

LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO: UN MUNDO OCULTO. RETOS, PERSPECTIVAS Y TECNOLOGÍAS PARA SU DIAGNOSTICO Y REHABILITACIÓN

Ing. Juan Carlos Penagos Londoño

CONTENIDO



La problemática

Generalidades de la infraestructura en Colombia

El reto

Gestión de redes con base en la valoración del riesgo

Plan de inspección y rehabilitación

Tecnologías para inspección

Tecnologías para rehabilitación

La problemática

La problemática



La problemática



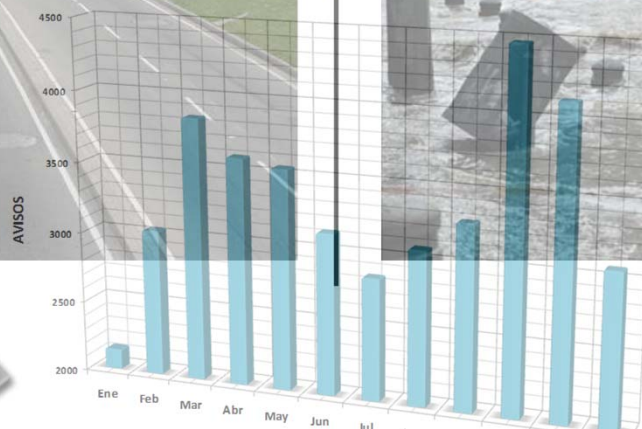
La problemática



La problemática



Numero de Avisos 25-40 y 70 Totales mensuales 2004-2009



La problemática



La problemática

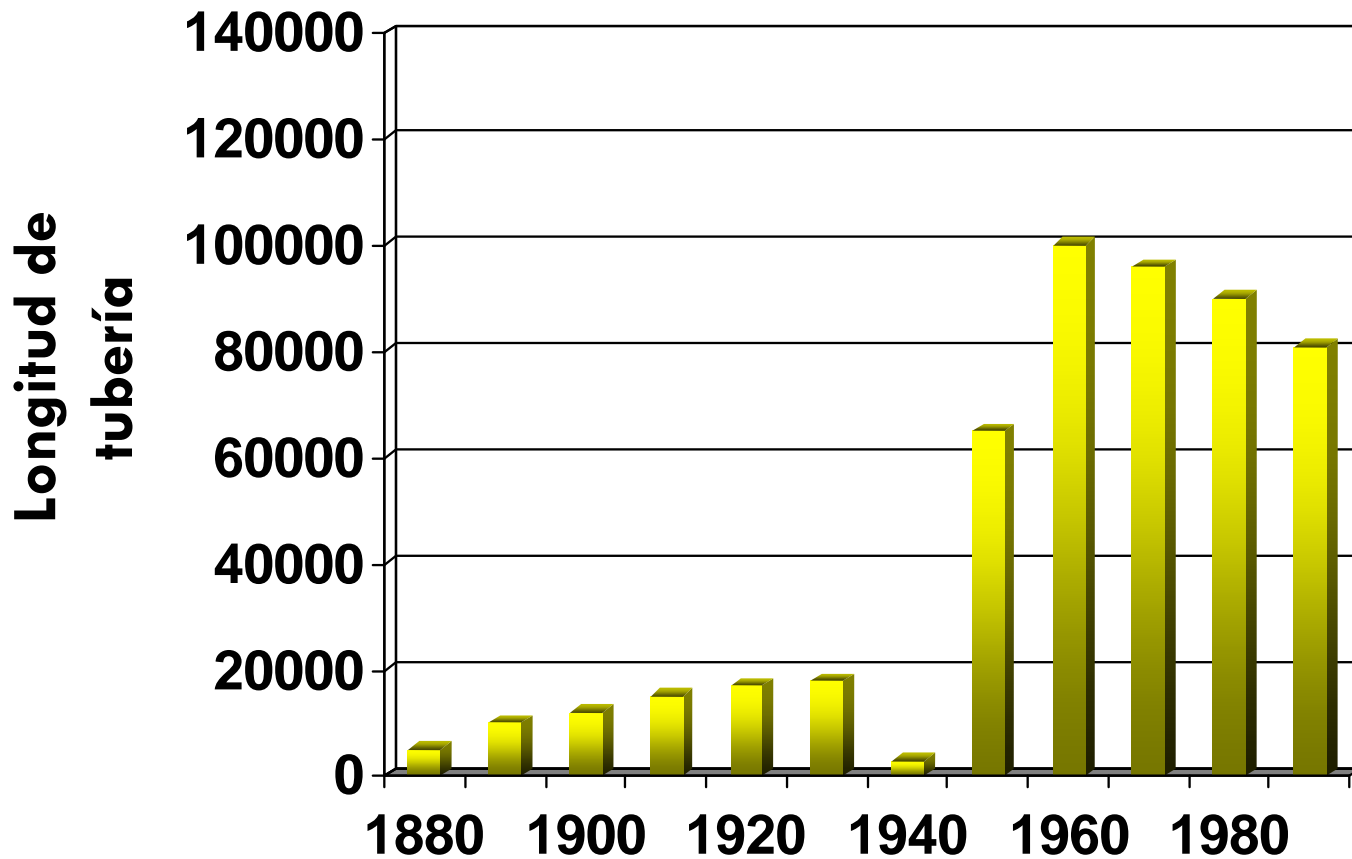


Generalidades de la infraestructura en Colombia

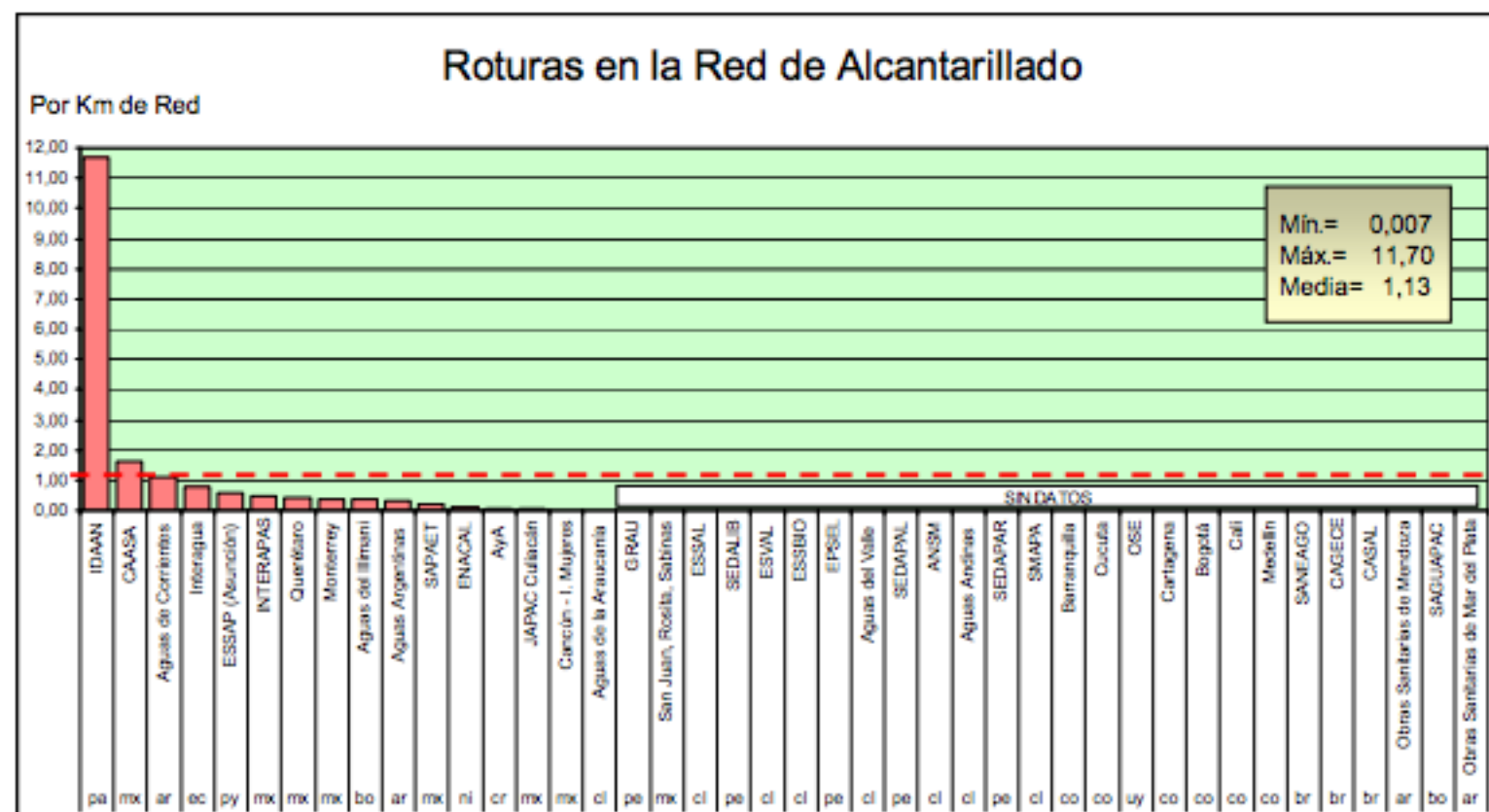
Proporción de hogares según acceso a servicios públicos, privados o comunales

Región	Energía eléctrica	Gas natural	Acueducto	Alcantarillado
Total nacional	99,0	62,5	89,9	77,0
Atlántica	98,2	67,0	84,2	59,2
Oriental	99,2	54,7	85,9	75,5
Central	98,8	61,7	88,2	78,0
Pacífica (sin incluir Valle del Cauca)	96,8	11,6	82,7	45,2
Bogotá	99,9	90,8	99,9	99,6
Antioquia	99,6	53,5	91,2	79,4
Valle del Cauca	99,1	75,6	96,5	90,5
San Andrés	100,00	-	37,7	34,9
Orinoquía-Amazonía	100,00	26,6	92,8	94,5

Historia de la instalación de tuberías e alcantarillado



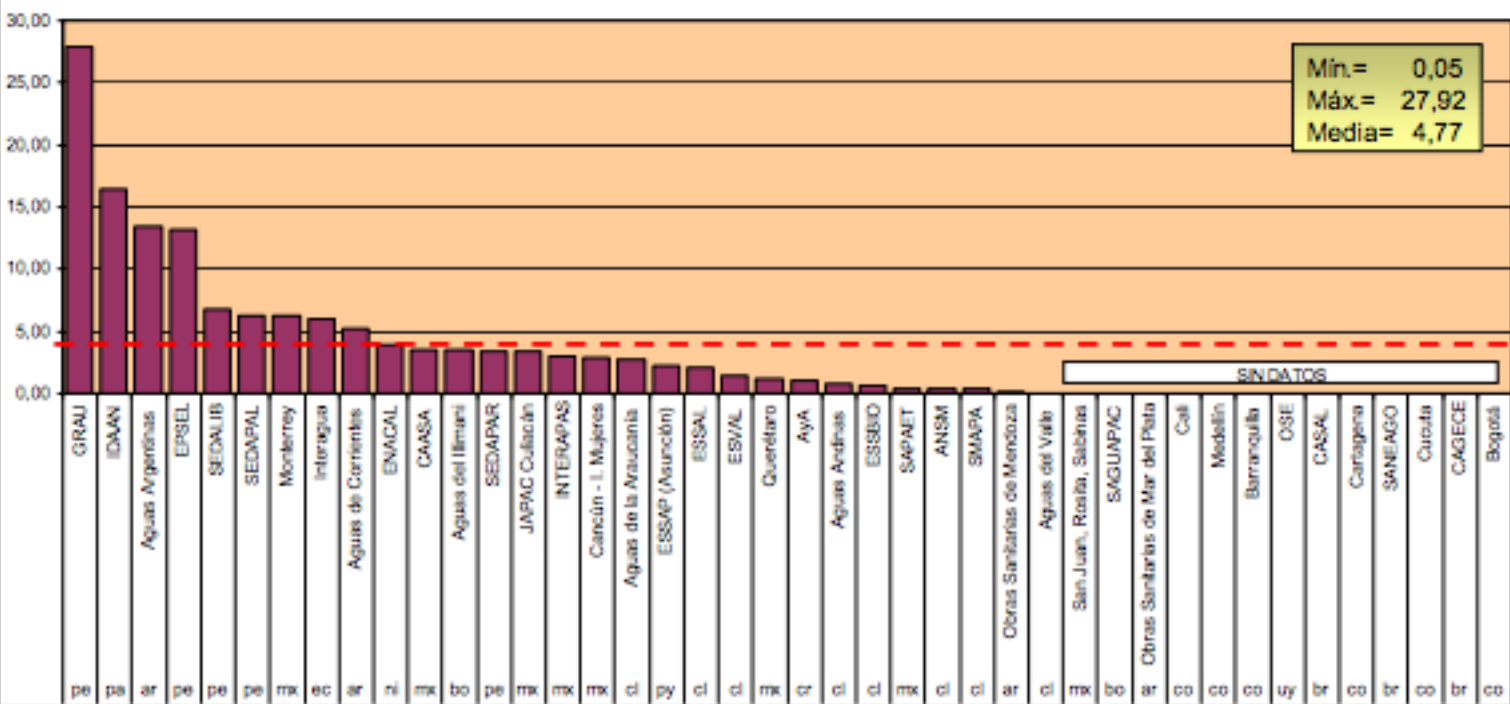
Indicadores de operación



Indicadores de operación

Taponamientos en la Red de Alcantarillado

Por Km de Red



El reto

Activos a reponer/rehabilitar

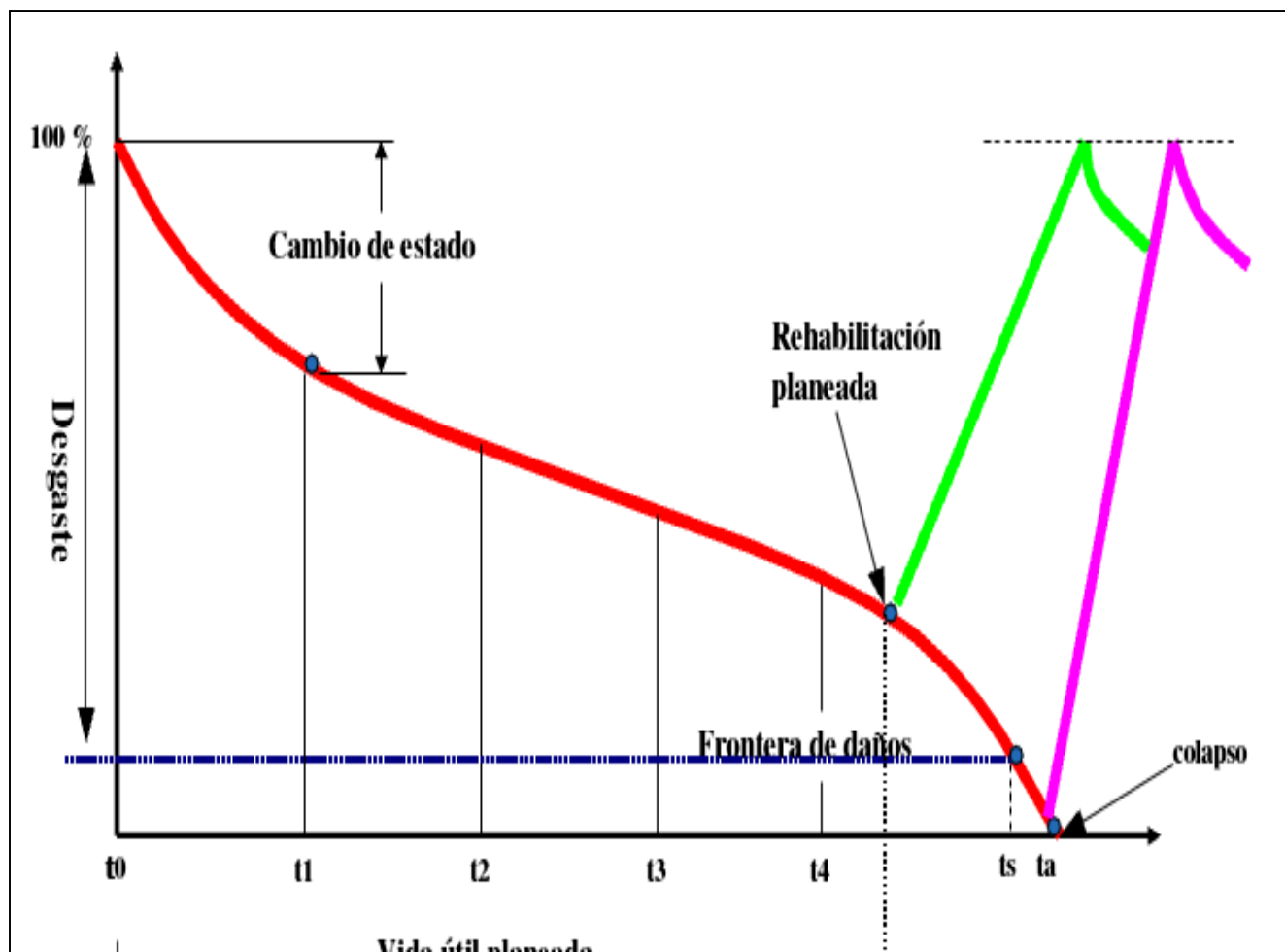
Longitud de
redes
construidas

> 15.000
km

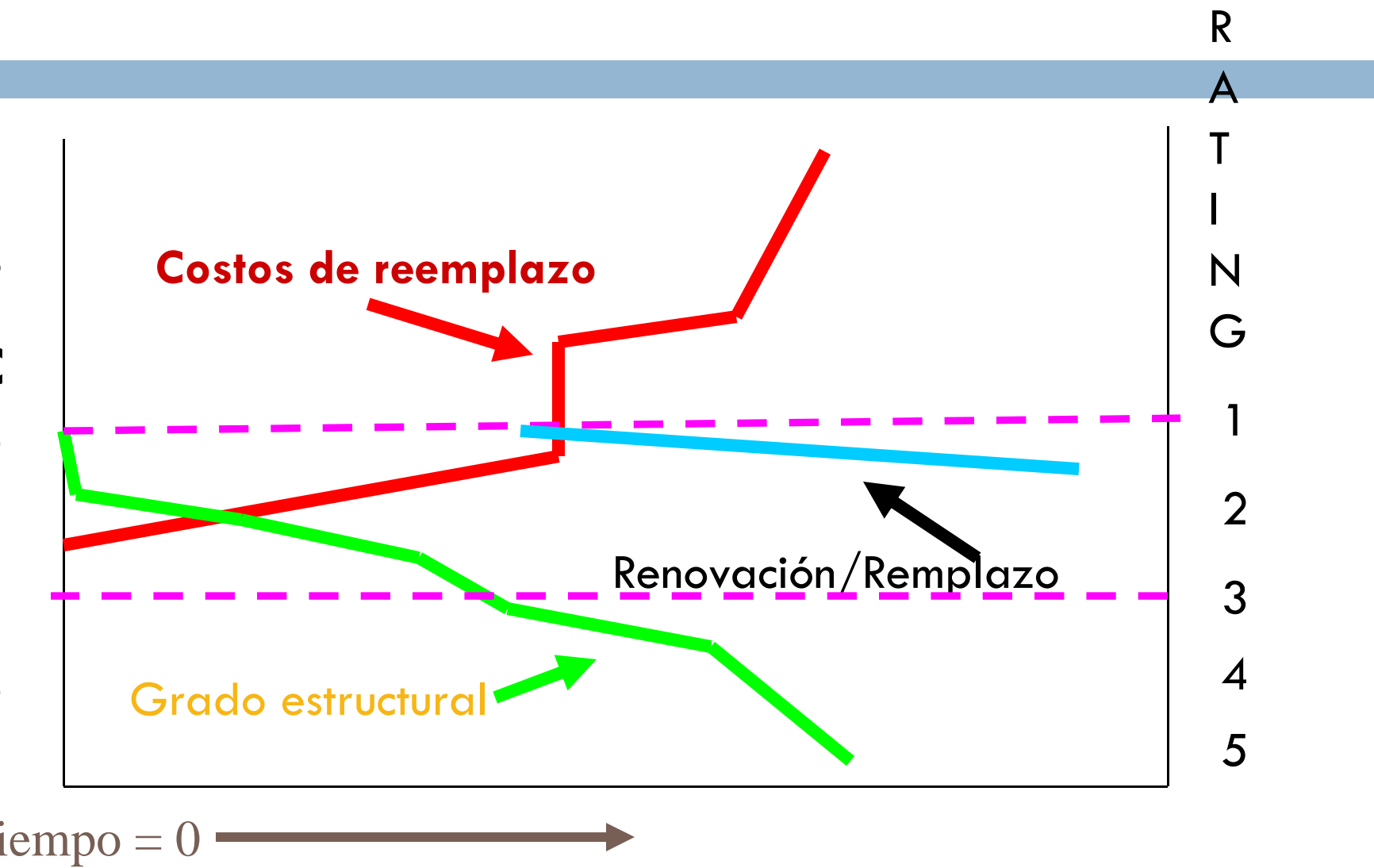
Valor de los
activos del
sector

USD
12.450
millones

Ciclo de vida del sistema



Ciclo de vida del sistema



Gestión basada en valoración del riesgo

Objetivos

- Identificar los tramos con alta probabilidad de colapso
- Identificar riesgos frecuentes
- Establecer el riesgo y sus costos
- Cuantificar los riesgos
- Definir la rehabilitación necesaria
- Definir el soporte y rentabilidad de las decisiones de rehabilitación

Probabilidad de colapso

La probabilidad de colapso se extiende por los siguientes rangos:

- ❑ 0.0059 colapsos/km/año, para tuberías en buen estado sin factores de probabilidad adversos.
- ❑ 2.12 colapsos/km/año, para redes de alcantarillado en mampostería en condiciones pobres y con otros factores de probabilidad adversos.

Tipos de consecuencias

Consecuencias financieras directas (costo de la empresa)

- Gastos de reparación y mantenimiento

Consecuencias financieras indirectas (costo del cliente)

- Costos asociados a el retraso de tráfico
- Redes estratégicamente importantes (Redes matrices)
- Costos ambientales, sociales, etc.

Matriz de criticidad del alcantarillado

A Mas Criticos
 5-10% del Sistema
 B Criticos
 10-15% del Sistema
 C Todos los demas

Trafico de vehiculos/Dia	Profundidad del alcantarillado 3 metros o menos		Profundidad del alcantarillado Mayor de 3 metros	
	Suelo Bueno	Suelo Malo	Suelo Bueno	Suelo malo
<10,000				
10,000 to 15,000				
15,000 to 20,000				
>20,000				

Paso 1. Evaluación completa de la condición actual de la tubería

Adoptar y aplicar un conjunto de estándares para el registro de las condiciones de tubería

Desarrollar una estrategia de gestión de software y administración de datos que asegure la longevidad de la información de evaluación del estado

Mantener un programa continuo de control de calidad de codificación

Paso 2: Identificación y cuantificación de los factores que afectan a cada tubo

Crecimiento de raíces

- ▣ Características de la raíz y extensión

Sobrecarga

- ▣ Frecuencia y profundidad

Presencia de agua subterránea o mineral

Mantenimiento o historia de reparación del tubo

Factores de probabilidad a considerar



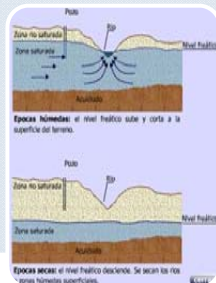
DAD



TIPO DE SISTEMA



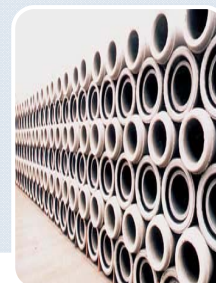
TIPO DE VÍA



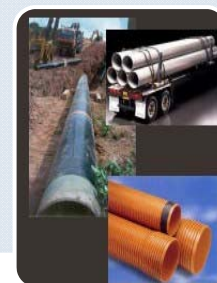
NIVEL FREATICO



TIPO DE SUELO



DIÁMETRO



MATERIAL

Caso 3: Entender la época y las circunstancias de la construcción original

Muchos de los defectos en las alcantarillas de hoy fueron creados durante la construcción

La mayoría de las alcantarillas no fueron internamente inspeccionadas sino hasta décadas después de su construcción



La necesidad de juntas estancas solo se estableció hasta finales de 1950.

Caso 4: Entender la historia de Mantenimiento y Reparación de la tubería

Requerimientos y la frecuencia de limpieza

Frecuencia de tratamiento de raíces

Acumulación de grasas

Reparaciones o sustituciones parciales históricas

Las solicitudes de servicio

Devoluciones o sobrecargas

Órdenes de trabajo pendientes

Daños de terceros

Caso 5: Retroalimentación de inspecciones anteriores para determinar o evaluar el cambio

Mayor economía

Audio y video de buena calidad

Se puede añadir fácilmente al sistema

Proporciona facilidad para comparar lo anterior con lo nuevo

Paso 6. Gestión del conocimiento y planeación futura de las redes

¿Qué daños probables están asociados a la construcción?

¿El tramo de tubería debe ser limpiado o rehabilitado?

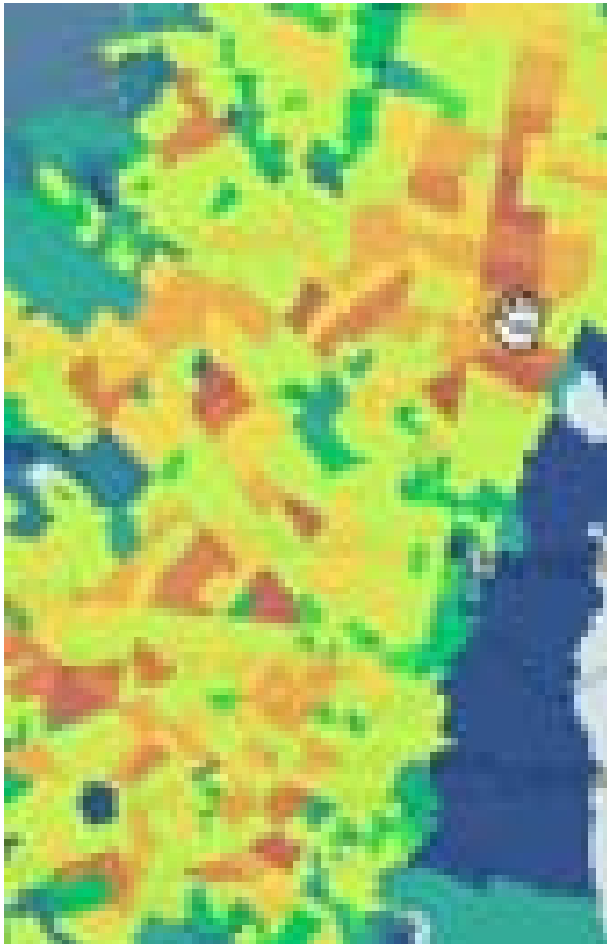
¿Qué impacto tiene las raíces sobre las redes?

¿Qué tubería se deteriora con mayor facilidad?

¿Cuándo es necesario realizar una nueva inspección?

Plan de inspección y rehabilitación

Implementación de un modelo como base para la construcción de los planes de inspección y rehabilitación



SIRA:

- Inclusión de los datos (vídeos y formatos)
- Modelo de estado estructural
- Modelo de priorización
- Generación de planes de inspección y rehabilitación
- Generación de planes de inversión..

Innovación y tecnologías para inspección directa de redes de alcantarillado

Justificación de la inspección

Por que?

Aspectos hidráulicos: los niveles de lamina de agua encontrados permiten conocer el funcionamiento del sistema

Aspectos estructurales: brinda información para diagnostico y acciones a seguir

Aspectos ambientales: permite identificar conexiones erradas, calidad de agua.

Justificación de la inspección

por que?

aspectos asociados al mantenimiento y la calidad del servicio: define zonas con sedimentación, permite identificar obstáculos

aspectos constructivos: brinda información para la aceptación o rechazo de una red

Beneficios de la inspección

Prevenir colapsos mayores

Permite cuantificar la expectativa de vida de cada activo

Provee información para los planes de rehabilitación

Suministra información para la valoración de costos

Permite definir las metodologías de rehabilitación apropiadas

Provee información precisa para diseño, operación y

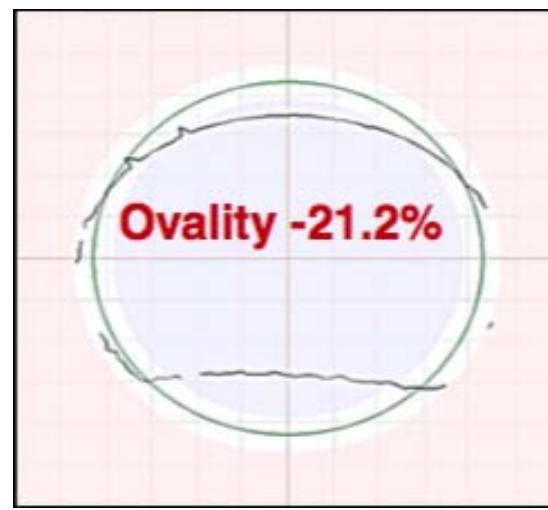
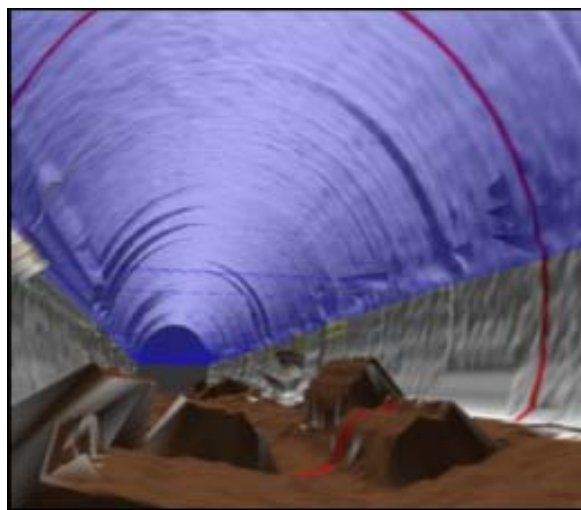
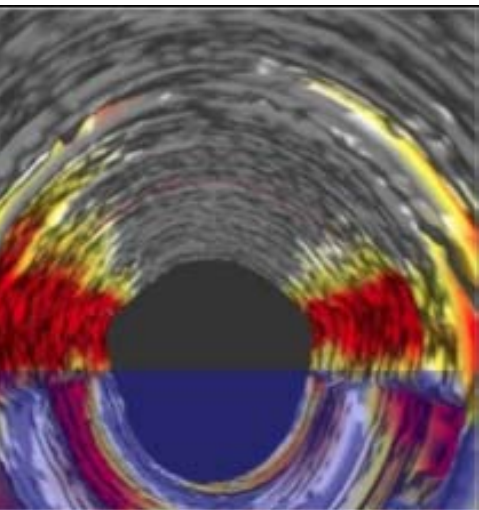
o de información a recolectar

- ▣ Parámetros estructurales
- ▣ Parámetros hidráulicos
- ▣ Parámetros asociados a la operación
- ▣ Parámetros asociados a conexiones erradas e identificación del agua
- ▣ Parámetros para inventario

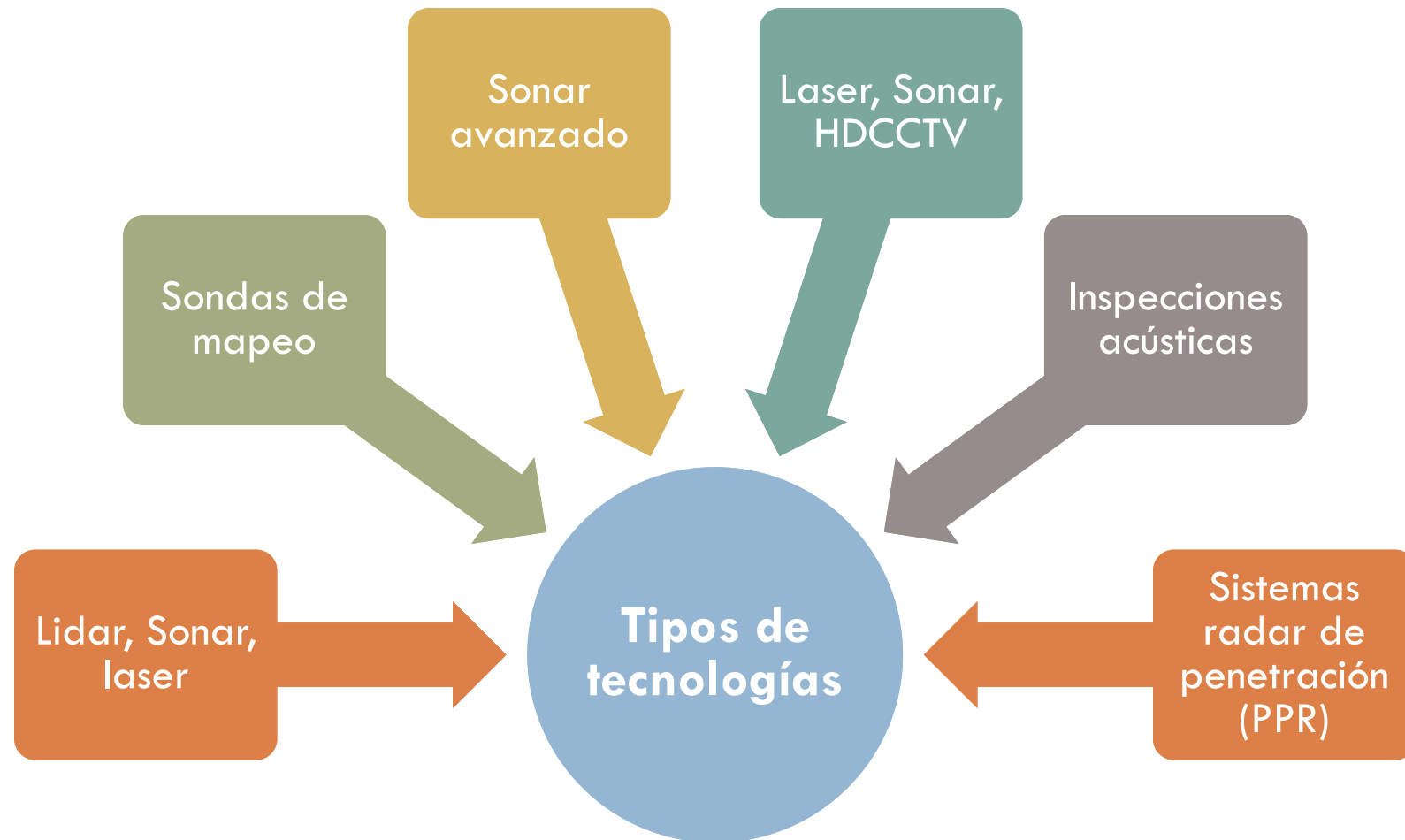
Tecnologías para la inspección

¿Que es una tecnología Avanzada?

Es aquella plataforma que permite detectar varios defectos en una tubería que no pueden ser detectados de manera convencional



Innovación en tecnologías para la Inspección



Tipos de inspección

Clásica

CCTV

Inspecciones acusticas

Avanzada

CCTV y laser

CCTV y sonar

Sonar avanzado

**Tecnologías
"Inteligentes"**

Combinación de sonar, lidar, laser, HDCCTV

PPR, GPR

Tecnologías para inspección

Inspección CCTV con sistemas móviles

Son los sistemas mas comunes, este tipo de CCTV utiliza una cámara montada en un robot que se introduce dentro del sistema de alcantarillado. Generalmente la cámara apunta hacia delante mientras el robot se mueve a lo largo del eje de la tubería permitiendo al operador examinar y evaluar la longitud total entre dos pozos.



Tecnologías para inspección

Inspección acústica

Herramienta de evaluación in situ portátil que proporciona una evaluación de la obstrucción de la línea de alcantarillado en menos de 3 minutos, sin necesidad de espacio limitado. Las pruebas se pueden hacer dentro de los 15 minutos de parada del tráfico.



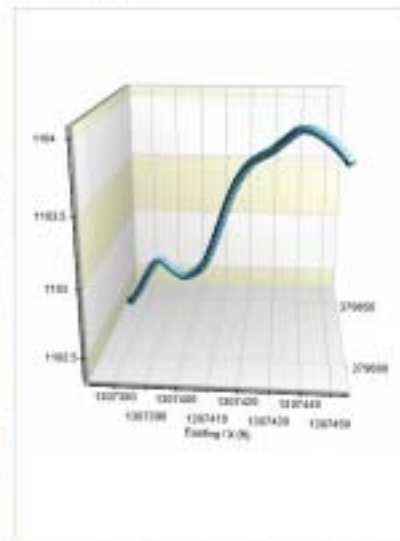
Tecnologías para inspección

Andas de mapeo

Consiste en una sonda geoespacial que proporciona en tiempo real, los datos más precisos de posición conforme se mueve a través de una línea de mapeo antarrillado. Los datos de posición se registran como una matriz de coordenadas XYZ.

Los datos se utilizan para conformar una representación tridimensional de la tubería en tiempo real a medida que el sistema de inspección se mueve

3D Graphs



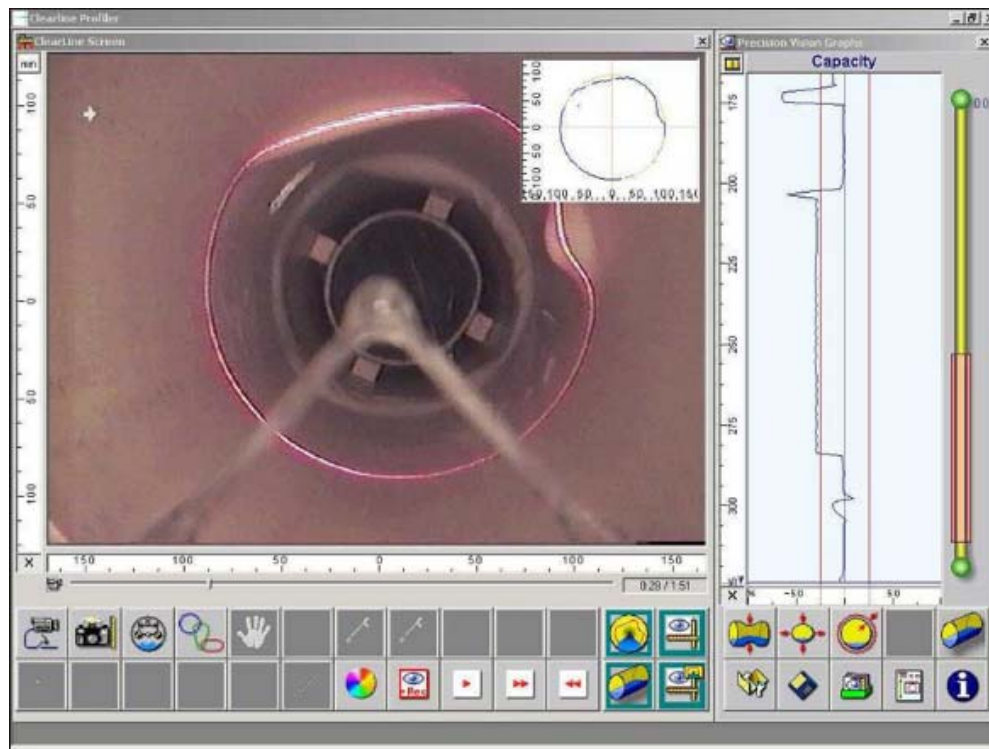
GIS Data



Tecnologías para inspección

Sistemas de escáner basados en láser

Estos sistemas están restringidos por la parte del alcantarillado que se encuentra encima de la lamina de protección, pero pueden ser muy útiles. Una ventaja adicional es que la información de los escáner láser es grabada y analizada por el computador, reduciendo drásticamente los errores del operador.

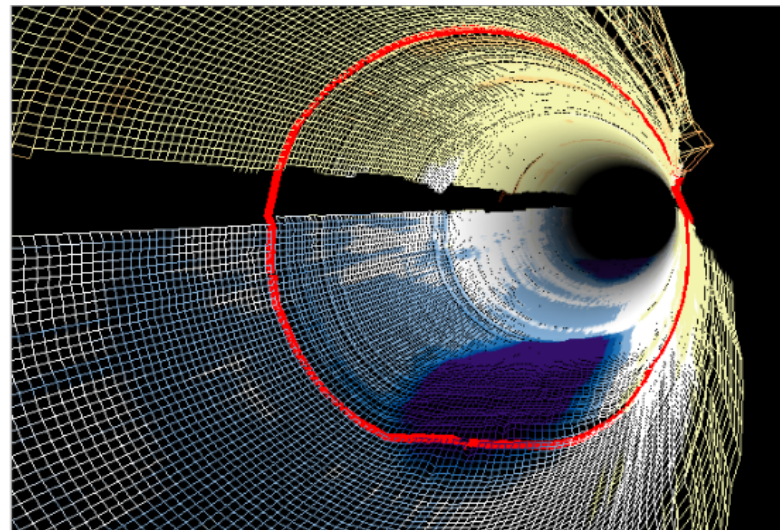


Tecnologías para inspección

Sistemas de escáner basados en láser

Para medir perfiles y distancias por encima del nivel del agua, se pueden utilizar escáneres LIDAR individuales o múltiples para recopilar datos de nubes de puntos.

Se generan mapas de perfiles de tuberías con precisión sub-centimétrica que permiten medir la profundidad de la grieta, el ancho y la longitud.



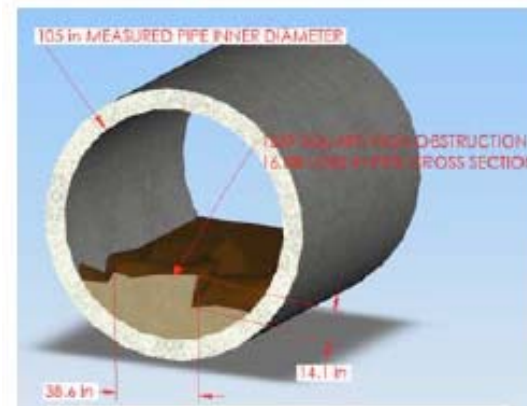
Tecnologías para inspección

Inspección ultrasónica (sonar)

Inspección ultrasónica se desarrolla utilizando una emisión de muy alta frecuencia coherente con la energía del sonido, con frecuencias en algunos ordenes de magnitud superiores a las que pueden ser escuchadas por el hombre.

Una onda de sonido viaja dentro del objeto a ser inspeccionado y se refleja donde existe un cambio en la densidad del material con parte de la energía retorna a la superficie y parte pasa a través de el nuevo material.

Esta técnica es capaz de detectar orificios, grietas aunque algunas grietas son



Tecnologías para inspección

Inspección avanzada

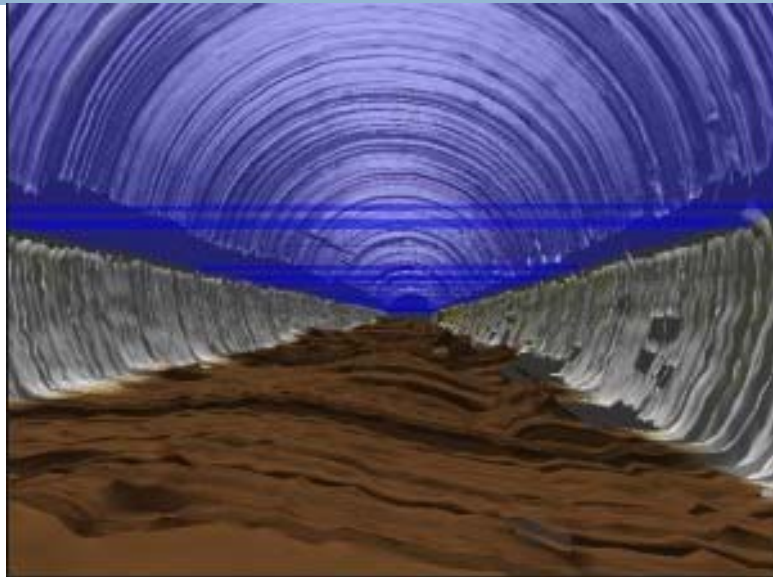
sonar submarino

aplicable a sifones y redes a
presión

autonomía para la inspección

no tiene cables de video

diseñado para “flotar” a la
superficie

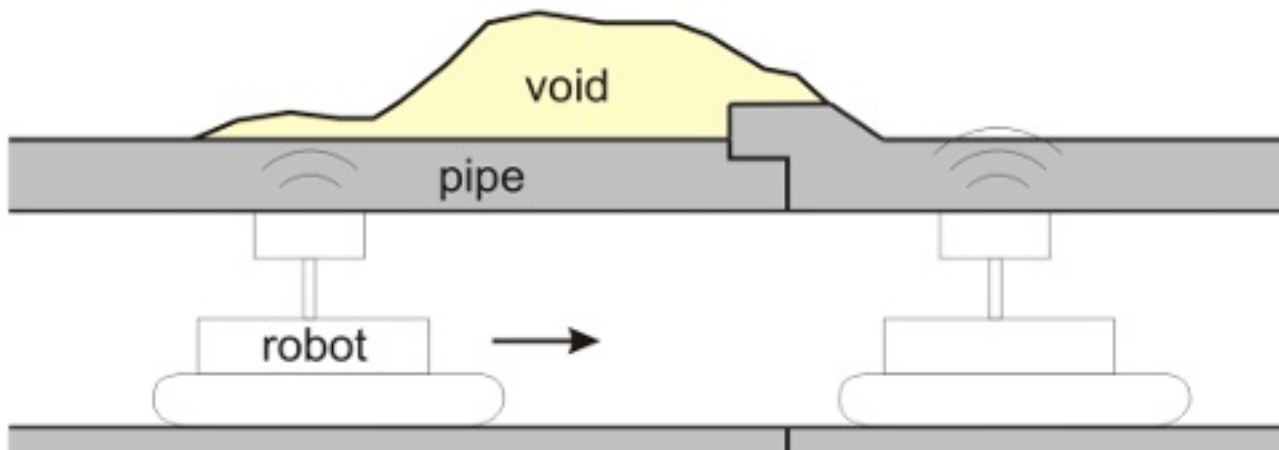


Tecnologías para inspección

Inspección de penetración de tubería (PPR)

Corresponde a la aplicación subterránea en la tubería del radar de penetración en el suelo (GPR).

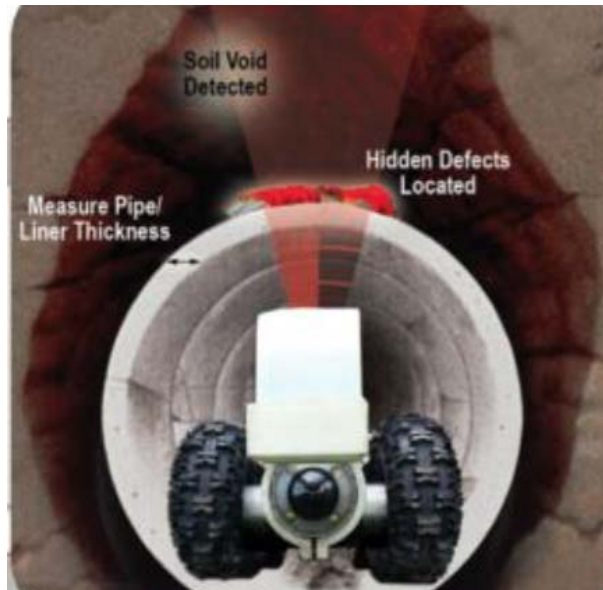
Un pulso de PPR viaja a través de un material de tubería en función de sus propiedades dieléctricas que a su vez son una función de la composición química y física de los materiales.



Tecnologías para inspección

Medidor de penetración de tubería (PPR)

Este tipo de pulso también será reflejado y refractado por cualquier cambio brusco en las propiedades del material, como en la interfaz entre el material de la tubería y el aire o el agua.



Tecnologías para inspección

Ultrasonido de penetración de tubería (PPR)

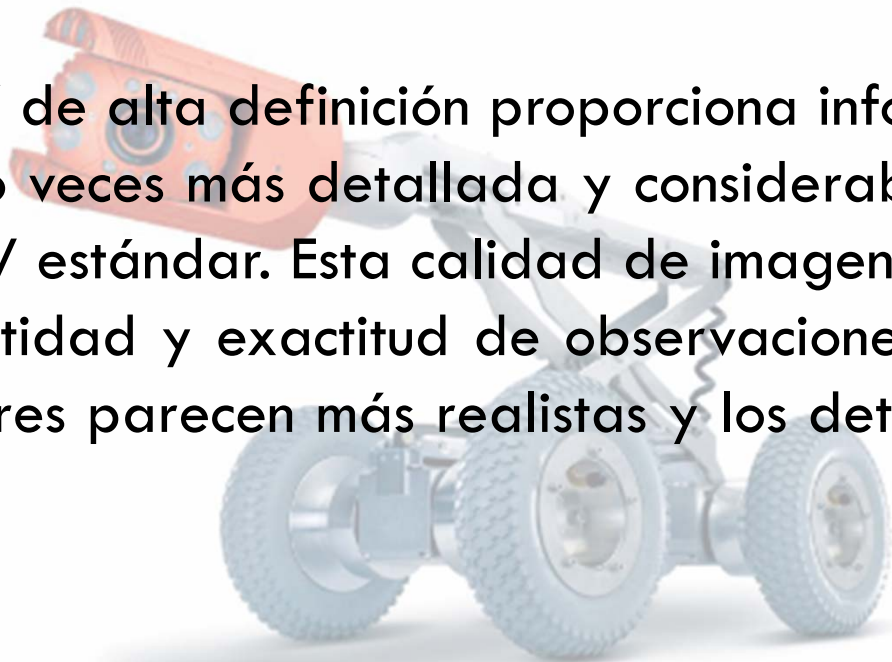
Cuanto mayor es la diferencia en las propiedades del material, entonces mayor es la cantidad de energía reflejada hacia atrás. Las ondas reflejadas son detectadas por una antena receptora y registradas como un único trazo.

Este proceso se repite continuamente a medida que la antena se mueve a lo largo de una línea de levantamiento para construir un perfil completo a lo largo de la línea de levantamiento.

Tecnologías para inspección

Inspección HDCCTV con sistemas móviles

HDCCTV: Sistema CCTV de alta definición proporciona información visual que es hasta cinco veces más detallada y considerablemente más grande que el CCTV estándar. Esta calidad de imagen tiene un efecto directo en la cantidad y exactitud de observaciones dentro de una tubería. Los colores parecen más realistas y los detalles son claramente visibles.



Tecnologías para inspección

Plataforma multi-sensor

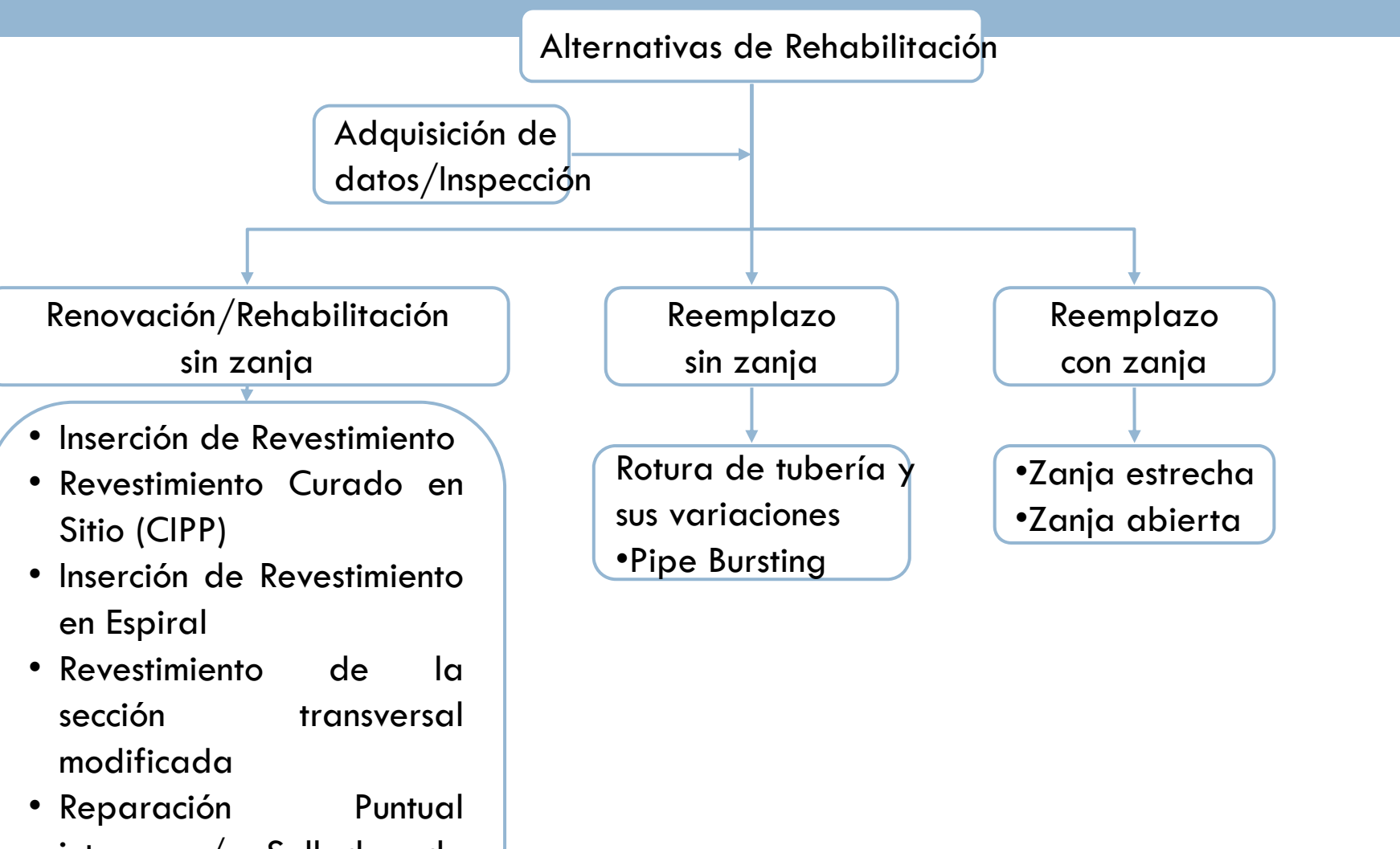
Combinación de sonar y/o perfilamiento láser o lidar, con el fin de obtener un verdadero informe de 360 grados de las condiciones (inclusive en operación)

Esta combinación de sensores permite medir la corrosión, la rugosidad, la cuantificación de depósitos y las condiciones internas de las tuberías con una precisión de +/- 0.001% del diámetro de la tubería.



Innovación y tecnologías para rehabilitación de redes de alcantarillado

ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN



CONCLUSIONES

Aunque no existe cobertura universal de alcantarillado para el total de la población, existe una cantidad importante de redes, parte de las cuales ya cumplió mas de 100 años de operación

La infraestructura de alcantarillado existente se encuentra cada dia mas deteriorada y requiere de intervenciones estructurales para mantener su funcionalidad

Se propone centrar la gestión basado en un modelo de gestión de riesgos, que permita priorizar las acciones a adelantar

CONCLUSIONES

Con base en el modelo antes mencionado y un modelo de priorización se selecciona los tramos más críticos de la ciudad para su rehabilitación si ya está inspeccionado o para su inspección directa

Los planes de rehabilitación e inspección generan un plan de inversión que facilita la ejecución de proyectos dirigidos a los tramos más críticos de la ciudad, logrando así una adecuada inversión de los recursos públicos

GRACIAS

E-mail: ipipesas@gmail.com