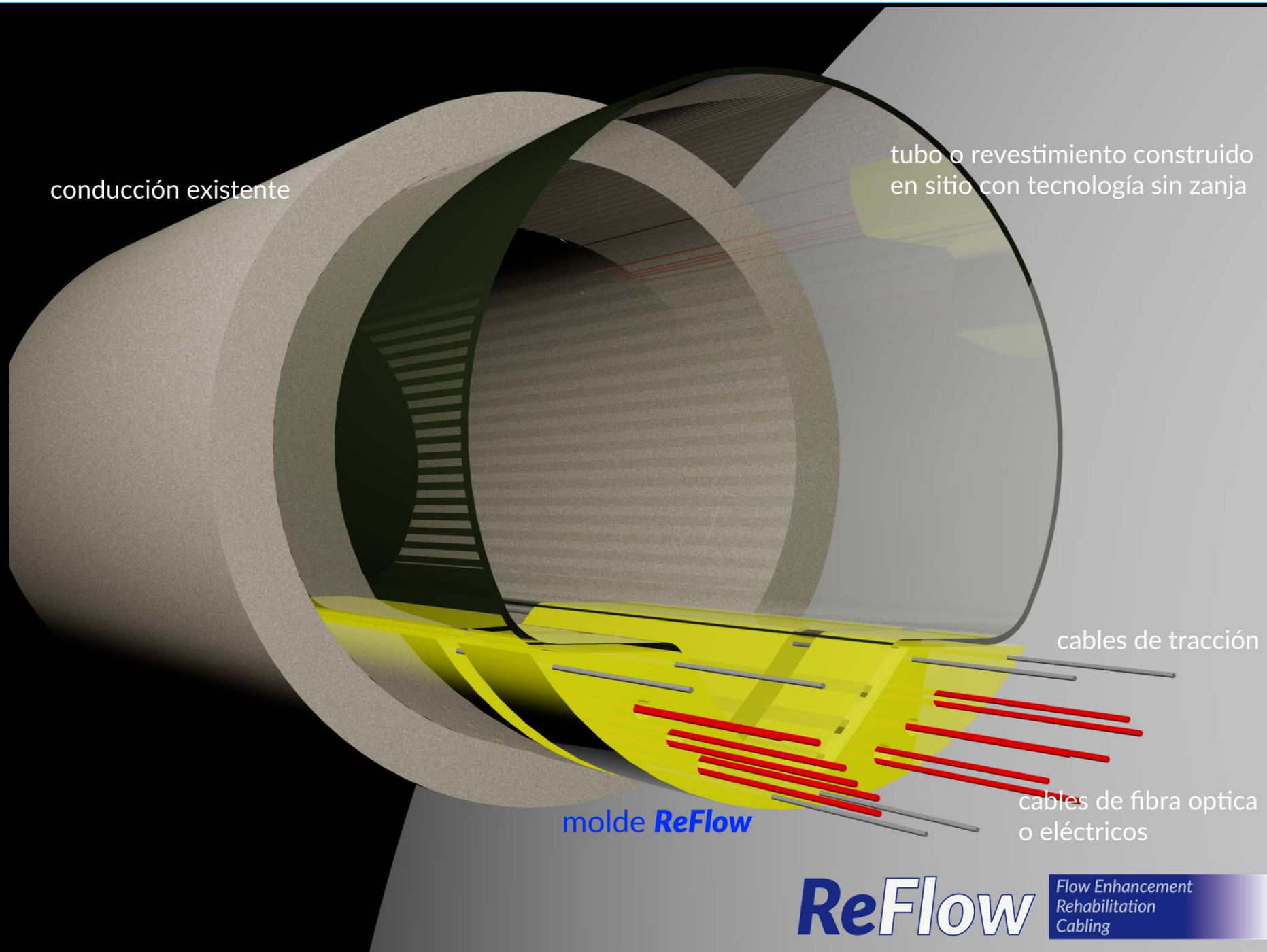
cables de tracción

cables de fibra óptica
o eléctricos

molde **ReFlow**

ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling



El molde ReFlow

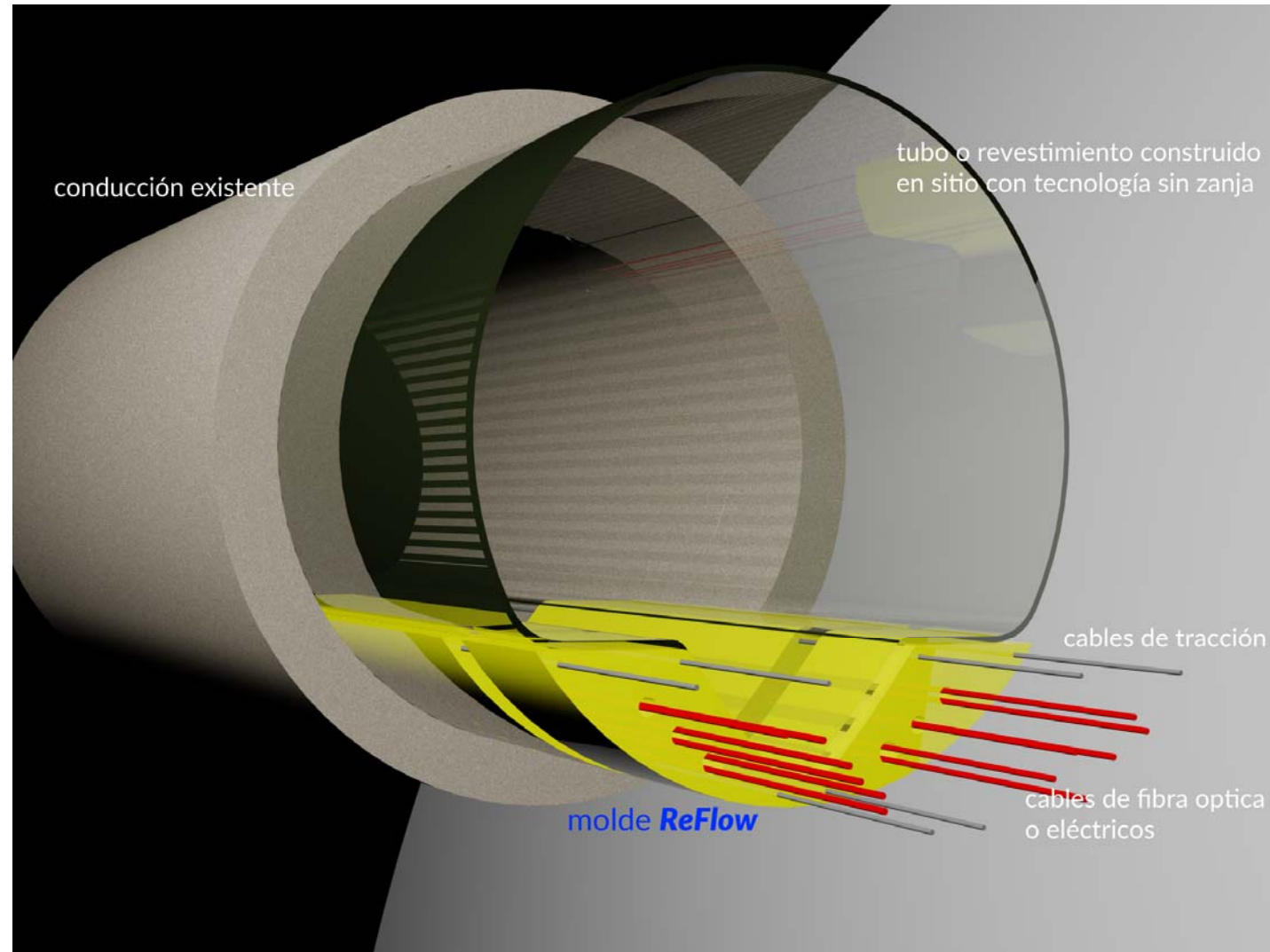
ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling

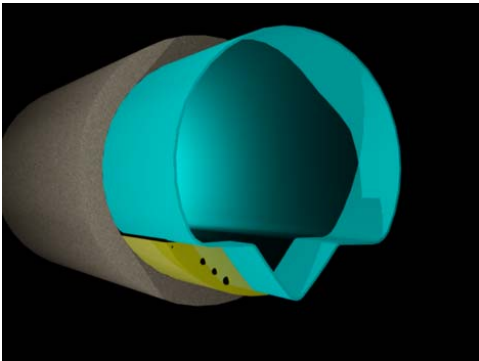
15

Ejemplo: empleo de ReFlow para rehabilitar una tubería de sección circular con CIPP (tubo o revestimiento polimerizado in situ)

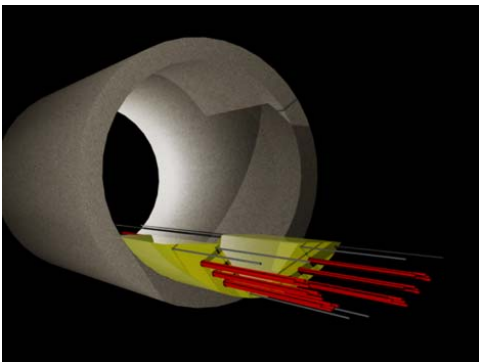
Terminada la rehabilitación, se pasan los cables (fibra óptica, eléctricos o comunicaciones) por los *conductos de servicio* creados al ensamblar los moldes



Resultado Final



El colector rehabilitado presenta un mejor comportamiento hidráulico con caudales pequeños



La red de colectores puede ser utilizada como conducción para nuevas infraestructuras de cableado, ganando en funcionalidad sin apenas coste

Conclusiones

- El **cambio de la forma de la sección interior** de una conducción que va a ser rehabilitada es un concepto innovador
- El colector rehabilitado presenta un mejor comportamiento hidráulico, con **mayor velocidad del flujo con caudales pequeños**
- El sistema **ReFlow** (pat. pend.) añade **nueva funcionalidad** a red de colectores, incluyendo **conductos para pasar otras instalaciones**
- La **instalación** de **ReFlow** es **sencilla, barata y segura**, y encaja perfectamente con las tecnologías existentes para rehabilitación de tuberías mediante revestimiento interior.

¡Gracias!

ReFlow

Flow Enhancement
Rehabilitation
Cabling

Renzo Chirulli

MSc. Eng. - CEO

Trenchless Technologies Independent
Engineering Services
Tel. +34 657 078 989
rchirulli@trenchless.eu

Manuel García Román

Phd.-Eng.

Universidad de La Laguna
Tel. +34 617 151 642
mroman@ull.es

~~TTIES~~



ULL

Universidad
de La Laguna

iwaterbarcelona.com