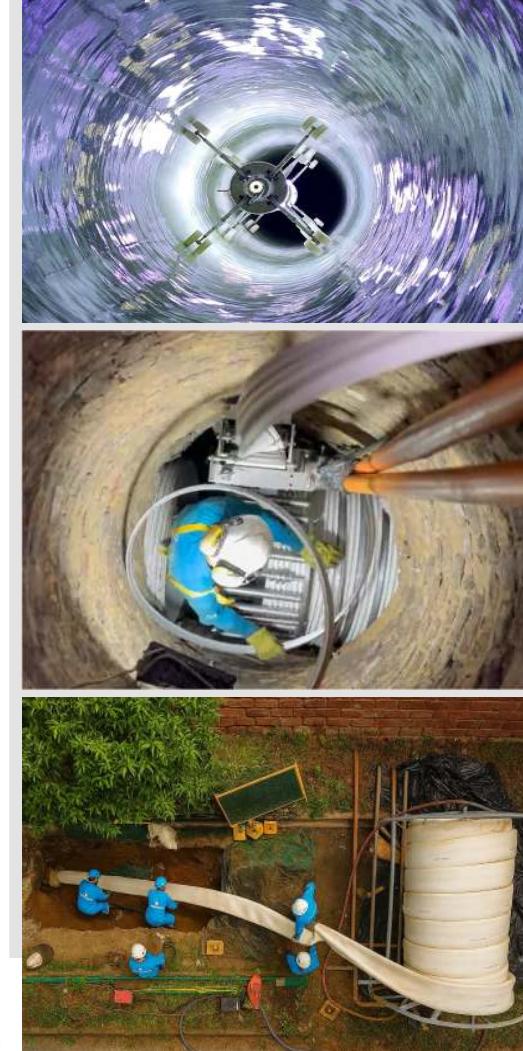




# REHABILITACIÓN SIN ZANJA: INNOVACIÓN SUBTERRÁNEA CON CIPP, SWLP Y FIPP

**SG Ingeniería**  
en ductos S.A. ESP  
Soluciones ambientales e industriales





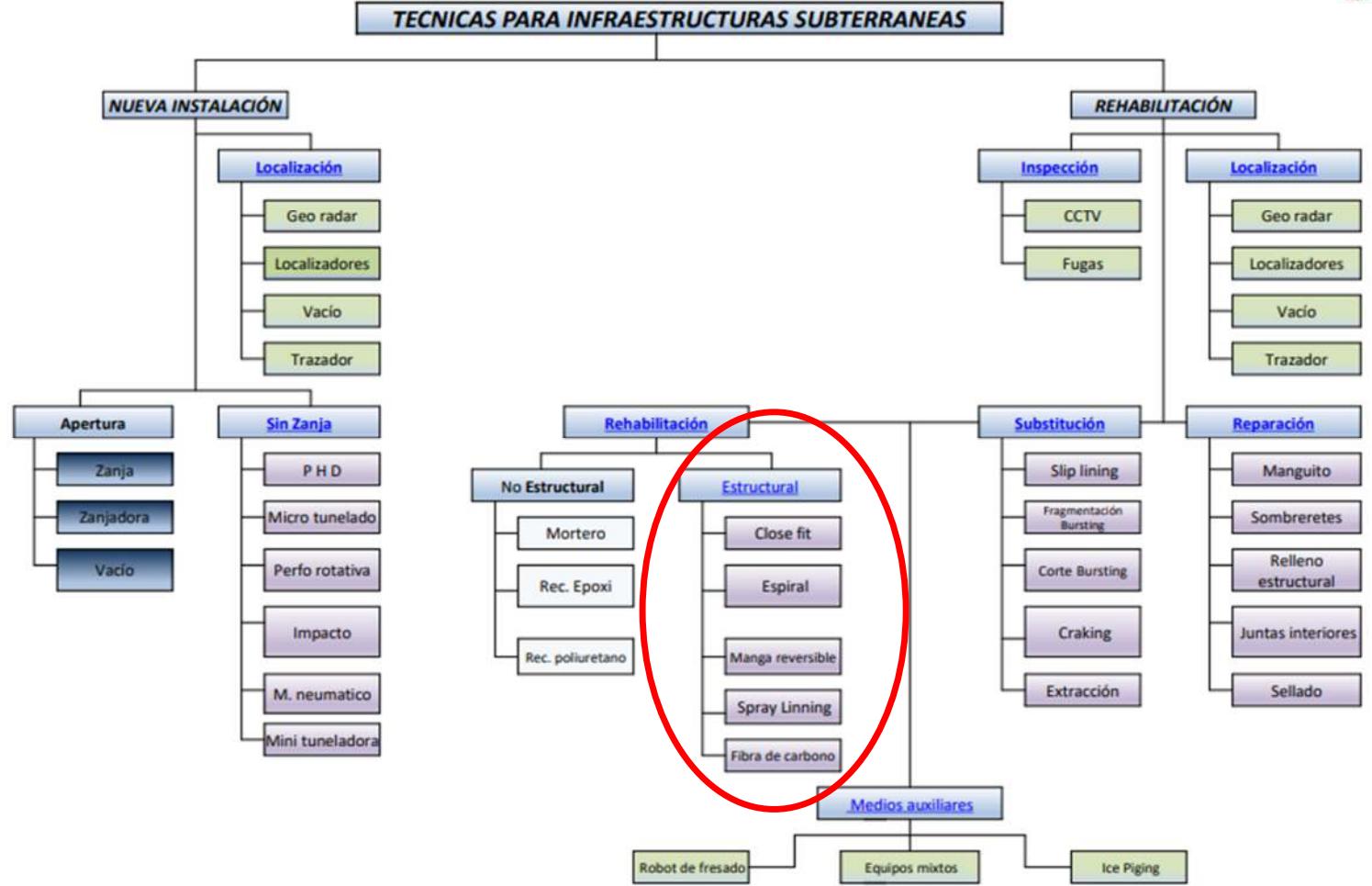
# El Problema: Deterioro de Redes Subterráneas



Las deficientes condiciones estructurales y operativas de las redes de alcantarillado con importante edad de servicio, producen graves afectaciones a las comunidades



# La Solución: Rehabilitación Sin Zanja





# Revestimiento con Manga Curada In Situ (CIPP - Cured- in-Place Pipe)

*(El Estructural)*

Característica	Detalle	Imagen
<b>Principio</b>	Revestimiento estructural termoestable. Se introduce una manga textil flexible impregnada con resina (poliéster, viniléster, epoxi) y se arrastra.	
<b>Instalación</b>	La manga se expande por presión de aire, ajustándose a la pared del tubo. Luego se cura mediante luz UV hasta solidificarse.	
<b>Resultado</b>	Crea una tubería nueva, rígida y autosostante dentro del conducto existente.	
<b>Uso Ideal</b>	Tuberías con deterioro estructural severo, grietas profundas, o donde el colapso de la tubería original sea inminente.	
<b>Materiales</b>	Manga de fibra de vidrio; Resinas foto curables.	





# Revestimiento con Manga Curada In Situ (CIPP - Cured-in-Place Pipe)

(El Estructural)

Parámetro Técnico	Especificación Detallada	Consideraciones de Ingeniería
	<b>Estándar de Referencia</b> <b>ASTM F1216, ASTM F2019</b> (Rehabilitación de Tuberías de Presión o Gravedad con CIPP).	Define los requisitos de diseño, materiales e instalación.
	<b>Clasificación Estructural</b> Clase I (Autosostante / Estructural Independiente).	El diseño debe soportar la presión hidrostática y las cargas externas sin la ayuda del tubo huésped.
	<b>Materiales del Liner (Manga)</b> Fielto no tejido, o fibra de vidrio (para mayor rigidez y menor espesor).	La fibra de vidrio es clave para reducir el espesor del liner, minimizando la pérdida de caudal.
	<b>Resina (Matriz Polimérica)</b> Termoestable: Poliéster Insaturado (UPR), Viniléster, o Epoxi (EP).	La resina Epoxi es obligatoria para agua potable (NSF/ANSI 61) y medios con alta agresividad química.
	<b>Métodos de Curado</b> Térmico: Agua caliente o vapor. Fotopolímerización: Luz UV (ultravioleta).	El curado UV ofrece mayor velocidad de fraguado (menos tiempo de interrupción) y es más ecológico.
	<b>Módulo de Elasticidad (E)</b> Rango típico: 1,700 MPa a 4,800 MPa en fielto y mayor de 14.000 en fibra de vidrio.	Valor crítico para el cálculo del espesor de pared requerido y la deflexión a largo plazo.
	<b>Tensión a Largo Plazo (<math>\sigma_L</math>)</b> Determinado mediante ensayos de fluencia (crecimiento) o tensión de flexión a largo plazo.	Factor clave para garantizar la vida útil de diseño (típicamente 50 años).
	<b>Condición del Tubo Huésped</b> Adecuado para tuberías en Condición 5 (Colapso total) y Condición 4 (Pérdida de forma).	La limpieza (desobstrucción y preparación) es crítica para asegurar el contacto íntimo con la pared.
	<b>Gestión de Acometidas</b> Apertura robótica posterior a la instalación y curado del liner.	Se requiere un sellado de acometida con packer robotizado e inyección de grout para garantizar la estanqueidad.
	<b>Propiedades Hidráulicas</b> Coeficiente de Manning (n): 0.009 a 0.012 (Superficie extremadamente lisa).	El coeficiente de rugosidad bajo a menudo compensa la ligera reducción de diámetro, mejorando el caudal.
	<b>Ventajas de Diseño</b> Capacidad de adaptarse a codos (curvas de hasta 35°) y posibilidades de transiciones de diámetro menores.	La técnica es flexible durante la instalación, resultando en una estructura rígida y resistente.



# SWLP: Spiral Wound Liner Pipe

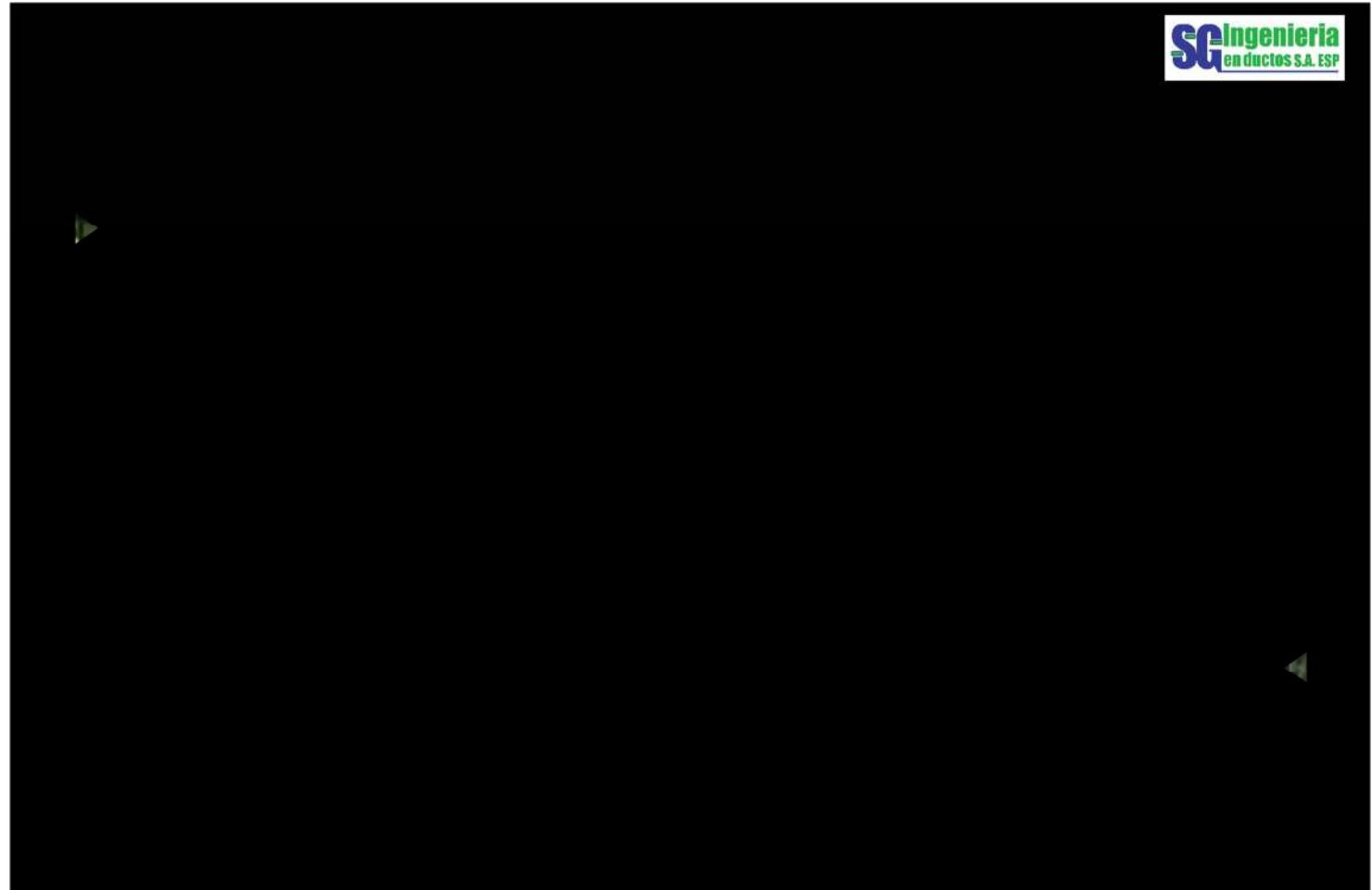
*(El de Gran Diámetro)*

Característica	Detalle	Imagen
<b>Principio</b>	Revestimiento de perfil enrollado. Se utilizan tiras continuas de perfil de PVC o HDPE con bordes de machihembrado que se entrelazan.	
<b>Instalación</b>	Una máquina de enrollado ensambla el perfil helicoidalmente en el interior de la tubería. Se sella el espacio anular (entre la tubería original y el liner) inyectando lechada o cemento.	
<b>Resultado</b>	Crea una tubería con gran resistencia química y una pared continua (semiestructural).	
<b>Uso Ideal</b>	Rehabilitación de colectores visitables, ductos de drenaje pluvial y alcantarillados de gran diámetro.	
<b>Materiales</b>	Perfiles de PVC (Cloruro de polivinilo) o HDPE (Polietileno de Alta Densidad).	



# SWLP: Spiral Wound Liner Pipe

*(El de Gran Diámetro)*





# SWLP: Spiral Wound Liner Pipe

(El de Gran Diámetro)

Parámetro Técnico		Especificación Detallada	Consideraciones de Ingeniería
	Estándar de Referencia	<b>ASTM F1697</b> (Práctica estándar para el revestimiento de tuberías con perfiles plásticos enrollados en espiral).	Define los requisitos para el diseño del perfil y el proceso de instalación helicoidal <i>in situ</i> .
	Clasificación Estructural	<b>Clase III / IV</b> (Semi-estructural / Estructural Dependiente).	La estabilidad y el soporte de cargas dependen del <b>relleno del espacio anular (grouting)</b> y resistencia del tubo huésped.
	Rango de Diámetro (DN)	<b>DN 500 mm hasta DN 3000 mm</b> (e incluso más con perfiles grandes).	Es la solución preferida para <b>colectores visitables y tuberías de gran diámetro</b> donde el acceso es viable.
	Materiales Base	<b>Termoplástico:</b> Perfiles de PVC (Cloruro de Polivinilo) o HDPE	Excelentes propiedades de <b>resistencia a la abrasión</b> y ataque químico por sulfuro de hidrógeno.
	Módulo de Elasticidad (E)	<b>PVC</b> Aproximadamente 2,700MPa a 3,100 MPa en <b>HDPE</b> 800MPa a 1,300MPa	El diseño del perfil (espesor y nervios) es clave para la rigidez frente al pandeo antes de la inyección de grout.
	Función del Revestimiento	Tuberías de <b>Gravedad</b> (saneamiento, pluvial). No apto para alta presión.	El perfil debe ser diseñado para soportar la presión del suelo y el tráfico tras la inyección del grout anular.
	Proceso de Instalación	<b>Ensamblaje Helicoidal (in situ):</b> Tiras de perfil con junta machihembrada se enrollan con una máquina para formar el liner.	Requiere un pozo de entrada y uno de salida; el proceso es continuo y rápido una vez iniciado.
	Consideración Crítica	<b>Sellado Anular (Grouting):</b> Es obligatorio llenar el espacio entre el liner y la pared del tubo huésped para transferir las cargas.	El material de relleno (lechada o grout) debe ser compatible con la presión hidrostática externa y la carga del suelo.
	Pérdida de Área Hidráulica	<b>Mínima</b> (Espesor del perfil bajo). $n = 0.009 \text{ a } 0.010$	La superficie interna es lisa, lo que garantiza un buen <b>Coeficiente de Manning</b> a pesar de reducción de DN.
	Mantenimiento y Acceso	Facilidad de <b>acceso manual</b> y reparación o inspección en colectores de gran diámetro.	Los perfiles de gran tamaño permiten al personal trabajar dentro del conducto durante el ensamblaje y sellado.



# FIPP: Folded and Formed Pipe

(El Termoformado Rápido)

Característica	Detalle	
<b>Principio</b>	Revestimiento termoformado. Una tubería nueva de plástico (HDPE o PVC-P) es pre-plegada en fábrica (forma de "C", "H" o "U") para reducir su diámetro de inserción.	
<b>Instalación</b>	Se arrastra el perfil plegado en la tubería existente. Posteriormente, se aplica vapor o aire caliente a presión para ablandar el material y obligarlo a expandirse, tomando la forma circular y ajustándose a la pared interna.	
<b>Resultado</b>	Un liner ajustado (sin espacio anular) con excelentes propiedades hidráulicas y resistencia a la abrasión (semiestructural).	
<b>Uso Ideal</b>	Rehabilitación de tuberías de presión o gravedad con diámetros pequeños a medianos, y donde se requiera reducir al mínimo la pérdida de sección.	
<b>Materiales</b>	PVC-P (Cloruro de polivinilo plastificado) o HDPE.	





# FIPP: Folded and Formed Pipe

(El Termoformado Rápido)

Parámetro Técnico		Especificación Detallada	Consideraciones de Ingeniería
	Estándar de Referencia	<b>ASTM F1871, AWWA C900/C905, NSF/ANSI/CAN Std. 61</b> (Práctica estándar para la rehabilitación de tuberías con revestimientos de ajuste estrecho [close-fit] termoformados).	Establece los métodos de prueba y requisitos para el proceso de plegado, inserción y termoformado.
	Clasificación Estructural	<b>Clase IV</b> (Estructural Dependiente / Close-Fit). Rango Típico presión: PN 10 a PN 16 bares, o aproximadamente 145 a 232 psi).	Depende del ajuste ceñido (close-fit) y la baja holgura entre el liner y la pared para resistir la presión de colapso y cargas externas.
	Rango de Diámetro (DN)	DN 75 mm hasta <b>DN 1200 mm</b> (limitado por la capacidad de plegado y manejo).	Solución óptima para tuberías de pequeño y mediano diámetro que requieren mínima intrusión.
	Materiales Base	<b>Termoplástico:</b> PVC-P (Cloruro de Polivinilo Plastificado) o HDPE (Polietileno de Alta Densidad).	El material debe tener suficiente <b>memoria elástica y termoplástica</b> para expandirse y mantener la forma circular tras el enfriamiento.
	Proceso de Formado	<b>Termoformado por Presión:</b> La tubería pre-plegada se introduce y se expande mediante la aplicación de <b>vapor o aire caliente a presión</b> .	La temperatura y la presión son variables críticas que deben controlarse estrictamente para garantizar la expansión total y el ajuste.
	Función del Revestimiento	Tuberías de <b>Gravedad y Presión</b> (ideal para redes de agua o impulsión).	El revestimiento continuo y ajustado proporciona una excelente resistencia a la abrasión y la corrosión.
	Pérdida de Área Hidráulica	<b>Mínima</b> (El close-fit asegura el menor espesor de pared posible sin espacio anular). DN150 e=3mm hasta DN1200 e=13mm	El <b>coeficiente de rugosidad (n) es muy bajo</b> gracias a la superficie lisa de PVC-P/HDPE, compensando la ligera reducción de DN.
	Consideración Crítica	<b>Plegado/Formado:</b> La tubería original debe estar lo suficientemente limpia y sin grandes intrusiones u obstáculos para permitir el arrastre y la expansión completa.	Un control insuficiente de la temperatura puede resultar en un <b>ajuste incompleto</b> o tensiones residuales en el liner.
	Ventajas de Diseño	No requiere resinas, resultando en un material de <b>pared homogénea</b> con excelente resistencia química.	El alto factor de ajuste (close-fit) ayuda a prevenir el pandeo (buckling) del revestimiento externo.



# Guía Rápida para la Selección Tecnológica

Criterio Técnico		CIPP (Cured-in-Place Pipe)	SWLP (Spiral Wound Liner Pipe)	FIPP (Folded and Formed Pipe)
	<b>Clasificación Estructural (ASTM F1216)</b>	<b>Clase I</b> (Independiente). Soporta cargas externas y de sobrecarga.	<b>Clase III / IV</b> (Semi-estructural / Dependiente). Requiere soporte del tubo huésped o del relleno anular.	<b>Clase IV</b> (Estructural Dependiente). Confía en el ajuste ceñido ( <i>close-fit</i> ).
	<b>Rango de Diámetro (DN)</b>	DN 100 mm a <b>DN 2000 mm</b> (Muy versátil).	<b>DN 500 mm a DN 3000 mm</b> (Ideal para visitables).	DN 100 mm a DN 1200 mm (limitado por el plegado).
	<b>Función del Revestimiento</b>	Rehabilitación de Tuberías de <b>Gravedad y Presión</b> (requiere sellado final).	Tuberías de <b>Gravedad</b> (generalmente).	Tuberías de <b>Presión</b>
	<b>Materiales Base</b>	<b>Resinas Termoestables:</b> Poliéster, Viniléster, <b>Epoxi</b> (para condiciones severas).	<b>Termoplástico:</b> Perfiles de PVC o HDPE.	<b>Termoplástico:</b> PVC-P (Plastificado) o HDPE.
	<b>Pérdida de Área Hidráulica</b>	<b>Moderada</b> (Espesor de la pared de 3 mm a 25 mm).	<b>Moderada</b> (Espesor del perfil bajo más el espesor del grouting hasta un 10% de la sección circular).	<b>Mínima</b> (Gracias al <i>close-fit</i> , ajuste casi perfecto).
	<b>Consideración Crítica</b>	La <b>Condición 5</b> (tubería totalmente colapsada) requiere CIPP. Curado UV reduce el tiempo de interrupción.	Requiere <b>acceso y espacio anular</b> para la máquina de enrollado y la inyección de lechada de relleno.	Control estricto de <b>temperatura y presión</b> durante el termoformado para asegurar la expansión completa y sin fallas.



# Ventajas Operacionales y Económicas

Categoría	Ventajas Operacionales	Ventajas Económicas
Tiempo	<ul style="list-style-type: none"><li>Reducción del tiempo de obra hasta 70%.</li><li>Instalación rápida sin interrupciones prolongadas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Menor costo por días-hombre y alquiler de maquinaria.</li><li>Mayor productividad por proyecto</li></ul>
Impacto Urbano	<ul style="list-style-type: none"><li>No requiere excavaciones extensas</li><li>Menor afectación al tráfico y comercio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ahorro en restauración de pavimento y mobiliario urbano</li><li>Menos compensaciones a terceros</li></ul>
Seguridad y logística	<ul style="list-style-type: none"><li>Menor exposición a riesgos laborales - Intervención desde cámaras o pozos existentes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reducción de seguros y costos por accidentes</li><li>Menor necesidad de equipos pesados</li></ul>
Sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"><li>Menor generación de escombros</li><li>Reducción de emisiones y ruido</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ahorro en transporte y disposición de residuos</li><li>Mejora de imagen institucional ante entes ambientales</li></ul>
Adaptabilidad técnica	<ul style="list-style-type: none"><li>Aplicable en zonas densas, patrimoniales o con interferencias</li><li>Compatible con múltiples materiales y diámetros</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Evita rediseños costosos</li><li>Extiende la vida útil de la red sin reemplazo total</li></ul>



# Impacto Social y Ambiental (Sostenibilidad)

◆ Dimensión	Beneficios Clave	Ejemplos Aplicables
<b>Impacto Social</b>		
Reducción de molestias urbanas	Minimiza interrupciones en vías, comercio y vida cotidiana de la comunidad	Rehabilitación de redes sin cerrar calles ni afectar negocios locales
Seguridad ciudadana	Disminuye riesgos para peatones y trabajadores al evitar excavaciones abiertas	Menor exposición a maquinaria pesada y zanjas
Inclusión territorial	Permite intervenir zonas densas o de difícil acceso sin desplazamientos forzados	Barrios consolidados, zonas patrimoniales o de alta densidad poblacional
Aceptación comunitaria	Mejora la percepción pública de los proyectos de infraestructura	Menor ruido, polvo y afectación visual
Generación de empleo especializado	Promueve formación técnica en métodos modernos y sostenibles	Capacitación en microtunelado, pipe bursting, CIPP
<b>Impacto Ambiental</b>		
Conservación del entorno	Evita remoción de vegetación, suelos y estructuras urbanas	Preservación de parques, andenes, patrimonio urbano
Reducción de emisiones	Menor uso de maquinaria pesada y transporte de escombros	Menos CO <sub>2</sub> por reducción de excavación y transporte
Gestión eficiente de residuos	Minimiza generación de escombros y materiales contaminantes	Rehabilitación interna de tuberías sin remoción
Protección de cuerpos hídricos	Evita contaminación por escorrentías y sedimentos	Intervenciones controladas en zonas cercanas a ríos o humedales
Adaptación al cambio climático	Mejora resiliencia de redes sin alterar el entorno	Renovación de redes críticas sin impacto ambiental significativo



# El Futuro de la Gestión de Redes

Elemento		Descripción	Tecnologías Clave
I. <b>Detección y Diagnóstico Inteligente (Monitorización)</b>	<b>Sensores IoT</b>	Instalación de sensores acústicos, de presión, químicos y de temperatura directamente en las redes (incluso integrados en los <i>liners</i> CIPP).	Sensores de Fibra Óptica Distribuida (DAS), Sensores de Presión Avanzados.
	<b>Robótica Avanzada</b>	Robots con IA y visión 3D para inspección interna (CCTV) que detectan y clasifican defectos automáticamente.	Drones Subterráneos (UAVs), Robots de Inspección Articulados.
	<b>Digital Twin (Gemelo Digital)</b>	Creación de una réplica virtual en tiempo real de la red física para simular escenarios de falla y envejecimiento.	Modelado BIM (Building Information Modeling), Plataformas GIS 3D.
II. <b>Mantenimiento y Rehabilitación Automatizada (Acción)</b>	<b>Materiales de Última Generación</b>	Resinas de curado ultra-rápido (ej. CIPP-UV) y materiales con mayor vida útil y resistencia química/sísmica.	Resinas Epoxi/Viniléster avanzadas, Polímeros de Alta Densidad (HDPE).
	<b>Reparación Robótica</b>	Robots que pueden realizar reparaciones puntuales (inyección de resinas, sellado de juntas, reapertura de acometidas) de forma autónoma.	Packers y Robots de Reparación controlados a distancia.
	<b>Integración Trenchless</b>	Uso preferente de CIPP, SWLP y FIPP para la rehabilitación estructural en lugar de la excavación tradicional.	Sistemas de instalación optimizados (menos <i>setup</i> y menor impacto).
III. <b>Gestión Predictiva y Optimización (Estrategia)</b>	<b>Inteligencia Artificial (IA)</b>	Algoritmos que analizan datos históricos y en tiempo real para predecir cuándo y dónde ocurrirá la próxima falla.	Transición de mantenimiento reactivo a <b>mantenimiento predictivo</b> .
	<b>Optimización de Recursos</b>	Programación automática de las intervenciones y gestión del inventario de materiales y equipos.	<b>Reducción de costos operativos</b> y mejor asignación de capital (CAPEX).
	<b>Sostenibilidad y Resiliencia</b>	Diseño de redes más robustas y toma de decisiones enfocada en la eficiencia hídrica y energética.	<b>Minimización de las pérdidas</b> de agua (Línea Cero de Fugas) y reducción de la huella de carbono.



# Conclusión y Mensaje Final

*La tecnología Trenchless es el cambio de paradigma obligatorio para modernizar nuestras ciudades. Al elegir CIPP, SWLP, o FIPP, pasamos de gestionar problemas a construir sostenibilidad.*

Eje principal		Conclusiones Clave	Mensaje Final y Visión Estratégica
<b>I. EFICACIA Y SELECCIÓN TÉCNICA</b>		<b>A. Soluciones Específicas:</b> La elección de la tecnología debe ser estratégica, no generalista.  * <b>CIPP:</b> Para Fallas Estructurales graves.  * <b>SWLP:</b> Para Grandes Diámetros.  * <b>FIPP:</b> Para Mínima Pérdida de Diámetro.	<b>Foco Estratégico:</b> La implementación debe ser una <b>Inversión Inteligente</b> , no un gasto reactivo.
			<b>De la Reparación a la Renovación:</b> La meta es reemplazar soluciones temporales por sistemas con <b>vida útil de 50+ años</b> .
<b>II. IMPACTO OPERACIONAL Y ECONÓMICO</b>		<b>A. Superioridad Operacional:</b> Los métodos sin zanja son más <b>rentables y rápidos</b> .	<b>El Estándar de Calidad:</b> La tecnología <i>Trenchless</i> es el <b>estándar de gestión de calidad</b> para la infraestructura moderna.
		<b>B. Reducción de Costos:</b> Se minimizan los costos indirectos (tráfico, gestión de escombros, tiempo de obra).	<b>Compromiso Urbano:</b> La modernización debe realizarse con <b>mínima disrupción social</b> , manteniendo la operatividad de la ciudad.
<b>III. FUTURO Y SOSTENIBILIDAD</b>		<b>A. Resiliencia:</b> Se garantiza una infraestructura más <b>robusta y duradera</b> .	<b>Gestión Predictiva:</b> El futuro es la <b>Digitalización y la IA</b> para el mantenimiento, apoyándose en la longevidad de los <i>liners</i> .



**NUESTRA COMPAÑÍA**

**SG Ingeniería en ductos S.A. ESP**  
Soluciones ambientales e industriales

**Somos expertos en DISEÑO, SANEAMIENTO y TECNOLOGÍAS SIN ZANJA**

80 EXPERTOS MOTIVADOS 15 AÑOS DE EXPERIENCIA 5 LOCALIZACIONES 100 MIL METROS CANALES REHABILITADOS 5 SOCIO COMPETENTE

Compañía COLOMBIANA con presencia en PARAGUAY, ARGENTINA, CHILE y COSTA RICA.

Icons representing the company's services: a hand, a person, a calendar, a map, a line graph, a plant, and a gear.

**LO QUE NOS DIFERENCIA**

**Somos un equipo humano, calificado, eficiente y creativo.**

**Minimizamos el impacto al medio ambiente, daño al entorno y perturbación al comercio.**

**Reputación, confianza y buenas prácticas de gobierno Corporativo.**

**Aliados y proveedores estratégicos de trayectoria que generan valor.**

**LO QUE NOS DIFERENCIA**

**Utilizamos sistemas constructivos y herramientas eficientes.**

**Innovación enfocada en la eficiencia para disminuir tiempos y costos.**

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



Altos estándares de seguridad, salud en el trabajo y prevención de riesgos.



Experiencia y respaldo que nos permite participar en proyectos públicos y privados.

**SG Ingeniería en Ductos S.A. ESP**  
Nit: 900.356.622-4

**Oficina principal**  
**Bogotá - Colombia**  
Autopista Medellín Km. 2,5,  
Parque Industrial Portos Sabana 80,  
Bodega # 115  
PBX (571) 877 3601 - 876 7069

# Gracias

[www.sgingenieriaenductos.com](http://www.sgingenieriaenductos.com)

**SG Ingeniería**  
en ductos S.A. ESP  
Soluciones ambientales e industriales