



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

CAPITULO ECUADOR



SEMINARIO PARA PROLONGAR LA VIDA UTIL DE LAS TUBERIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO



BIENVENIDOS



PROGRAMA



CONCEPTOS TÉCNICOS

- VIDA ÚTIL DE LAS TUBERÍAS.
Ing. Arlex Toro
- IMPORTANCIA DE LAS INSPECCIONES, PARA LA TOMA DE DECISIONES.
Mgtr. Daniela Sotomayor
- COMO PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LAS TUBERIAS.
Ing. Juan Fernando Pareja



Mgtr. Daniela Sotomayor
Representante
Capítulo Ecuador

MIÉRCOLES 4 DE OCTUBRE 2023





Ing. Arlex Toro
DIRECTOR LAMSTT



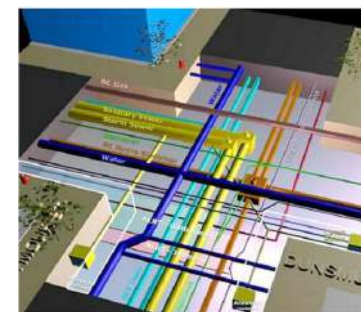
VIDA ÚTIL DE LAS TUBERÍAS



TEMAS A TRATAR

¿Cuánto tiempo es la vida útil de las tuberías?

1. ¿Expectativa de vida de diseño?
2. ¿Predicción de la vida útil?
3. ¿Vida útil real?
4. ¿Costo del ciclo de vida?





EXPECTATIVAS DE LA VIDA ÚTIL PARA EL DISEÑO



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

Los diversos materiales utilizados habitualmente en las aplicaciones de alcantarillado sanitario tienen diferentes vidas de diseño que deben añadirse a la fecha de instalación. De la investigación bibliográfica se obtuvo lo siguiente:

<u>Material del Tubo</u>	<u>Vida útil de diseño años</u>
Arcilla Vitrificada	100(1) - 132(2)
Concreto	70-100(1)
Hierro dúctil	50-100(3)
PVC	50 -100(4) (algunos de más de 50 años aun en buenas condiciones)
Polietileno de alta densidad	100 (5)
GRP Fibra de vidrio	110

- (1) Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU.
- (2) Consejo Nacional de Investigación de Canadá
- (3) Asociación de Investigación de Tuberías de Hierro Dúctil
- (4) Asociación de Tuberías de PVC
- (5) Instituto de tuberías de plástico

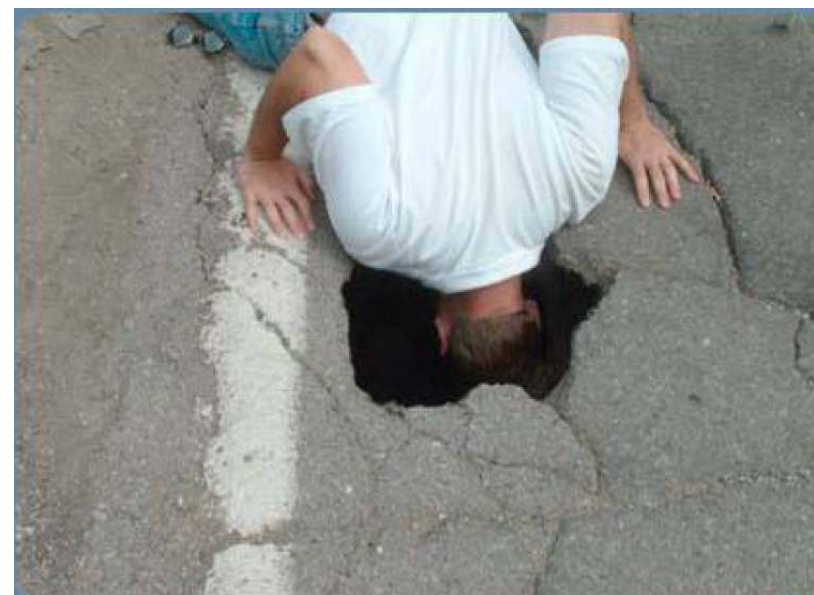
Fuente: CTAM 300 – BAMI-I





EXPECTATIVAS DE LA VIDA ÚTIL PARA EL DISEÑO

Es una práctica bastante común de las empresas de servicios públicos seleccionar un período de retorno de base que se considere razonable en función de los materiales de su sistema, la edad, la capacidad y el presupuesto. Esto puede ser de 50, 75 o 100 años. Un plan de 50 años sería muy agresivo. Sin embargo, esto no significa que cada metro lineal de la tubería tendría que ser reemplazado dentro de 50 años. Esto significa que **la evaluación de las condiciones se llevaría a cabo de manera que todas las tuberías se revisaran lo suficiente en un período de 50 años (2% al año)** para tomar una decisión informada sobre si la tubería necesita rehabilitación. Un plan de base de 100 años no debe considerarse irrazonable. Sin embargo, cualquier plan de base más largo que este, puede ser a menos que una evaluación adecuada del estado lo justifique claramente.





PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS TUBERÍAS

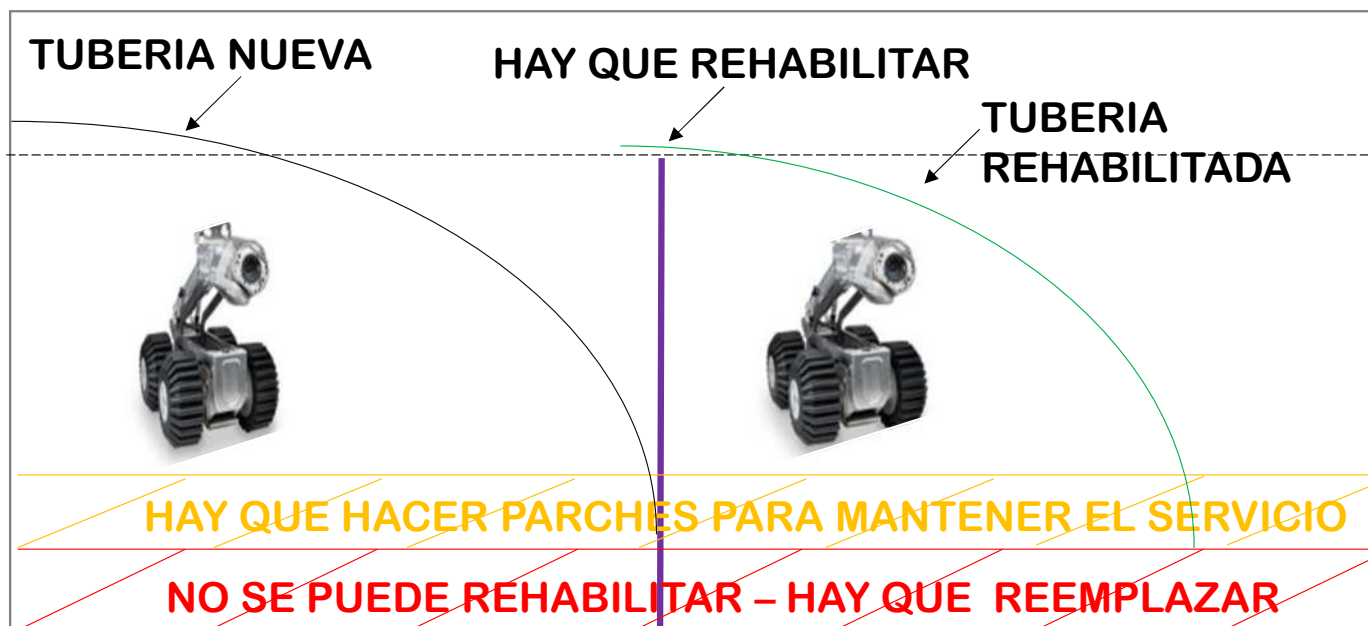
Una pregunta crucial es cuál es la vida esperada de cada activo. Esto tiene consecuencias obvias en cuanto a cuándo se debe programar un activo para su rehabilitación o reemplazo. Esto debe comenzar con conocer la fecha de instalación y de cualquier reparación.





PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS TUBERÍAS

MALA << CONDICION DE LA TUBERIA >> BUENA



TIEMPO DE SERVICIO





PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS TUBERÍAS

FACTORES A TENER ENCUENTA:

- Edad
- Material
- Pendientes
- Suelos
- Cargas vivas (de tráfico)
- Cargas muertas
- Vegetación cercana
- Aguas subterráneas
- Cantidad de caudal
- Velocidad de flujo
- Tipo de agua
- pH
- Concentraciones de H₂S
- Historia de las reparaciones
- Otros factores

		Críticidad (Vulnerabilidad/Consecuencias de Falla)				
		1	2	3	4	5
Condición (Probabilidad de Falla)	5	Rehabilitación/ Reemplazo Largo Plazo	Rehabilitación/ Reemplazo Plazo Mediano	Rehabilitación/ Reemplazo Plazo Mediano	Reemplazo Inmediato	Reemplazo Inmediato
	4	Rehabilitación Largo Plazo	Rehabilitación Plazo Mediano	Rehabilitación Plazo Mediano	Rehabilitación a Corto Plazo	Rehabilitación a Corto Plazo
	3	Rehabilitación Largo Plazo	Rehabilitación Largo Plazo	Rehabilitación Plazo Mediano	Rehabilitación o Monitoreo Regular	Rehabilitación o Monitoreo Plazo Corto
	2	Monitoreo Infrecuente	Monitoreo Infrecuente	Monitoreo Regular	Monitoreo y/o Limpieza Frecuente	Monitoreo y/o Limpieza Frecuente
	1	Monitoreo Infrecuente	Monitoreo Infrecuente	Monitoreo Regular	Monitoreo Regular	Monitoreo y/o Limpieza Frecuente

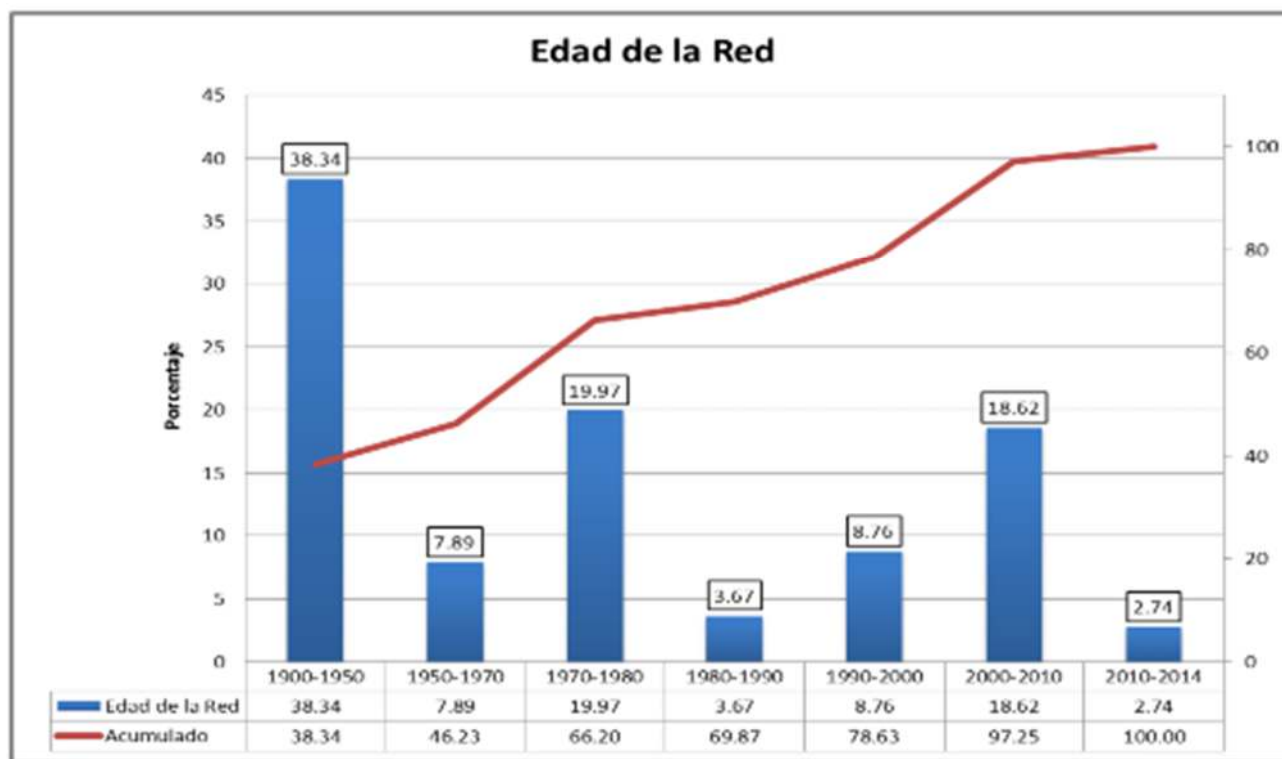




VIDA ÚTIL REAL DE LAS TUBERÍAS



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



Tubería DN1800 GRP después de 25 años de servicio





VIDA ÚTIL REAL DE LAS TUBERÍAS

Durante la vida del activo, las decisiones sobre cómo mantenerlo y explotarlo deben tomarse en contexto con el efecto que estas actividades puedan tener sobre la vida residual del activo. Si invirtiendo un 10 por ciento más al año en costos de mantenimiento la vida del activo se puede duplicar, esto podría ser una inversión que vale la pena.

- ¿Cuándo hay que rehabilitarla?
- ¿Cuánto tiempo dura la rehabilitación?
- ¿Porque no hay que cambiarla si se puede reparar?





COSTO DEL CICLO DE VIDA ÚTIL



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

El objetivo de una gestión eficaz de los activos es prestar un servicio eficaz y activo para satisfacer las necesidades de prestación de servicios del activo al costo más bajo a largo plazo. Además, una buena gestión de activos se integra con el desarrollo de estrategias y la planificación empresarial para garantizar que las soluciones no patrimoniales, los costos del ciclo de vida y los riesgos se tengan en cuenta en las fases clave del ciclo de vida de los activos.

La Asociación Americana de Obras Públicas (APWA) ha observado que es esencial que la industria pase de una estrategia de adquisiciones de baja oferta a una estrategia de costos del ciclo de vida. La APWA también observa que en la actualidad en los Estados Unidos la mayor parte de la infraestructura pública se construye mediante algún tipo de sistema de adquisiciones de oferta baja que no produce necesariamente el sistema más eficaz o eficiente cuando la totalidad del mantenimiento, reparación y rehabilitación se consideran.





COSTO DEL CICLO DE VIDA ÚTIL



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

Aunque el enfoque general para determinar los costos a lo largo de toda la vida es común a la mayoría de los tipos de activos, cada activo tendrá problemas específicos que considerar y el detalle de la evaluación deberá adaptarse a la importancia y el valor del activo. Los activos de alto costo (y los sistemas de activos) tendrán probablemente más detalles, al igual que los activos y sistemas de activos críticos.

Los gastos de mantenimiento pueden representar muchas veces el costo inicial del activo. La investigación de la EPA ha concluido que el 65-85% de todos los costos del ciclo de vida están bloqueados durante la fase de diseño y luego los costos de mantenimiento y operación continuos a menudo costarán 5-10 veces más (o más) que la construcción inicial durante la vida del activo. Este hecho pone de relieve la necesidad de una mayor comunicación entre las operaciones y el mantenimiento, los proyectos de capital y los ingenieros de diseño y los profesionales de las finanzas.





Mgtr. Daniela Sotomayor
Representante
Capítulo Ecuador



IMPORTANCIA DE LAS INSPECCIONES DE LAS REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA TOMA DE DECISIONES

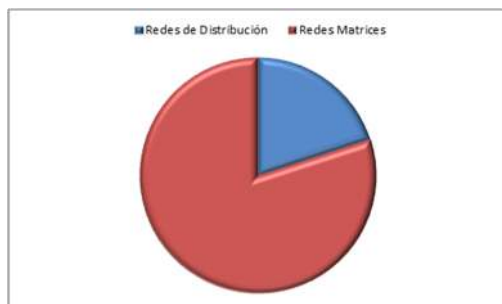


REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS

• Los Activos más importantes de las empresas de servicios públicos son los que están enterrados

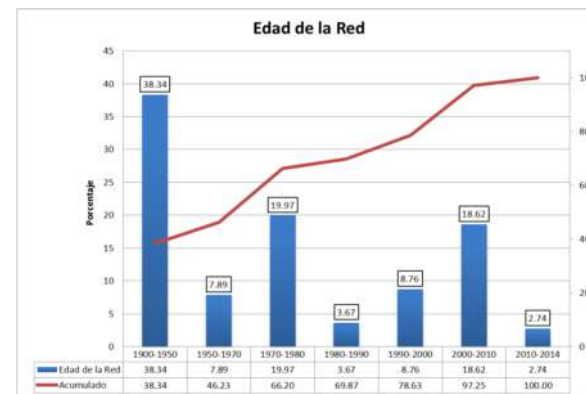
- Gas
- Agua
- Alcantarillado
- Electricidad

NECESITAN SER REVISADOS & RENOVADOS



Banco Mundial

14 BILLONES USD (Perdidas de Agua Cada año)



Redes de Alcantarillado:

Redes muy antiguas: 50-70 Años (o mas)

Redes de Acueducto:

50 -70 Años (o Mas)

Pérdidas de Agua: 25 - 90%

(Puede ser mas) \$





PÉRDIDAS DE AGUA (ANC)

- Colombia: 40 -45%

“Fugas, Fraudes, Sistemas de medición, tuberías obsoletas”

- Peru: 37%-45%:

“Fugas, Fraudes, Sistemas de medición, tuberías obsoletas”

- Argentina: 45%-55%

“ Carencias en la renovación de la red de distribución, pérdidas y fugas.”

- Ecuador: Alrededor del 45%-50%

“Fugas, imprecisión en la medición, conexiones ilegales, etc.

(29% Cuenca (representan pérdidas de USD 2 millones no facturados)

33% en Quito (se pierde por roturas de tubería. Esto significa que cada minuto se desperdician unos 137.00 litros de agua y cada hora 8'272.000 litros.)





PROBLEMAS EN LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO



INUNDACIONES



EXPLOSIONES



HUNDIMIENTOS

- IMPACTO:
- AMBIENTAL
 - SOCIAL
 - ECONÓMICO





PROBLEMAS EN LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO



ACUEDUCTO

- Fugas
- Conexiones Fraudulentas
- Imprecisión en Medición
- Carencias en Renovación de Redes
- Fallas en los sistemas de distribución
- Catastros Inexactos
- Falta de Mantenimiento
- Tubería Obsoleta
- Grandes Racionamientos

ALCANTARILLADO

- Colapsos tuberías
- Colapsos vías
- Infiltraciones
- Reducciones capacidad hidráulica
- Falta de mantenimiento
- Tuberías obsoletas
- Carencia de renovación
- Fallas en sistemas colectores
- Inundaciones
- Catastros inexactos

- MUCHAS DE ESTAS SOLUCIONES: CAMBIOS / REHABILITACION EN LAS TUBERIAS
- CAMBIAR/ REHABILITAR EFICIENTEMENTE: REQUIERE TENER INFORMACION
 - PARA TENER INFORMACION: SE DEBE MONITOREAR/ INSPECCIONAR

CUANDO SE TIENE INFORMACION SE PUEDE DISEÑAR/ ESTRUCTURAR BIEN UN PROYECTO DE CONSTRUCCION





ACTIVIDADES



Estudios de Suelos



Topografía



Inspección Interna de Redes



Mapeo Subterráneo

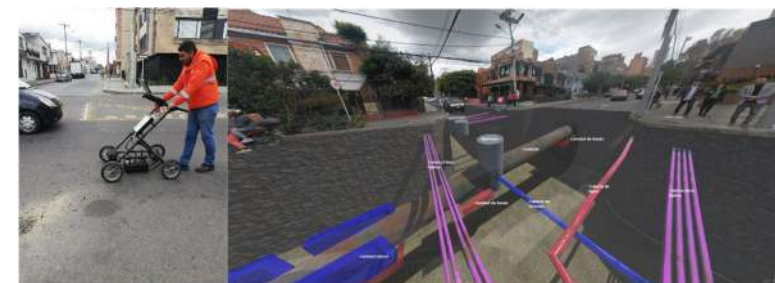


Ilustración 24. Localización de 13 cruces en el municipio de Riosucio, Caldas.

Consultoría y Diseño

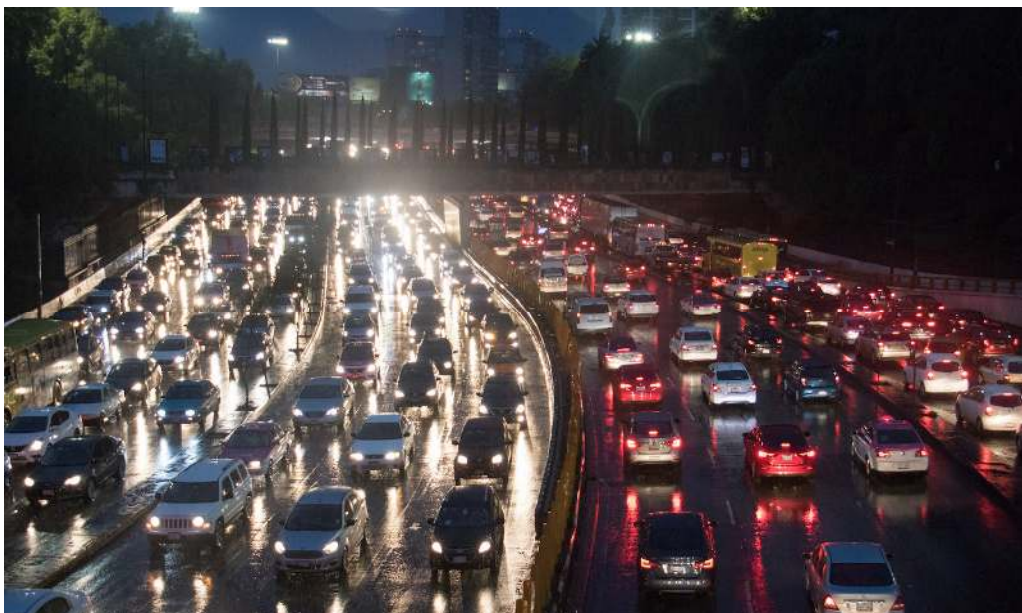


**Rehabilitación/
Renovación/ Redes Nuevas**



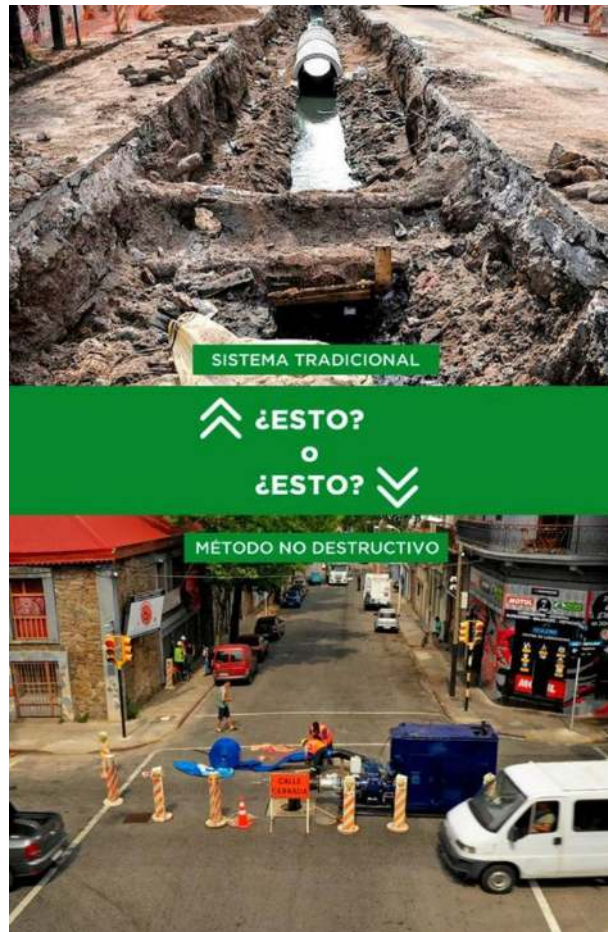


NUESTRAS CIUDADES





TECNOLOGÍAS SIN ZANJA





TECNOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN



TECNOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN

INSPECCIÓN INTERNA DE REDES (Interior de las Tuberías)



Determina el estado actual y probabilidad de falla en los sistemas de alcantarillado y agua potable.

MAPEO SUBTERRANEO (Alrededor y Aledaño a las tuberías de interés)



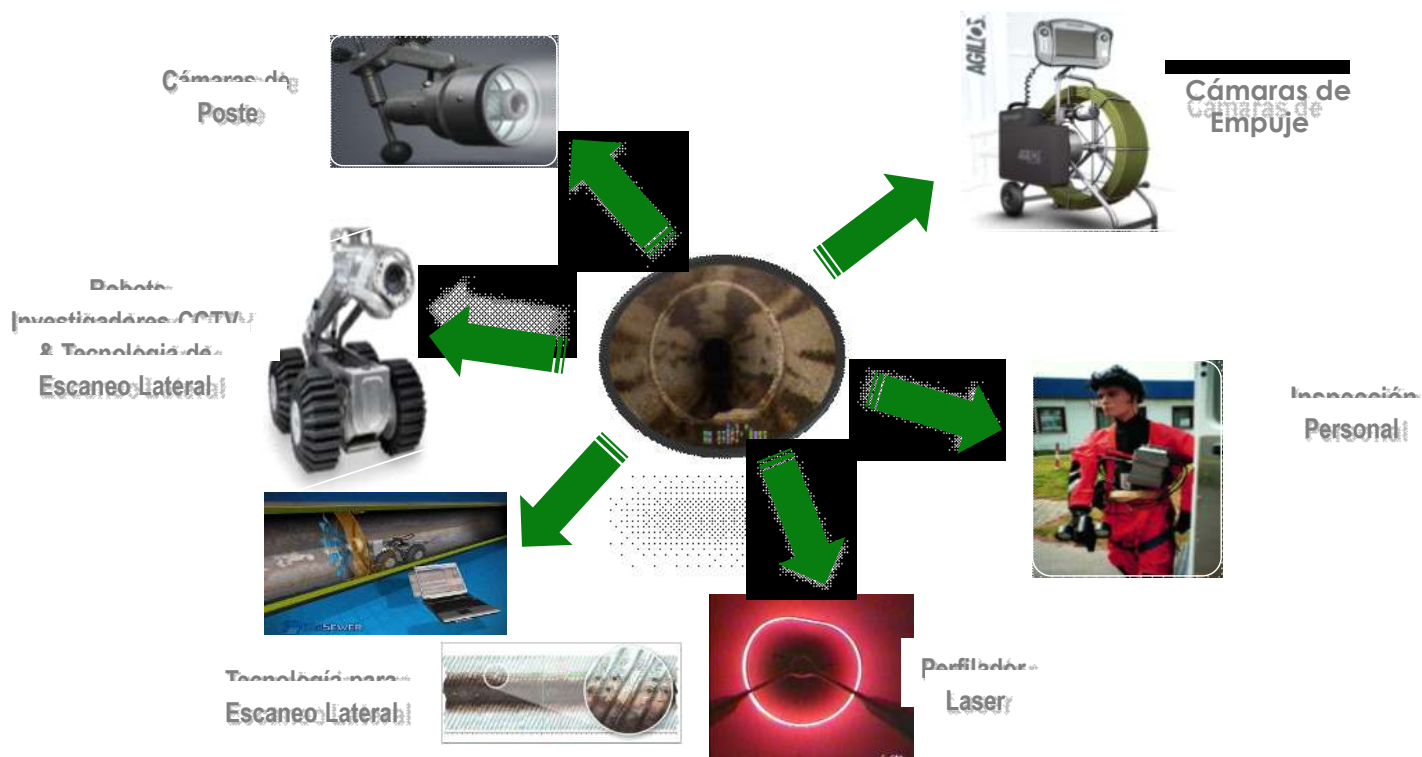
Elaboración de planos de interferencias con precisión y rapidez.





INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE TUBERÍAS

INSPECCIÓN





INSPECCION CON CCTV





INSPECCION CON ESCANEO

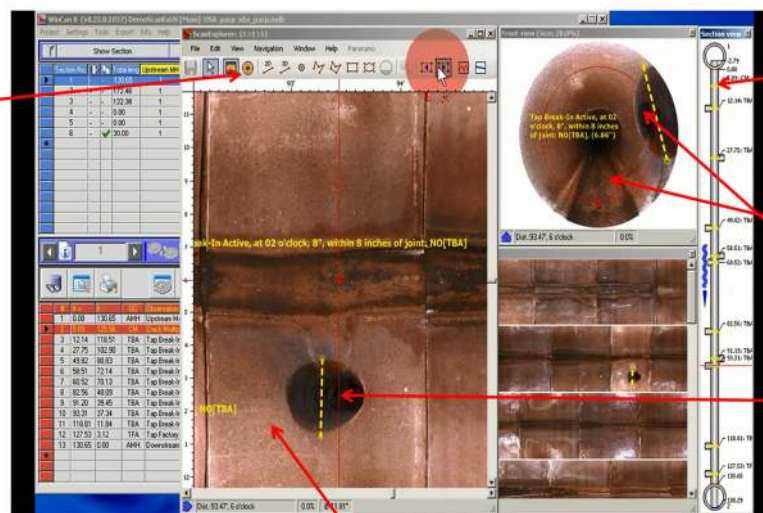


- Cámara de escaneo óptico o escaneo lateral de 360*
- Herramientas especializadas de medición



Herramientas de Medicion

(Mismas para todas Las tecnologias de Escaneo Optico) Tanto 2D como 3 D



Vista Bidimensional del tubo

Perfil del Tubo

Vista Frontal del Tubo

Mediciones de Juntas





CÁMARA DE POSTE CCTV CON ZOOM – INSPECCIÓN RÁPIDA

- No hay entrada de Personal
- Cámara se posiciona en la boca del Tubo y trabaja con Zoom muy potente
- Tiene un Sistema de Medición de distancias
- 10-15 minutos por tubería
- Encuentra rápidamente algunos problemas en las tuberías
- Equipo sumamente útil para planear trabajos de (Limpieza) de los hidrosuccionadores & equipos robotizados de inspección
- Equipo óptimo para catastros más detallados





INSPECCIÓN – TECNOLOGÍA MULTISENSOR



Laser ———
Sonar ———

- INSPECCIÓN DE REDES DE GRANDES DIÁMETROS CON FLUJOS DIFÍCILES DE CONTROLAR





INSPECCIÓN DE TUBERÍAS DE GRANDES DIÁMETROS



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

Los avances tecnológicos significan que ya no está limitado a una inspección solo visual de su infraestructura crítica. Para eliminar las conjeturas en las tuberías de gran diámetro, es importante respaldar daciones con datos cuantificables y precisos.



LASER / LIDAR

Medidas cuantitativas de corrosión o flexiones y deflexión de la pared



SONDA/ SONAR

Análisis submarino de sedimentos, acumulación y volúmenes



CCTV virtual de 360 grados*

Inspección de cobertura digital de 360°



CALIDAD DE IMAGEN HD*

Imágenes claras en tuberías más grandes



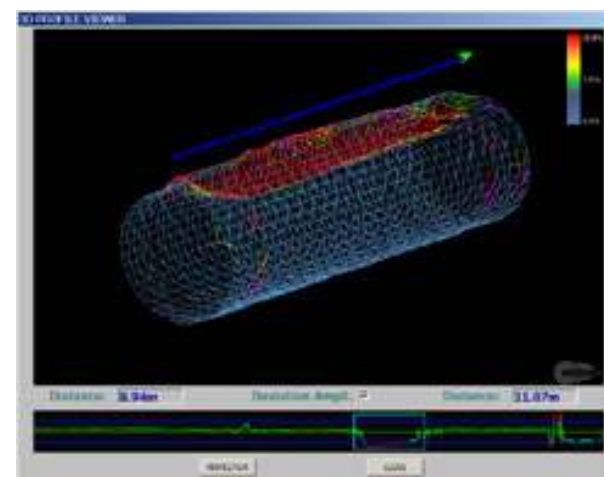
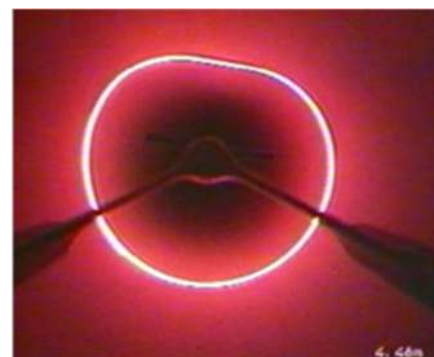


PERFILADOR LASER



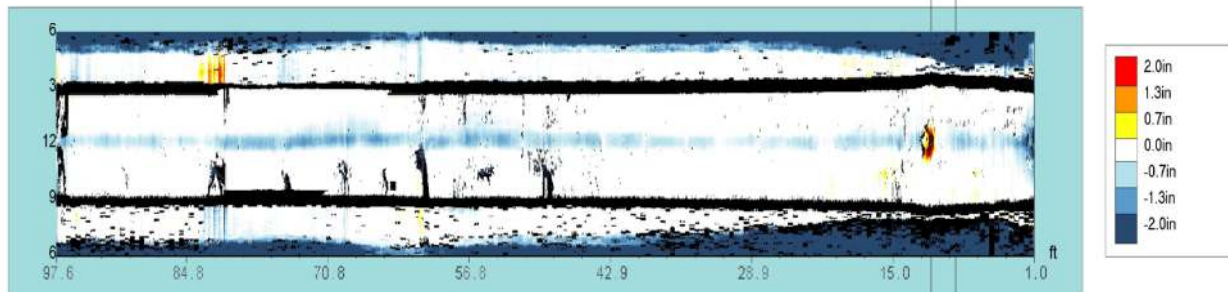
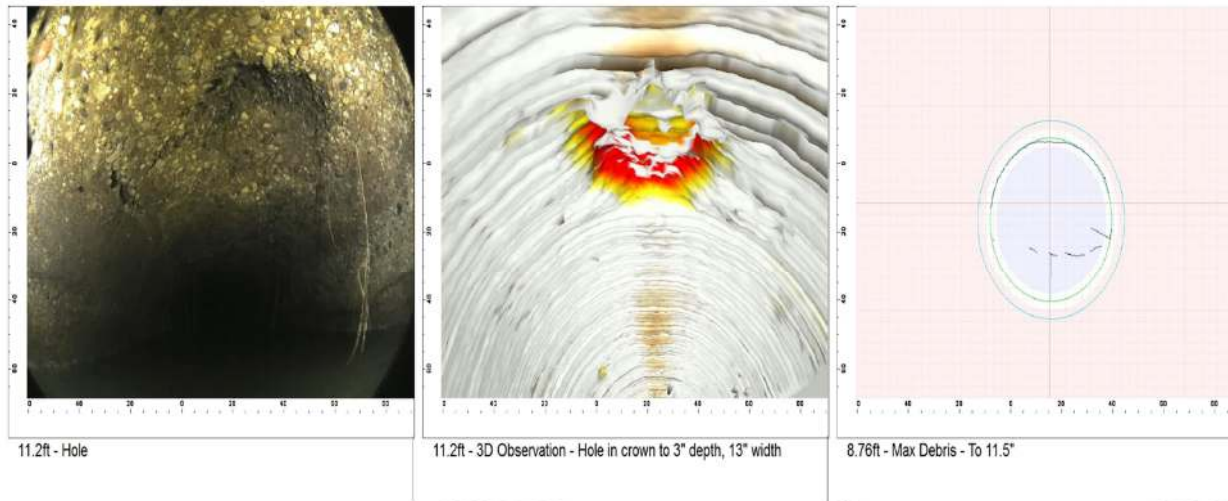
LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

- Identifica la ovalidad precisa y los tamaños de tubería
- Mide el deterioro de la pared
 - Pérdida de hormigón por corrosión H_2S
 - Fallas de revestimiento
- Profundidad del concreto faltante en las juntas
- Tamaño(s) de agujeros





INSPECCIÓN – PERFILADOR LASER

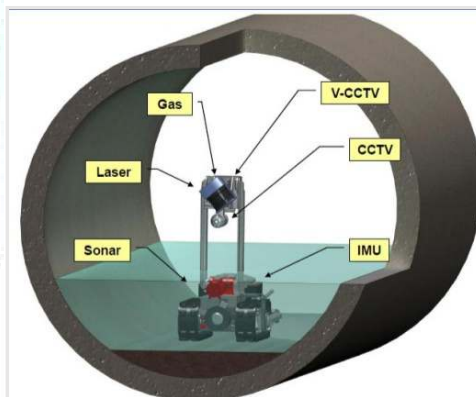


- Identifica la ovalidad precisa y los tamaños de tubería
- Mide el deterioro de la pared
 - Pérdida de hormigón por corrosión H₂S
 - Fallas de revestimiento
- Profundidad del concreto faltante en las juntas
- Tamaño(s) de agujeros





EQUIPO DE SONAR

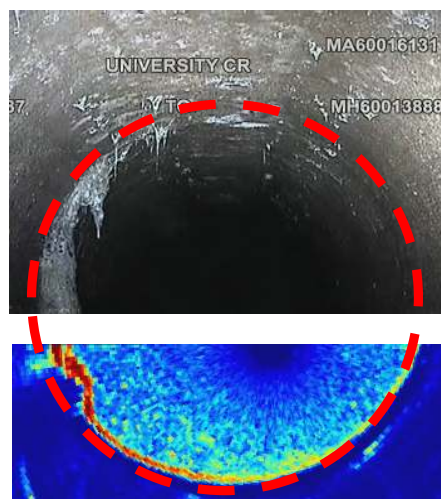
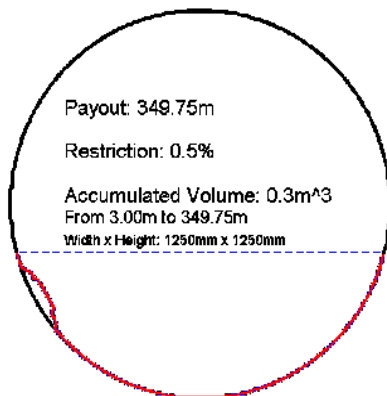


- Sonar captura secciones transversales y las condiciones de las paredes de la red por debajo del flujo.

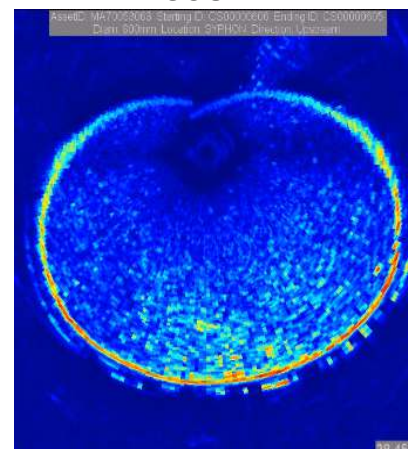




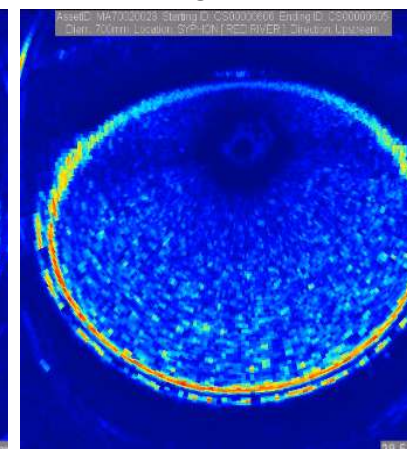
EQUIPO DE SONAR



SOUTH PIPE



NORTH PIPE



SOUTH ←

**FACING UPSTREAM
FACING WEST**

→ **NORTH**

- Se puede utilizar para mucho más que el perfilado tradicional de desechos



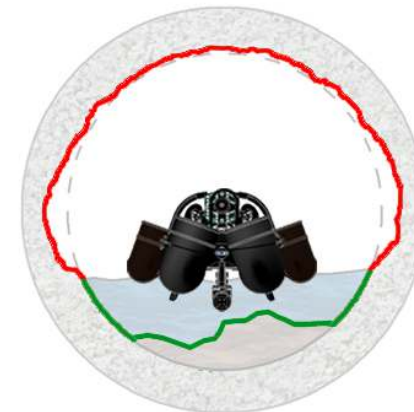


PLATAFORMAS DE MULTISENSOR

CCTV / LASER / SONDA : 24" – 240+"

La inspección sincronizada de multisensor proporciona datos de perfil continuos de 360 °, con láser y sonar capturados simultáneamente, a lo largo del mismo plano.

- Corrosión / Pérdida de tubería – ¿Cuánta deterioración existe?
- Volumen de sedimentos: ¿cuántos sedimento hay acumulado?
- Ovalidad/Deflexión – ¿Cuánta deformación existe?
- Dimensiones medidas: ¿cuál es el diámetro interno de la tubería?
- H2S/Temperatura – ¿done hay corrosión probable?



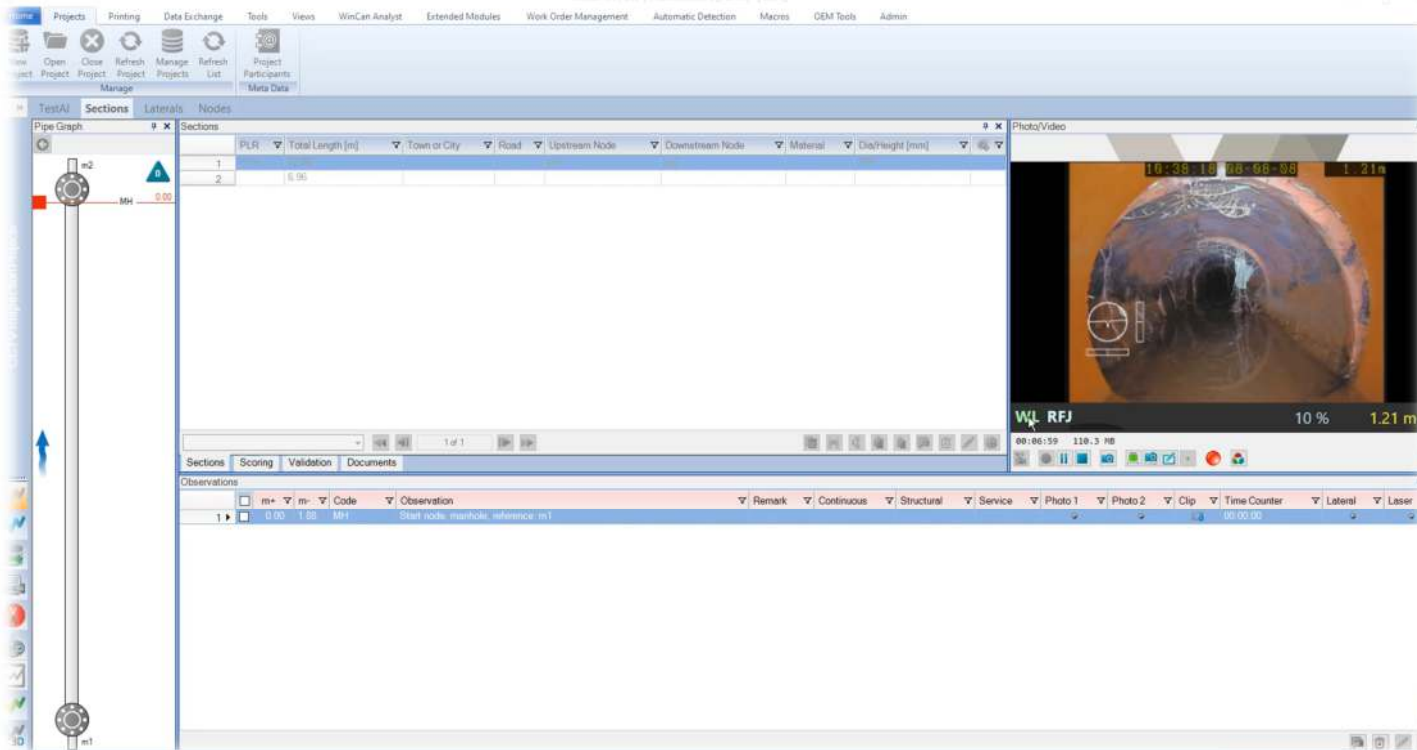
Laser ———
Sonar ———





TECNOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN

LAMSTT
LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



NASSCO
NATIONAL ASSOCIATION OF
SEWER SERVICE COMPANIES





TECNOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

PACP CLASIFICACIÓN DE CONDICIÓN



NASSCO
NATIONAL ASSOCIATION OF
SEWER SERVICE COMPANIES

Grado 1 - Bueno

Grado 2 - Regular

Grado 3 - Malo

Grado 4 - Muy Malo

Grado 5 - Crítico





TECNOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN MAPEO

MAPEO SUBTERRANEO



TOPOGRAFÍA MILIMÉTRICA

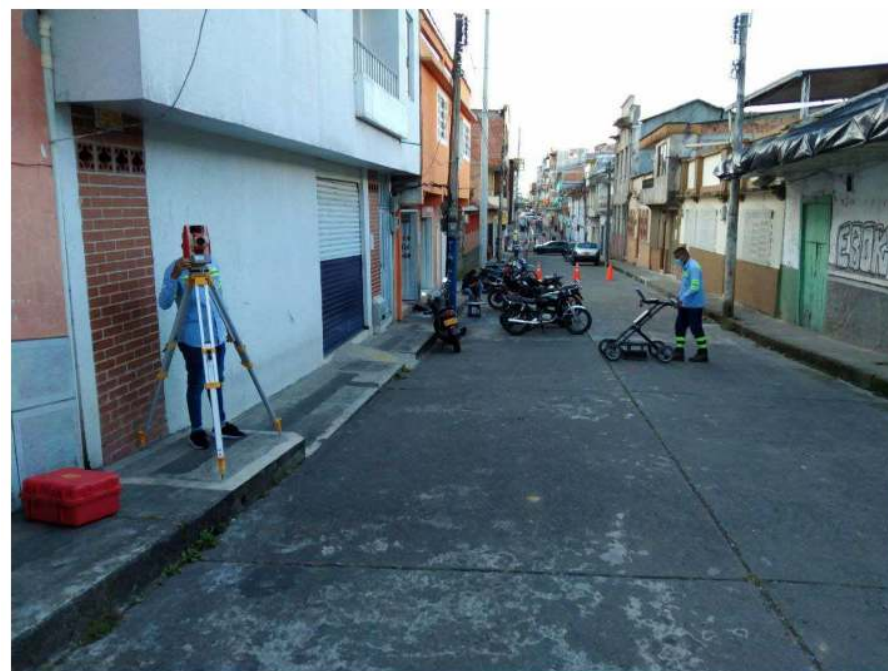


Ilustración 48. Levantamiento y toma de perfiles GPR.

**Geolocalización de toda la Infraestructura Subterránea
Alrededor/Circundante a nuestra tubería de interés**



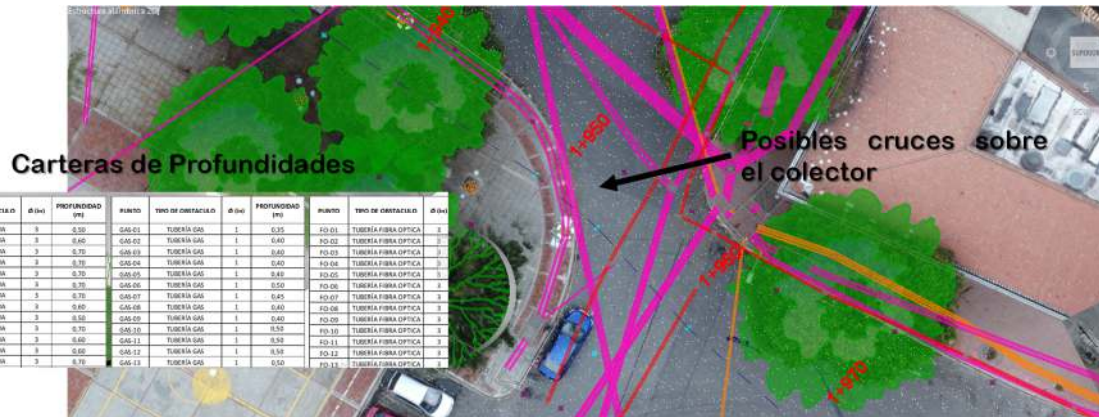


TECNOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

MAPEO SUBTERRANEO



A medida que mejor conozcamos el estado y ubicación de las redes subterráneas, se podrán evitar percances al momento de su intervención.



Carteras de Profundidades

N	TIPO DE OBSTACULO	Ø (m)	PROFUNDIDAD (m)	PUNTO	TIPO DE OBSTACULO	Ø (m)	PROFUNDIDAD (m)	PUNTO	TIPO DE OBSTACULO	Ø (m)
1	TUBERIA AGUA	8	0.55	645-01	TUBERIA GAS	1	0.35	650-01	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	8	0.60	645-02	TUBERIA GAS	1	0.40	650-02	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.70	645-03	TUBERIA GAS	1	0.40	650-03	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.75	645-04	TUBERIA GAS	1	0.40	650-04	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.70	645-05	TUBERIA GAS	1	0.40	650-05	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.70	645-06	TUBERIA GAS	1	0.50	650-06	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.75	645-07	TUBERIA GAS	1	0.45	650-07	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	8	0.60	645-08	TUBERIA GAS	1	0.40	650-08	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.50	645-09	TUBERIA GAS	1	0.40	650-09	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.70	645-10	TUBERIA GAS	1	0.50	650-10	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.60	645-11	TUBERIA GAS	1	0.50	650-11	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	8	0.60	645-12	TUBERIA GAS	1	0.50	650-12	TUBERIA FIBRA OPTICA	1
1	TUBERIA AGUA	3	0.70	645-13	TUBERIA GAS	1	0.50	650-13	TUBERIA FIBRA OPTICA	1





TECNOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

MAPEO SUBTERRANEO

Garantizar la localización exacta de todas las redes de servicios públicos.

Daños en redes de agua potable



Hundimientos



Daños en redes eléctricas



Accidentes con redes de gas



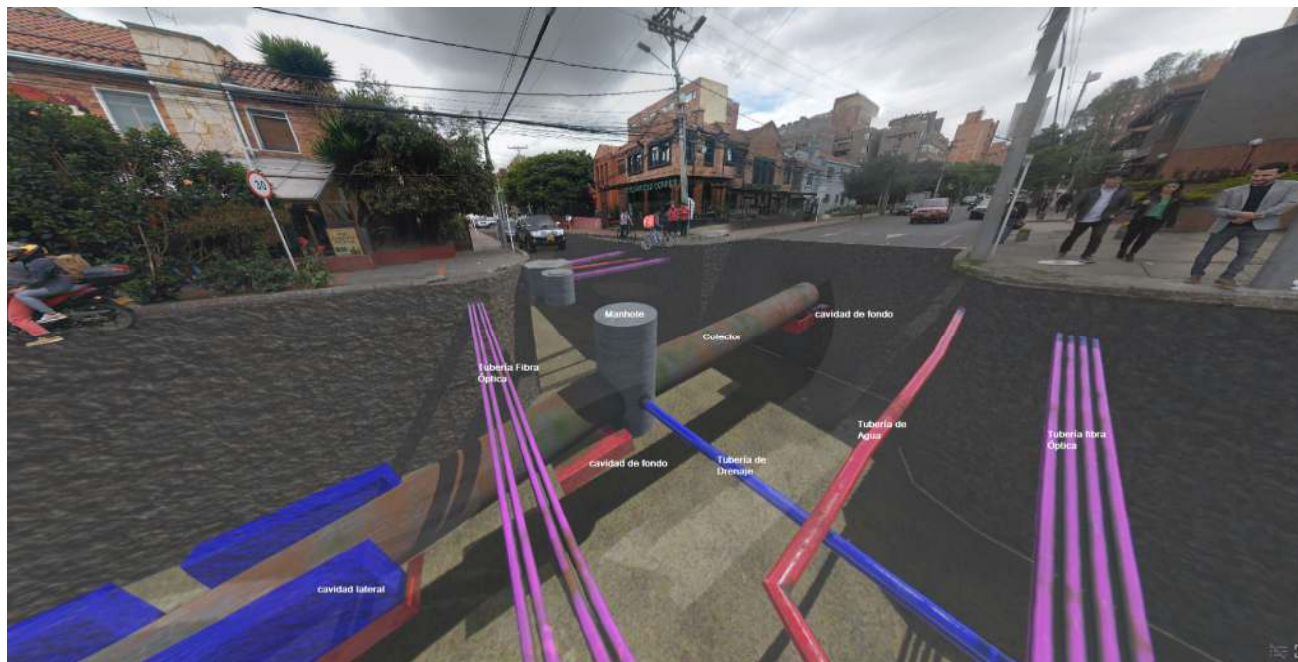
Sobrecostos en el presupuesto





TECNOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

MAPEO SUBTERRANEO



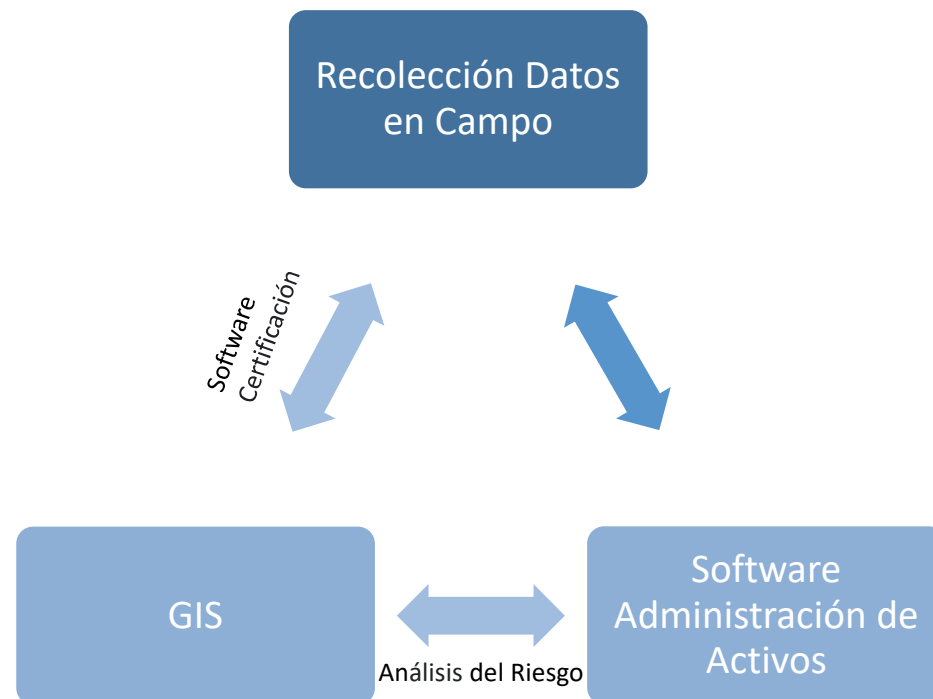


ANÁLISIS DE VARIABLES

(Después de llevar a cabo la fase de investigación de tuberías y mapeo subterráneo)



FLUJO DE ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN



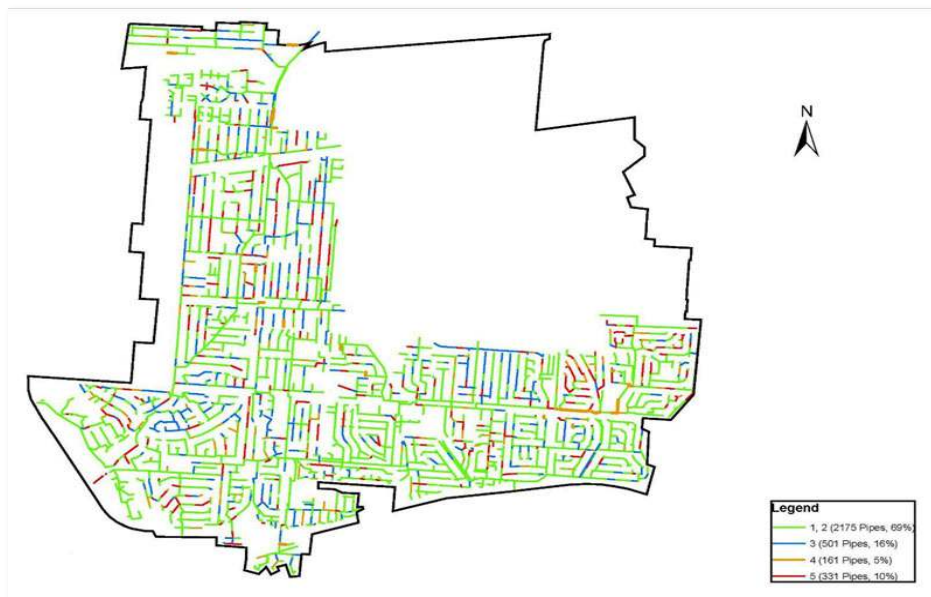


PRIORIZACIÓN PARA REHABILITAR

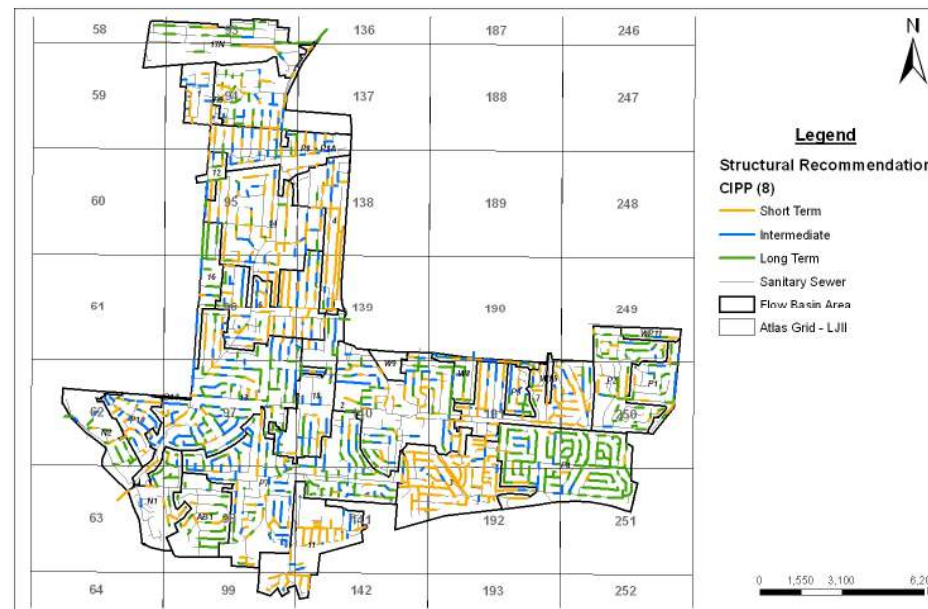


LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

INSPECCIÓN



TUBERÍAS CON CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL (1 A 5)



TUBERÍAS A REHABILITAR CON CIPP





ACTIVIDADES Y PRIORIZACIÓN BASADOS EN LA INFORMACIÓN





Ing. Juan Fernando Pareja
Vicepresidente
LAMSTT



COMO PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LAS TUBERIAS



HISTORIA DEL CIPP

- 1960 en Japón trabaja con recubrimientos epoxy en tuberías.
Externos
Discretos
Reparaciones puntuales Tuberías
metálicas Tiempos de curados
altos Solo a diámetros medianos
- Década del 60 Británicos, Alemanes y Suizos Internas
Continua
Tuberías cementadas y áridos cocidos
Durabilidad hacia el PVC (50 años)
Reducción tiempo curado Pulcritud y
estética del acabado





HISTORIA DEL CIPP

- 1970 Eric Wood, en Londres, hace la primera aplicación de CIPP en una tubería doméstica con resina y utilizando como felpa unas pantimedias, con un aislamiento plástico del agua caliente como acelerante del curado.
- 1971, se hace la primera rehabilitación oficial con CIPP, al día de hoy aún existe.
- 1975 a 1977 proceso de patente en EUA.
- 1994 patente queda de uso abierto.
- ASTM F1216-98 Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube
- Al día 12 versiones de la ASTM F1216-22
- ISO 11296-4 al día 3 versiones -9:2022
- Década del 60 Japoneses, Británicos, Alemanes y Suizos
- Década del 80 Estados Unidos de Norteamérica

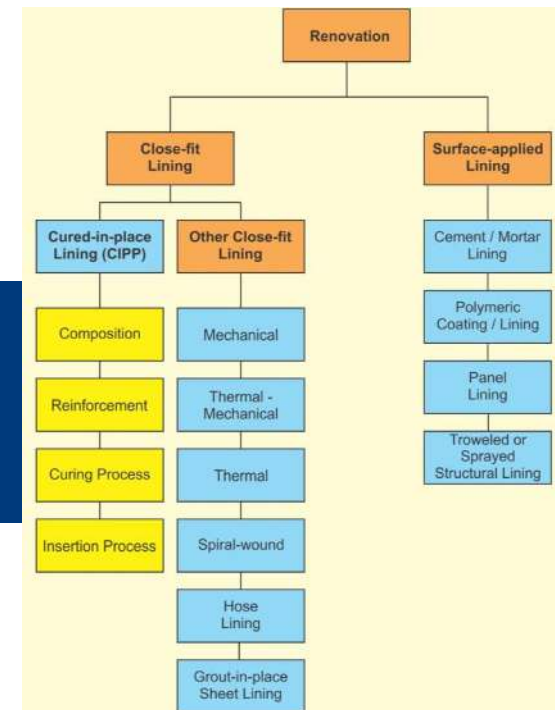
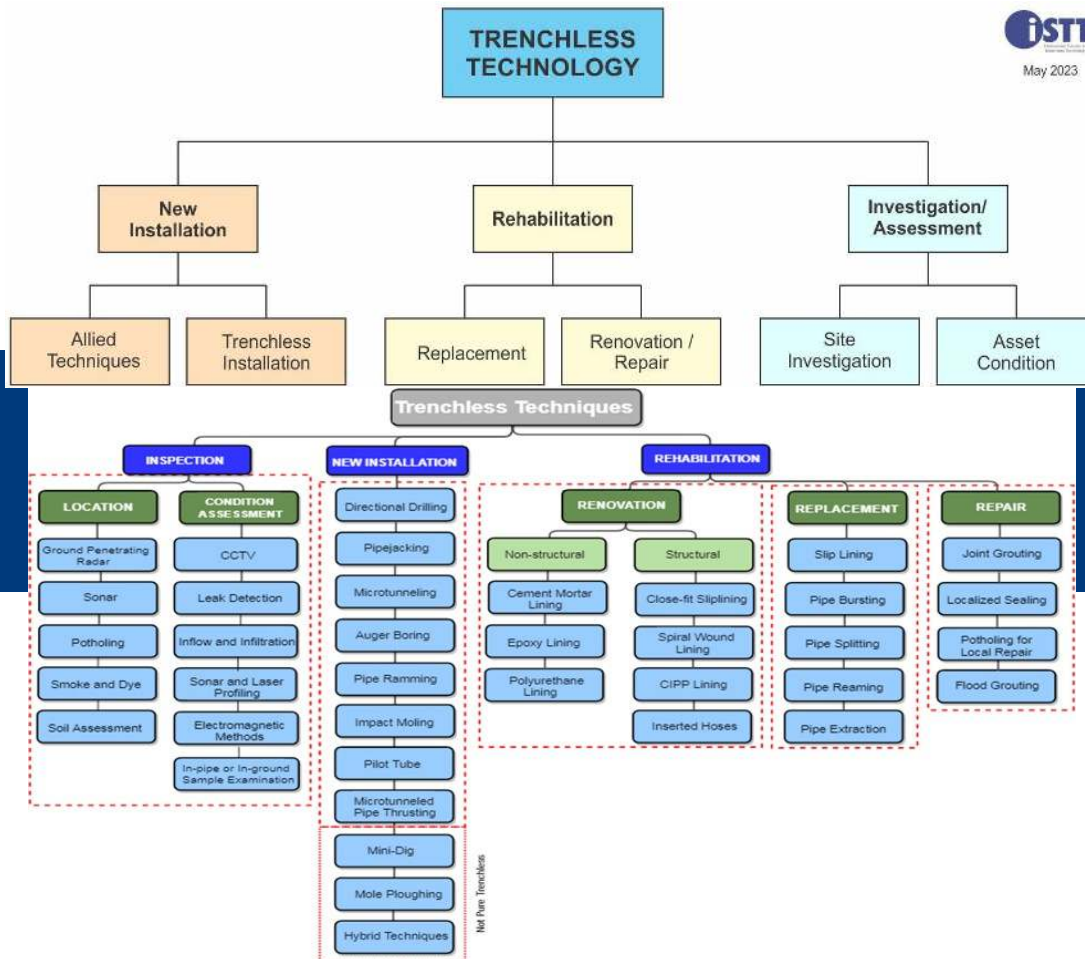




CONCEPTOS PREVIOS



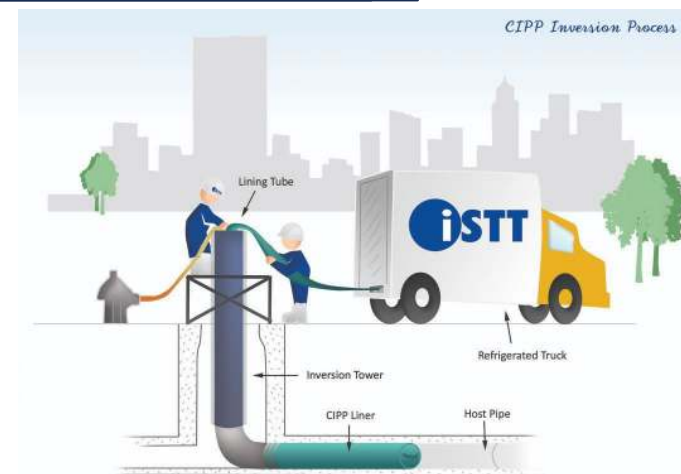
CIPP – CURED IN PLACE PIPE TUBERIA CURADA EN SITIO



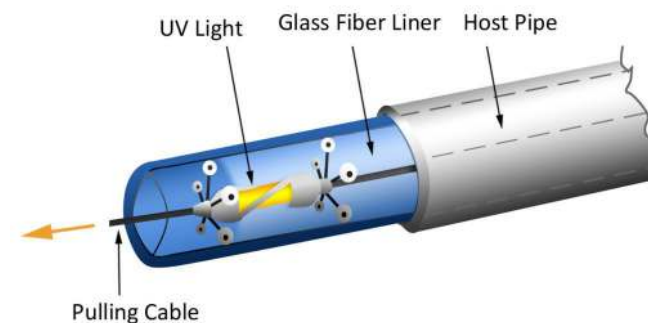


CIPP – CURED IN PLACE PIPE TUBERIA CURADA EN SITIO

- Revestimiento interno continuo, sin juntas de una tubería mediante una felpa impregnada de una resina, que se cura, solidifica, tomando la forma interna de la tubería huésped, mediante la aplicación de calor o luz que genera un proceso exotérmico.
- El principal uso es para rehabilitación de redes de alcantarillado.
- Varían las secciones de aplicación de 2” a 110”, desde formas circulares, ovoides y prismáticas
- La longitud de aplicación varía conforme con el diámetro, espesor de la manga y trazado, normalmente no superan los 300 m para secciones pequeñas.
- El close fit o ajuste del borde de contacto, por lo general deja un espacio anular que depende del tipo de resina que se utilice. En algunos casos existe adherencia no estructural.
- La manga puede ser insertada por halado o por reversión.



UV Cured Liner





CIPP – CURED IN PLACE PIPE TUBERIA CURADA EN SITIO

- Las felpas varían de no tejidas a tejidas según la funcionalidad y flexibilidad requerida. Existen fibras de poliéster o poliméricas, de vidrio, de carbono multidireccionales, metálicas livianas.
- La impregnación se hace por vacío, gravedad, o presión, buscando una impregnación uniforme y estática dentro de la felpa
- Las resinas se usan según la funcionalidad y servicio a prestar. Existen las epóxica, vinilester, poliéster, silicatos.
- El curado se puede realizar mediante columna de agua, recirculación de vapor de agua, luz UV, resistencias insertadas. De acuerdo con las resinas y el entorno son los tiempos de curados óptimos.
- Una vez finalice el curado, las propiedades físico mecánicas de la manga endurecida permanecen constantes por el tiempo, salvo por deterioro externo.
- Las felpas en un inicio su función era aglomerar la resina para el proceso de curado, hoy en día mejoran las condiciones físico mecánicas de la nueva tubería según la necesidad.
- La presencia de aceites o grasas en la tubería huésped, no permiten un curado adecuado de las resinas.





VIDA ÚTIL DEL CIPP



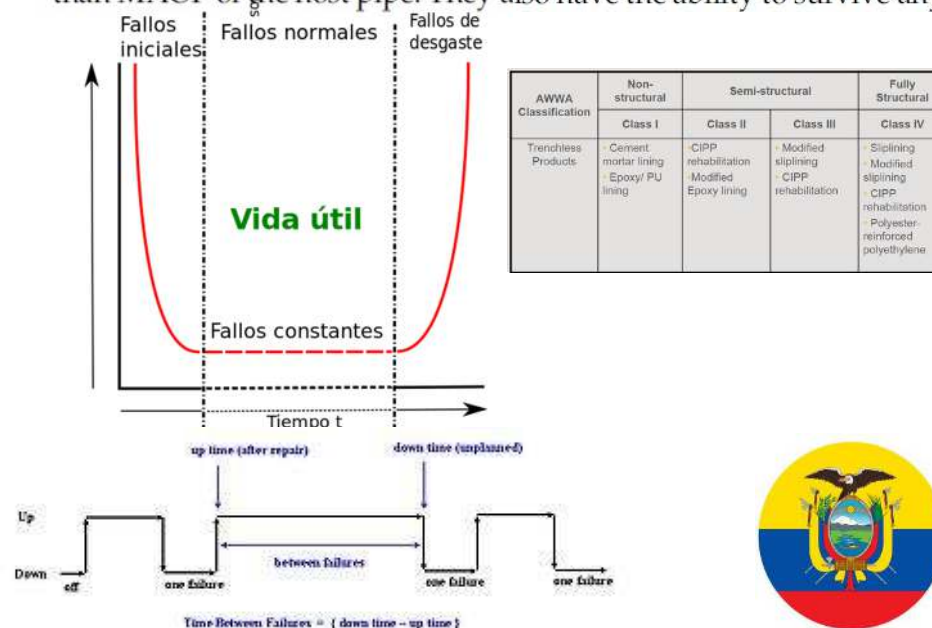
VIDA UTIL DEL CIPP



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

- La vida útil es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado. Cuando se refiere a obras de ingeniería, se calcula en años, sobre todo para efectos de su amortización, ya que en general estas obras continúan prestando utilidad mucho más allá del tiempo estimado como vida útil para el análisis de factibilidad económica.
- Los estándares y normas estiman que, para este tipo de productos, y con la información existente la proyección no debe pasar de 50 años, por lo que las tolerancias y desviaciones de los ensayos se corroboran matemáticamente.
- El tiempo de vida útil de un producto es su período de uso en servicio entre fallos.
- Un sistema de alcantarillado podría tener un tiempo de trabajo de 24/24 horas (1 día), un MTTF activo previsto de 12.960 horas (1,5 años) sin mantenimiento, o MTBF 34.560 horas (4 años) con mantenimiento, una confiabilidad de 0,85 y una vida útil de 50 años.

- **Class II and III linings:** These linings are called semistructural because they interact with the host pipe. According to AWWA M28 (AWWA 2014), Class II and III liners are not expected to survive burst failure of the host pipe, because their **long-term** (50-year) internal burst strength is less than the maximum allowable operating pressure (MAOP) of the host pipe. Some of these liners are capable of
- **Class IV linings:** These linings are fully structural—essentially a pipe within a pipe—and they possess a 50-year internal burst strength, when tested independently from the host pipe, equal to or greater than MAOP of the host pipe. They also have the ability to survive any





VIDA UTIL DEL CIPP

- De los ensayos controlados en ambientes similares a una obra con los estándares ASTM para el diseño y construcción del CIPP, se ensayaron varias muestras por un periodo de 14 meses (10.000 horas), donde la interpolación permite observar que las muestras cumplen con las tolerancias y desviaciones de norma para llegar a una vida útil de 50 años.

Group	Samples Designations	Standard Images of Samples
F	F	
CFE	CFEFC	
G	G4C5E6C7	
FG	FG2F/FG3F/FG4F/FG5F	
CFG	CFG3CF	

Table 5. Mechanical properties with long-term modulus of samples.

Samples	d (mm)	E _B (MPa)	M (kg)	E _{L50} (MPa)	C _L (CRF)
G4	5.14	12,800	10	7121	0.56
G5	5.94	13,600	15	8688	0.64
CFG3CF excluding C	5.96	4590	4.5	2336	0.51

Table 1. ASTM F1216 [11] minimum chemical resistance requirements for domestic sanitary sewer applications.

Chemical Solution	Concentration (%)
Tap water (pH 6-9)	100
Nitric acid	5
Phosphoric acid	10
Sulfuric acid	10
Gasoline	100
Vegetable oil	100
Detergent	0.1
Soap	0.1

Table 2. Summary of materials and its characteristics for CIPP liner.

Material Name	Abbreviation	Thickness	Type
Unsaturated polyester resin	-	n/a (Liquid state)	Iso-type
Polyester nonwoven felt	F	2 mm	Polyester
Polyester nonwoven felt with coating film	CF	1.5 mm	Polyester
Roving cross glass fiber and chopped strand mat	G	1 mm	E-glass

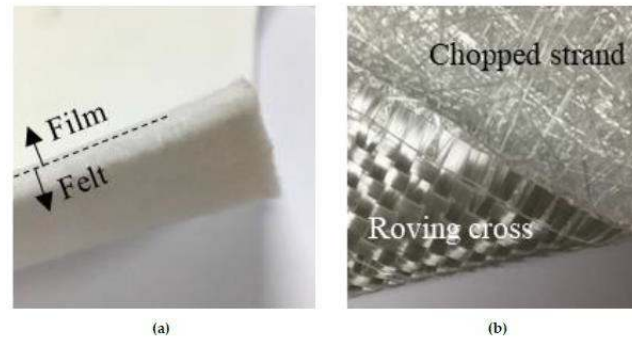
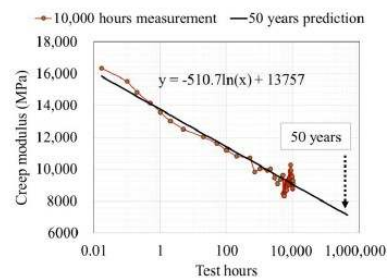


Figure 3. Appearance of materials for CIPP liner. (a) Polyester nonwoven felt with CF and (b) Roving cross glass fiber and chopped strand mat.

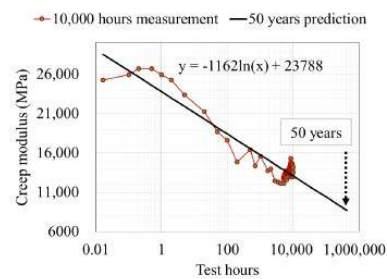




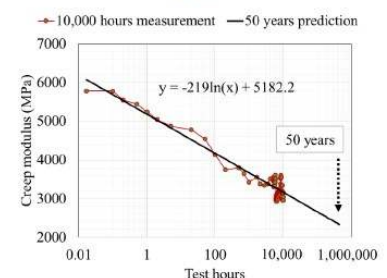
VIDA UTIL DEL CIPP



(a) G4.



(b) G5.



(c) CFG3CF.

Figure 7. Experimental results of creep modulus for samples (a) G4, (b) G5, and (c) CFG3CF.

- De los ensayos controlados en ambientes similares a una obra con los estándares ASTM para el diseño y construcción del CIPP, se ensayaron varias muestras por un periodo de 14 meses (10.000 horas), donde la interpolación permite observar que las muestras cumplen con las tolerancias y desviaciones de norma para llegar a una vida útil de 50 años.

DOCUMENTO	NOMBRE
ASTM D 0790	Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials.
ASTM D 0903	Standard test method for peel or stripping strength of adhesive bonds.
ASTM D 5813	Standard specification for cured in place thermosetting resin sewer piping systems.
ASTM C 0581	Standard practice for determining chemical resistance of thermosetting resins used in glass fiber reinforced structures intended for liquid service.
ASTM D 0638	Standard test method for tensile properties of plastics
ASTM F 1216	Standard practice for rehabilitation of existing pipelines and conduits by the inversion and curing of a resin impregnated tube.





VIDA UTIL DEL CIPP (CASO EAAB)

- De una tesis de maestría, para un análisis de muestras de varias obras, se presentaron los datos reales y proyecciones de vida útil.

Tabla 1. Combinaciones de revestimientos en CIPP de esta investigación

Proyecto	Combinación de CIPP	Componentes		
		Manga	Resina	Curado
Proyecto M	Tipo 1	Poliéster	Epóxica	Vapor de agua
Proyecto S	Tipo 2	Fibra de vidrio	Poliéster	Luz UV
Proyecto C				

Figura 3. Resultados del Proyecto M (CIPP Tipo 1): (a)Esfuerzos a flexión (b)Módulos de elasticidad a flexión

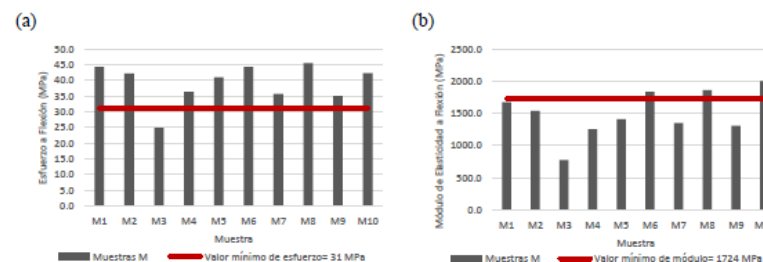
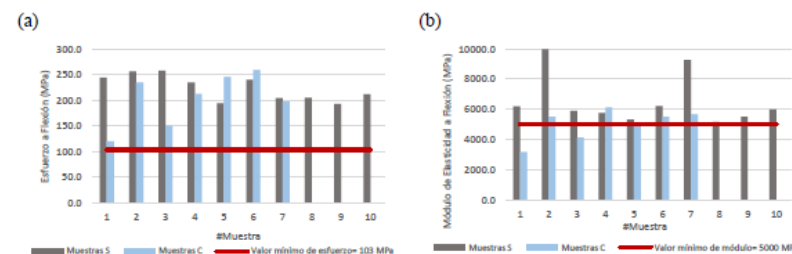


Figura 1. (a) Montaje de ensayo a flexión CIPP Tipo 1 (b) Montaje de ensayo a flexión CIPP Tipo 2



Figura 5. Resultados de los Proyectos S y C (CIPP Tipo 2): (a)Esfuerzos a flexión (b)Módulos de elasticidad a flexión





CONCLUSIONES



CONCLUSIONES



- Se demuestra que bajo condiciones controladas se alcanza el valor estimado de vida útil de los elementos.
- Lo que reafirma que para los diseños se deben tener identificadas las condiciones del entorno, y tener un control exhaustivo durante la construcción.
- La vida útil de los sistemas está ligada a los programas de operación y mantenimiento, lo que aumenta la vida útil más allá de los 50 años antes de entrar a la curva de desgaste.
- La vida útil la define las necesidades del problema, por lo que el tema de factibilidad y diseño toma un papel de importancia para el éxito del proyecto, además de los controles durante la construcción.





GRACIAS!