



1

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Agenda de la Presentación

- **Introducción (LAMSTT y EAAB) (5 min.)**
- **Sistema acueducto y alcantarillado, desafíos (5 min.)**
 - Configuración del sistema, redensificación urbana, aportes de caudales rurales al sistema de alcantarillado, malos olores en sistemas combinados, contaminación del Río Bogotá
 - Adecuación para infraestructura de transporte público
 - Mapas de localización de proyectos de acueducto y alcantarillado
 - Resumen de inversiones en proyectos con tecnología sin zanja
- **Tecnologías Sin Zanja (10 min.)**
 - Definición y listado de tecnologías sin zanja y complementarias
 - Normatividad
- **Casos de estudio**
 - Caso 1: Manija Tibitoc-Casablanca (20 min)
 - Caso 2: Rehabilitación Túneles Chingaza (20 min)
 - Caso 3: Interceptor Río Bogotá (Torca - Salitre) (30 min)
 - Caso 4: Renovación Interceptor CAN (10 min)
 - Caso 5: Traslado Anticipado de Redes para el Metro (10 min)
 - Caso 6: Rehabilitación de Redes de Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes (20 min)
- **Preguntas (10 min.)**

MPFD0601F07-04

2



3

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja
Bogotá y Configuración del Sistema #SOMOS agua

2640 m sobre el nivel del mar
Opera en Bogotá y Soacha
7.2 M + 0.5 M \approx 7.7 Millones
8.0 M + 0.5 M \approx 8.5 Millones
Área urbana: 307.36 km²

≈ 9.000 Km Acueducto
≈ 9.400 Km Alcantarillado
1.993 Km Sistema Combinado
> 250.000 Pozos de Inspección

Servicios para 11 municipios vecinos
1º PTAR (El Salitre) 4 m³ (7 m³ en 2021) (30%)
2º PTAR (Canoas) (16 m³ en 2026) (70%)
23% del tratamiento de agua del país

¿Qué más tenemos?
• Canales pluviales
• Estaciones de bombeo y elevadoras

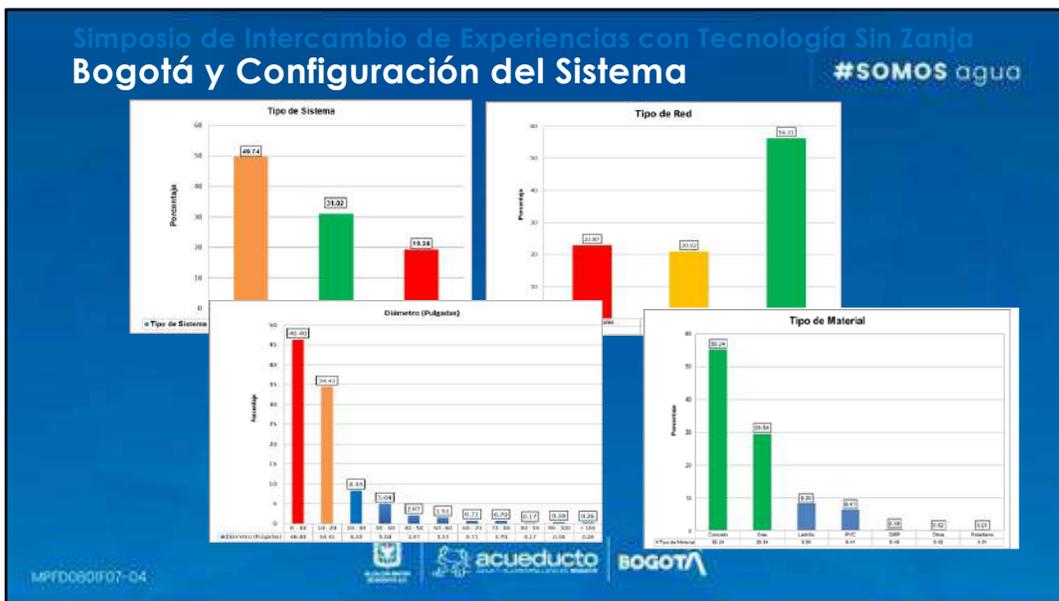
4 PTAP en funcionamiento
Sistema abastecimiento 1.200Mil m³
38 Km túneles conducción de agua cruda
54 tanques almacenamiento agua tratada con capacidad de 600 Mil m³
Se operan más de 12.500 válvulas

MRF0060107-04

4



5



6

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Desafíos del Sistema

#SOMOS agua

Redensificación Urbana



Aportes de caudales rurales al sistema combinado

Exceso de caudales en las PTAR



MPFD060107-04



7

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Desafíos del Sistema

#SOMOS agua

Malos olores en sistemas combinados



Contaminación del Río Bogotá



MPFD060107-04



8

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Desafíos del Sistema

#SOMOS agua



MPFD060107-04



9

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Desafíos del Sistema

- Adecuación para la infraestructura de transporte



MPFD060107-04



10



11

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja
Proyectos de Tecnologías Sin Zanja #SOMOS agua

En los últimos 20 años hemos ejecutado más 40 proyectos con tecnologías sin zanja con una longitud superior a 222 Km de redes de acueducto y alcantarillado.

El monto total de la inversión supera los 465 millones de dólares de 2021 (TRM = 3.844,88 COP\$/USD\$ del 27/09/2021).

Diámetros desde 150mm hasta 4.200mm, en tecnologías como:

TBM	41Km	Tuberías empleadas:
Pipe Jacking	44Km	Dovelas de concreto reforzado
Guided Auger Boring	23Km	Jacking Pipe – CR
CIPP	50Km	Jacking Pipe – GRP
SWLP	34Km	Jacking Pipe – CCP
Túnel Liner	5Km	Tubería Curada en sitio (CIPP)
Pipe Bursting	20Km	Tubería enrollada en espiral (SWLP)
PHD	5Km	Chapas de acero (Túnel Liner)
		Polietileno de alta densidad

MPF0060107-04

12



13

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja
Tecnologías Sin Zanja (TSZ) #SOMOS agua

Métodos, técnicas, materiales y equipos

- Localización
- Inspección
- Evaluación
- Mantenimiento
- Rehabilitación
- Reposición
- Construcción

Con la mínima excavación posible, o sin excavación

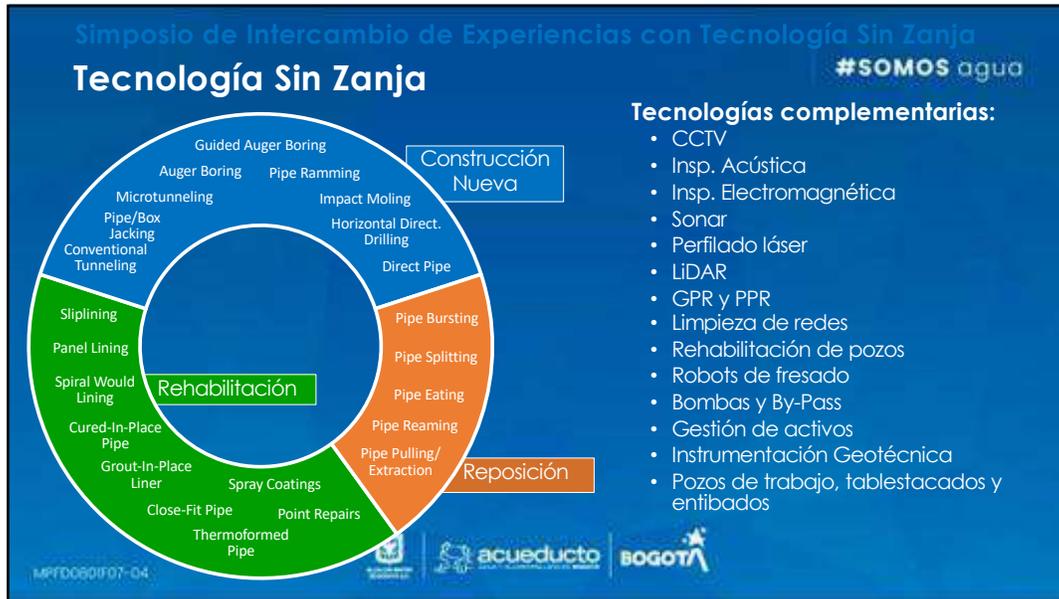
PARA
Redes y estructuras:

- Acueducto
- Alcantarillado
- Gas natural
- Telecomunicaciones
- Energía eléctrica
- Petróleo
- Procesos industriales
- Peatonales

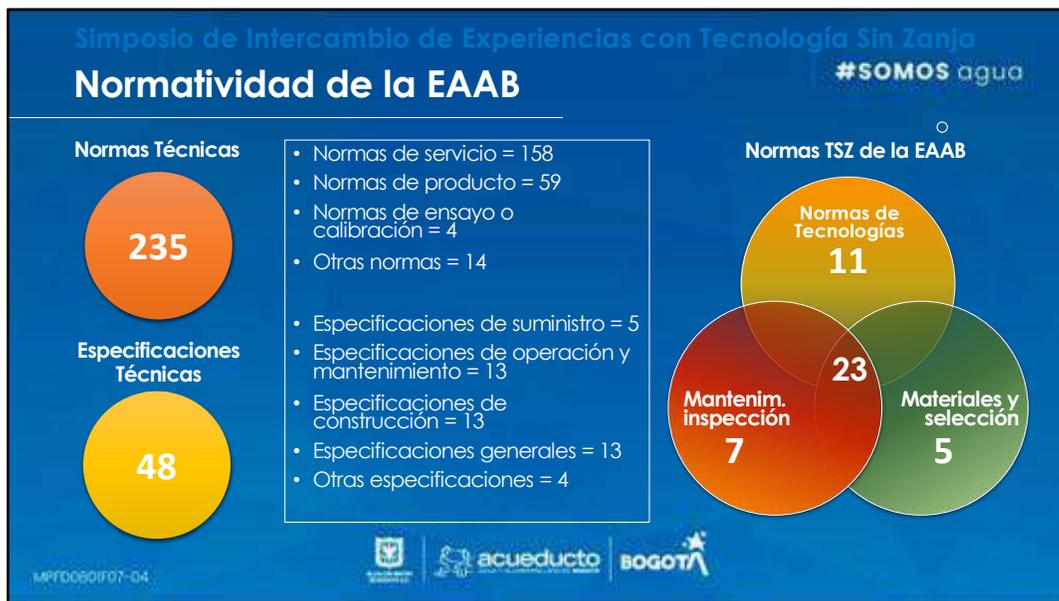
MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

14



15



16

Resumen normas y especificaciones TSZ de la EAAB-ESP

#SOMOS agua

MANTENIMIENTO E INVESTIGACIÓN

CCTV: NS-058, EM-604

LIMPIEZA DE REDES: NS-151, EM-602

REHABILITACIÓN ALCANTARILLADO: NS-061

REPARACIÓN REDES LOCALES ACUEDUCTO: NS-015

REPARACIÓN REDES MATRICES ACUEDUCTO: NS-059

DETECCIÓN DE FUGAS: NS-159

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS: NS-010

Dos normas fundamentales: criterios para seleccionar la TSZ adecuada



CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TSZ PARA ALCANTARILLADO → NS-189

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE TSZ PARA ACUEDUCTO → NS-079

TECNOLOGÍAS CONSTRUCCIÓN, REHABILITACIÓN, REPOSICIÓN

TUNNEL LINER: NS-078, EG-113

PIPE BURSTING: NS-167, NS-168

CIPP: NS-150, NS-152

SPIRAL WOUND LINING: NS-169, NS-170

PIPE JACKING: NS-174, NS-175

GUIDED AUGER BORING – PILOT TUBE: NS-, NS-

MATERIALES

PARA REPARACIÓN: NP-105

TUBERÍAS ALCANTARILLADO: NP-027, EG-109

TUBERÍAS ACUEDUCTO: NP-032, EG-109

MPFD060107-04 Septiembre 28, 2021



17

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

NS-058 Aspectos técnicos para la investigación y calificación de redes de alcantarillado con equipos de CCTV

#SOMOS agua




- Establece los objetivos de la videoinspección
- Presenta los requisitos previos a la ejecución de la videoinspección
- Indica los parámetros básicos a realizar durante la videoinspección
- Establece requisitos de visualización y equipos
- Presenta el protocolo de manejo de datos y calificación de redes
- Requiere la codificación de defectos con el estándar PACP-NASSCO




MPFD060107-04



18

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

NS-174 y NS-175 Criterios de diseño y requisitos de construcción para la instalación de tuberías con Hincado de Tubería #SOMOS agua

- **NS-174: Presenta requisitos como:**
 - Planeación para el diseño (trazado, campaña geológico-geotécnica, asentamientos, instrumentación, etc.)
 - Catastro, redes aéreas, topografía, estimaciones geotécnicas
 - Requisitos de diseño geométrico y ubicación de estructuras
 - Diseño estructural (cargas, fórmulas de cálculo, etc.)
- **NS-175: Presenta requisitos como:**
 - Socialización, PMT, licencias, inspección de redes, etc.
 - Requisitos generales de obra (control de aguas, SST, etc.)
 - Construcción de pozos de trabajo y muros de reacción
 - Equipos y materiales para la instalación
 - Procedimiento de instalación de tuberías



MPFD0601F07-04



19

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

NS-169 y NS-170 Criterios de diseño y requisitos de construcción para rehabilitación de redes de alcantarillado con revestimiento enrollado en espiral (Spiral Wound) #SOMOS agua

- **NS-169: Presenta requisitos como:**
 - Estudios previos (catastro, georradar, CCTV, etc.)
 - Materiales de revestimiento, lechadas, refuerzos
 - Trazado, curvaturas, diámetros, conexiones
 - Evaluación de cargas, velocidad máxima de flujo
 - Diseño parcial y completamente deteriorado
- **NS-170: Presenta requisitos como:**
 - Actividades preliminares (licencias, CCTV, etc.)
 - Equipos y materiales
 - Conformación del revestimiento según tipo de instalación a utilizar
 - Requisitos de arriostamiento, conexiones domiciliarias, inyección de lechada, etc.
 - Aceptación de los trabajos



MPFD0601F07-04



20



22

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja
#SOMOS agua

TABLA DE CONTENIDO

1. Localización del proyecto
2. Antecedentes
3. Programa de Rehabilitación
4. Programa de Rehabilitación Tibitoc Casablanca Tramo 3
 - 4.1 Fase 1 – Subtramo Sur
 - 4.1.1 Programa de Rehabilitación
 - 4.1.2 Metodologías Constructivas Etapa 1
 - 4.1.3 Metodologías Constructivas Etapa 2
 - 4.1.4 Obras Previas
 - 4.1.5 Proceso constructivo inserción
 - 4.2 Fase 2 – Manija 60"
 - 4.2.1 Metodologías Constructivas
 - 4.2.2 Interconexiones y Derivaciones
 - 4.2.3 Tubería a instalar en pipe jacking
 - 4.2.4 Pozos para pipe jacking
 - 4.2.5 Secuencia de Construcción
 - 4.2.6 Sistemas Constructivos pozos pipe jacking
 - 4.2.7 Tuneladoras
 - 4.2.8 Equipos y trabajo de campo
 - 4.3 Fase 3 – Tramo Central

MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

23



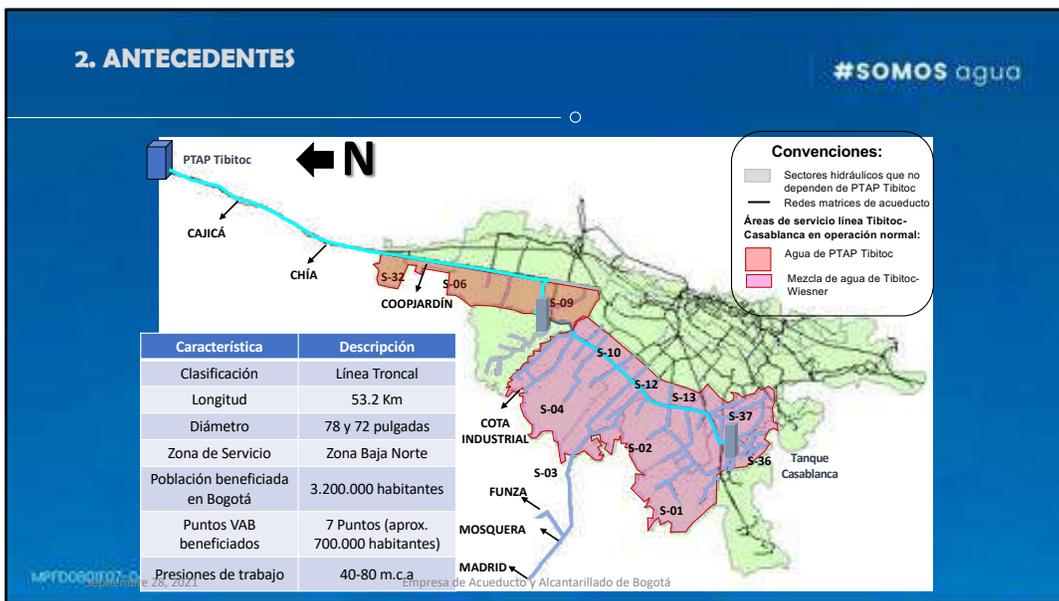
24



25



26



27

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

2. ANTECEDENTES

A nivel mundial se registraron una serie de fallas catastróficas y no catastróficas en tuberías PCCP de gran diámetro fabricadas según la AWWA C-301/1964. Después de 15 a 20 años de instalación y debido a lo anterior, la norma AWWA C-301 fue modificada en el año 1984.



Entre los años 1978 y 1989 se presentaron 12 fallas en la Línea, 2 de ellas catastróficas



MRF00601F07-04



28

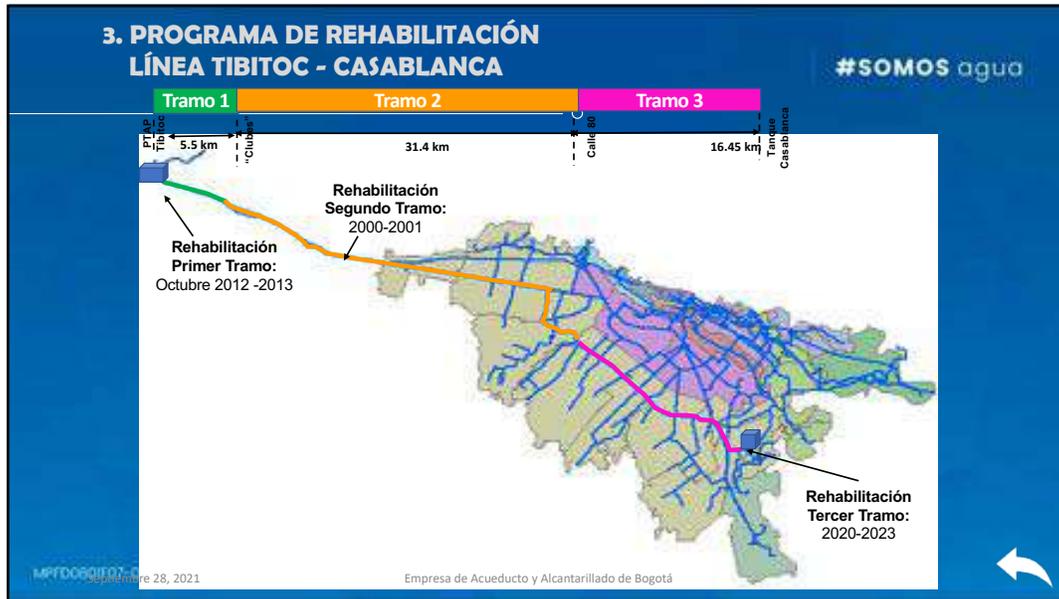
Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

3. PROGRAMA DE REHABILITACIÓN LÍNEA TIBITOC - CASABLANCA

MRF00601F07-04



29



30

4. PROGRAMA DE REHABILITACIÓN LÍNEA TIBITOC – CASABLANCA TRAMO 3

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

#SOMOS agua

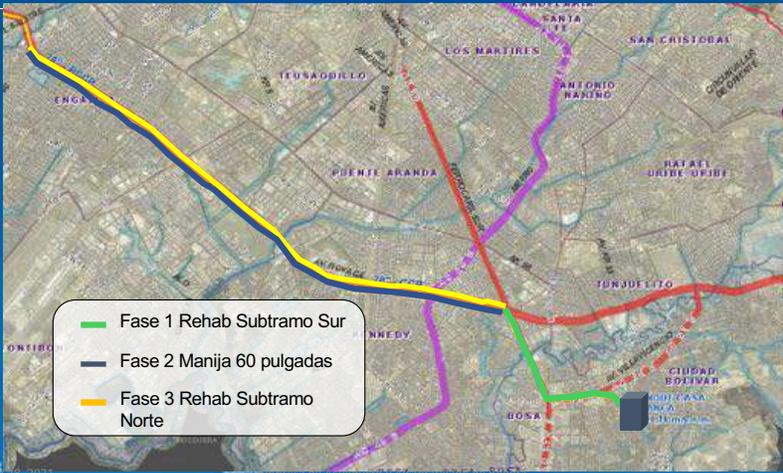
MPF0060107-04

31

4. REHABILITACIÓN LÍNEA TIBITOC – CASABLANCA

TRAMO 3

Para llevar a cabo la rehabilitación, establecieron tres fases:



#SOMOS agua

- Fase 1 Rehab Subtramo Sur
- Fase 2 Manija 60 pulgadas
- Fase 3 Rehab Subtramo Norte

MPF0060107-04
Septiembre 28, 2021
EmpresadeAcueductoYAlcantarilladodeBogota

32

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

#SOMOS agua

4.1 FASE 1 – SUBTRAMO SUR



MPF0060107-04

33

4.1 FASE 1 – SUBTRAMO SUR #SOMOS agua

FASE 1: REHABILITACIÓN DE LA TUBERÍA TIBITOC - CASABLANCA, PARA EL SUBTRAMO SUR DEL TRAMO 3, COMPRENDIDO ENTRE EL PUNTO DE EMPATE CON EL SUB-TRAMO NORTE (K48+143.84) Y EL TANQUE DE CASABLANCA (K52+131), CON SUS OBRAS COMPLEMENTARIAS

PLAZO: 23 MESES
INICIO: Enero 2020
FIN: Diciembre 2021
VALOR: \$ 60,741,031,558

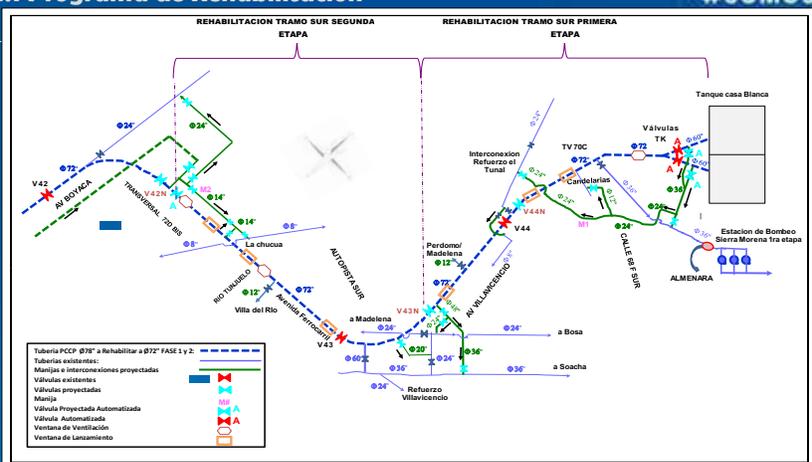


MPFDC060107-04 Septiembre 28, 2021

34

4.1 FASE 1 – SUBTRAMO SUR #SOMOS agua

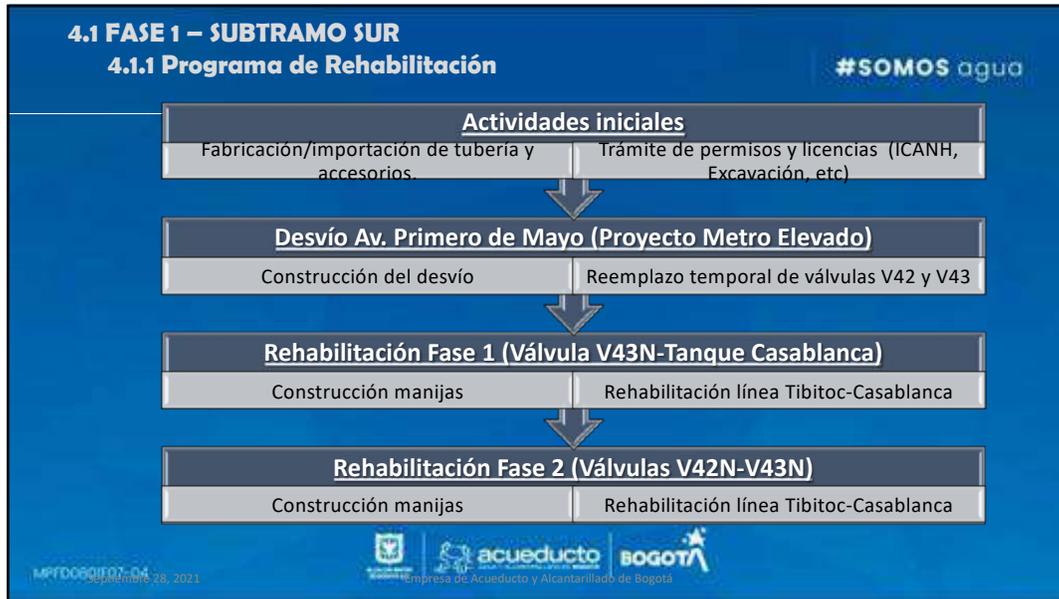
4.1.1 Programa de Rehabilitación



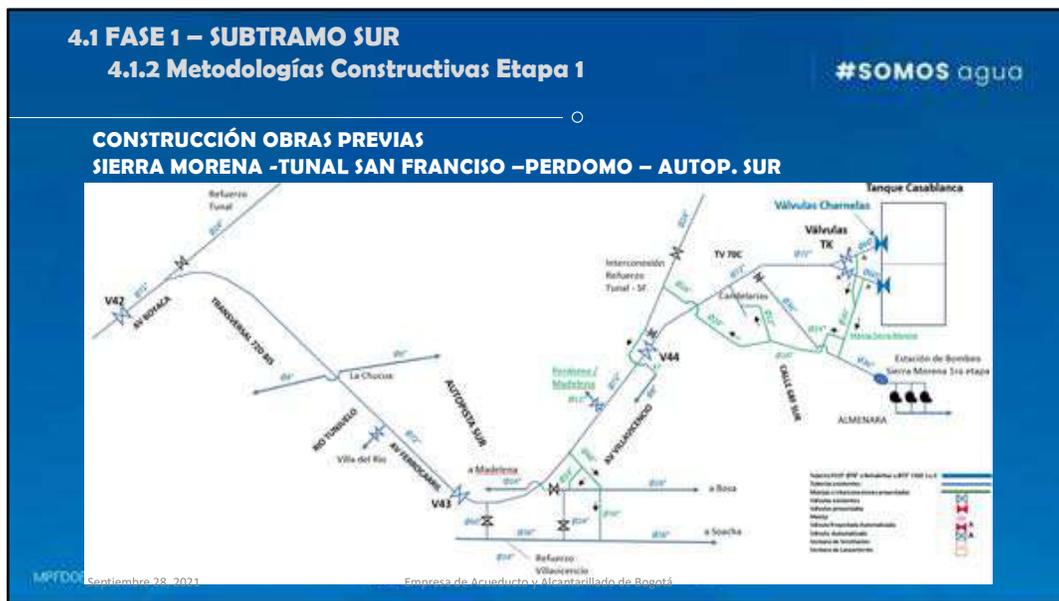
MPFDC060107-04 Septiembre 28, 2021



35



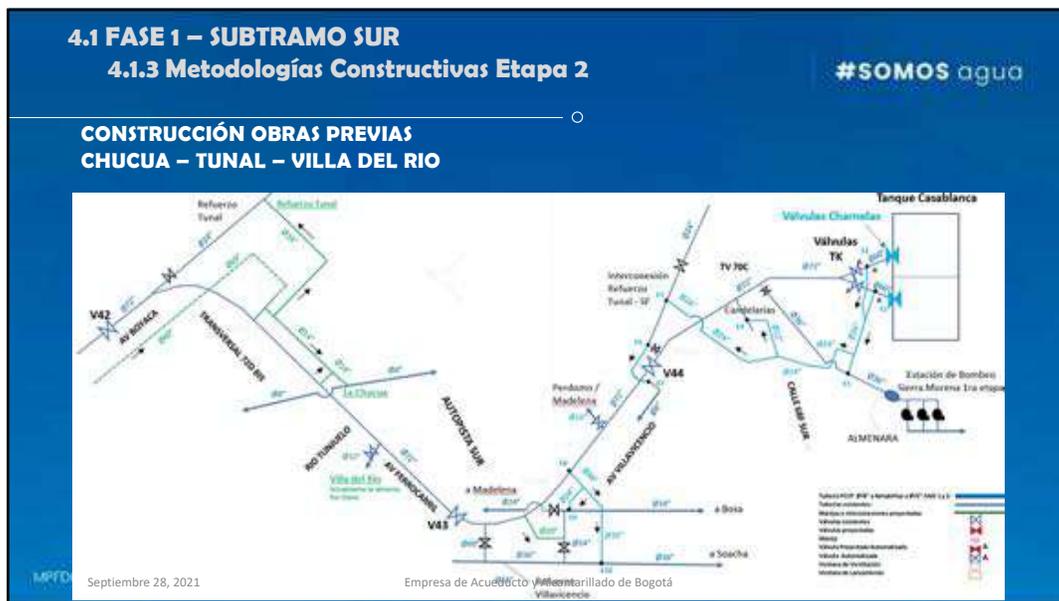
36



37



38



39

4.1 FASE 1 – SUBTRAMO SUR
4.1.3 Metodologías Constructivas Etapa 2 #SOMOS agua

LONGITUD TOTAL:	VENTANAS DE LANZAMIENTO	VÁLVULAS DIRECTAS	TRAMOS
Septiembre 28, 2,3 km	4 UND	2 UND	DESDE LA V43N HASTA V42N

40

4.1 FASE 1 – SUBTRAMO SUR
4.1.4 Obras previas #SOMOS agua

DESVÍO AV. PRIMERO DE MAYO	CAMBIO DE VÁLVULA V42	CAMBIO DE VÁLVULA V43	INSTALACIÓN VÁLVULA V43N

41

4.1 FASE 1 – SUBTRAMO SUR
4.1.5 Proceso constructivo inserción #SOMOS agua



Excavación → Demolición mortero exterior → Corte y retiro parte superior de la tubería → Ubicación de grúa para trazo de camisa de acero

MRF0060107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

42

4.1 FASE 1 – SUBTRAMO SUR
4.1.5 Proceso constructivo inserción #SOMOS agua



Lazo camisa de acero (Ø= 12 mm con mortero interior centrifugado de 4000 psi) → Carro para transporte de camisa de acero → Posicionamiento carro de acero → Transporte interno camisa de acero

MRF0060107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

43

4.1 FASE 1 – SUBTRAMO SUR
4.1.5 Proceso constructivo inserción #SOMOS agua



Soldadura de junta **Boquilla de mortero anular** **Bombeo de mortero anular**

MPF00601F07-04 Septiembre 28, 2021  Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

44

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

4.2 FASE 2 – MANIJA 60”

MPF00601F07-04 

45

4.2 FASE 2 – MANIJA 60” #SOMOS agua

FASE 2: CONSTRUCCIÓN DE LA MANIJA MATRIZ DE ACUEDUCTO Ø60” – FASE 2 REHABILITACIÓN TRAMO 3 LÍNEA TIBITOC - CASABLANCA

PLAZO: 32 MESES
INICIO: Noviembre 2021
FIN: Mayo 2023
VALOR: USD 70'

30% instalación en zanja abierta
70% instalación en pipe jacking

MPF0060107-04 Septiembre 28, 2021 

46

4.2 FASE 2 – MANIJA 60” #SOMOS agua

4.2.1 Metodologías Constructivas

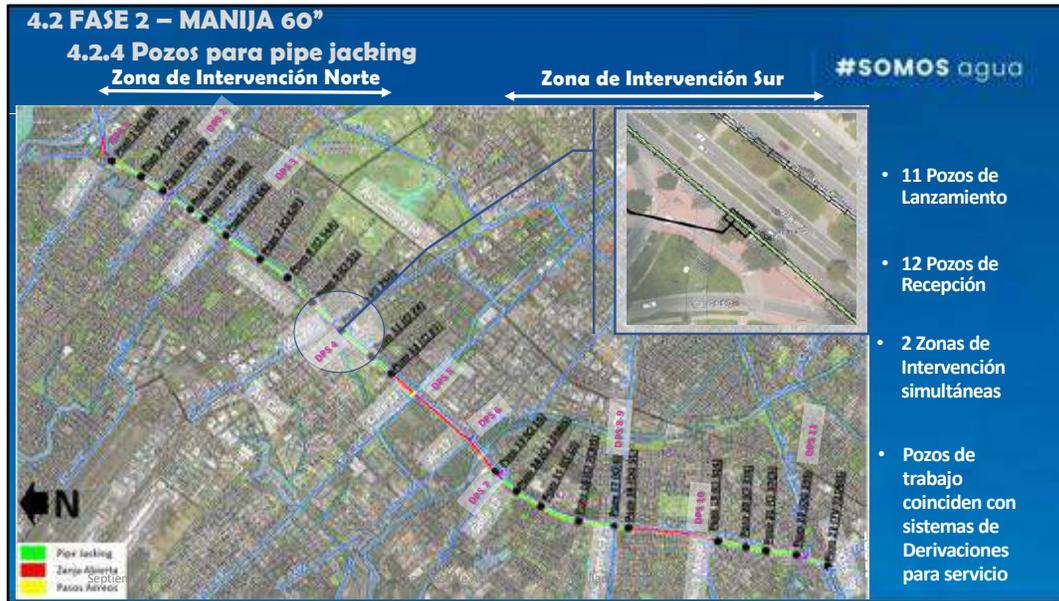


LONGITUD TOTAL:
12,4 km

- Longitud en Zanja Abierta:
3,7 km
- Longitud en Pipe Jacking:
8,7 km

MPF0060107-04 Septiembre 28, 2021 

47



50



51

4.2 FASE 2 – MANIJA 60”
4.2.6 Sistemas Constructivos pozos pipe jacking

- **Tablestacas Metálicas**
- **Pantallas preexcavadas**



MPF0060107-04
Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

52



4.2 FASE 2 – MANIJA 60”
4.2.6 Sistemas Constructivos pozos pipe jacking

a. Tablestacas Metálicas

acueducto BOGOTÁ
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

53



54



55

4.2 FASE 2 – MANIJA 60"
4.2.7 Tuneladoras

DOŚ (2) TUNELADORAS: AVN1600AB

#SOMOS agua

Diseño estándar para presión de agua subterránea de hasta 3 bar.

*Alimentación de lodos mediante 6 boquillas en la cámara de trituration/excavación y *2 boquillas en la zona de la tubería de descarga de lodos.

*Capacidad de la bomba 260 l/min

*Longitud total: 3500 mm

*Diámetro: 1970 mm

*Peso: 15.000 kg

*Torque máximo 370 kNm

*Velocidad máxima 9.5 rpm

*4 cilindros de dirección

*Circuito de lodos

*Tuneladora de Frente Cerrado

*Disco de corte de suelo blando

MPF0050107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

56

#SOMOS agua

4.2 FASE 2 – MANIJA 60"
4.2.7 Tuneladoras

ESTACIONES INTERMEDIAS

Con la finalidad de conservar la integridad de la tubería hincada, en las longitudes dispuestas entre pozos (alrededor de 400 m).

Cada estación intermedia incorpora 12 cilindros de empuje.

Se instala una estación cada 100-120 m.

Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

57



58



59

4.3 FASE 2 – TRAMO CENTRAL #SOMOS agua

FASE 3: REHABILITACIÓN DE LA TUBERÍA TIBITOC - CASABLANCA, PARA EL TRAMO CENTRAL DEL TRAMO 3, AV. BOYACÁ COMPRENDIDO ENTRE LA CALLE 80 Y LA AV. FERROCARRIL DEL SUR



- Rehabilitación de línea existente mediante inserción de encamisado de acero, diámetro de 1800 mm, presión de trabajo 150 psi, y recubrimiento interior de mortero.
- Inyección del espacio anular con mortero.

MPFDC050107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

60

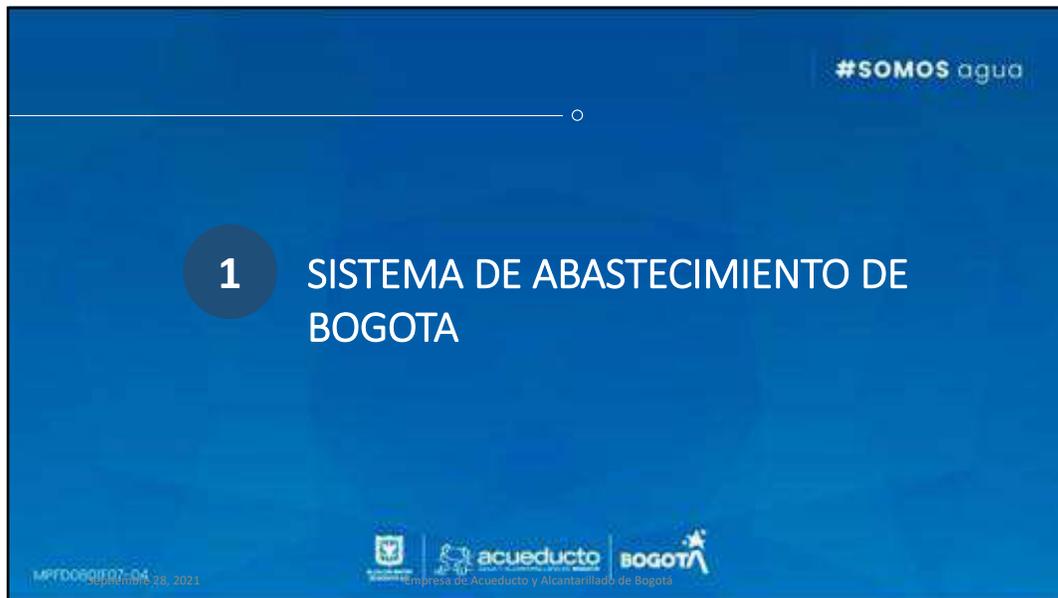
Seminario de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 2: Rehabilitación Túnel Chingaza

- Presentan:
 - Ing. Germán García Marrugo
 - Ing. Fernando Manrique Ocampo
 - Dirección Abastecimiento
 - Gerencia Corporativa Sistema Maestro



61



62



63



64

Planeación

- 1933**

 - Se plantea la ejecución del proyecto Chingaza por el ingeniero Luis Castro.
 - El proyecto es Inviabile por temas económicos y técnicos, donde se tomó un caudal de disponibilidad erróneo de 4 m/s, y la construcción de 40 km de redes.
- 1934**

 - Se culmina el proyecto de explotación del río Tunjuelo alternativa seleccionada ante la inviabilidad del proyecto Chingaza.
- 1950**

 - Saturación del proyecto Tunjuelo. Se propuso el aprovechamiento del río Bogotá.
 - El proyectos Tibitoc se priorizó por tener menor valor en términos costos de construcción por caudal suministrado.
- 1966**

 - Proyecto Chingaza : se evalúan las posibilidades de aprovechamiento .
 - Se planteó el proyecto con un costo de \$743 millones de pesos.
 - Confirmado por una presa en sobre el río de La Playa, 61 km de tuberías y cuatro túneles.
- 1968**

 - Los estudios de Factibilidad requirieron la construcción de una vía que comunicara el municipio de Fómeque con el sitio de la presa en La Playa.
 - El embalse se modificó del río La Playa por el río Chuza, al necesitar menos longitud de tuberías para la conducción del agua.

#SOMOSagua

65

Ejecución

1971

Marzo: Licitación Pública Internacional No. 300-ABII-1, construcción de los túneles y obras anexas al proyecto Chingaza.

Agosto: Adjudicación de obras de los túneles a la firma yugoeslava G.P. KONSTRUKTOR, mediante el método convencional de perforación y voladura.

1972

Inicio de obras del proyecto.

KONSTRUKTOR presentó retrasos en la ejecución de las obras por tanto se procedió a la terminación del contrato.

1974

Nueva Licitación Pública internacional, adjudicada a la firma ICA de México por un monto de \$250.575.171 más US\$21.231.399.

Rehabilitación de los trabajos suspendidos en el túnel Palacio – Río Blanco.

Obras y revestimiento en concreto neumático de los túneles.

1976

Obras de excavación y revestimiento en los frentes Chuza – Ventana y Ventana – Simaya.

#SOMOS agua

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

66

Ejecución

1977

Desprendimientos en el túnel Palacio -Río Blanco y el túnel de Siberia.

1980

Túneles: Excavación de 36 km de 38 km

Wiesner: Avance del 51.3% con revestimiento de paneas.

Excavación del sector a flujo libre Ventana - Simaya, pozos de captación.

US\$195.5 millones invertidos.

1982

Túneles: Excavación de 38.6 km con revestimiento en concreto neumático de 30.6 km.

Llenado del embalse de Chuza

pruebas de funcionamiento de los túneles.

US\$ 268.3 millones invertidos.

1983

Agosto: el proyecto Chingaza entra en servicio.

Septiembre: taponamiento del sector a presión Chuza - Ventana, causando que saliera de servicio el sistema.

1984

Reparación del sector presión Chuza – Ventana, teniendo un costo de \$2.300.000.000.

Construcción de 1760 m de revestimiento en concreto hidráulico o convencional.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

67

Ejecución

1985

Mayo: se pone a prueba la operación de Chingaza.

Septiembre: sale de operación por 45 días a por trabajos de reparación y mantenimiento.

Noviembre: Reinicia la operación del sistema Chingaza con la planta Francisco Wiesner.

1992

Un alud de tierra en el canal Simaya destruyendo 20 m del túnel el faro, obligando a sacar de operación el sistema Chingaza.

Generando racionamiento por 8 días.



1997

Enero: derrumbe que afectó el tramo del Túnel Pozo 4-Simaya.

Abril: ocurre otro derrumbe afectando el tramo del Túnel Chuza-Ventana, las reparaciones duraron seis meses.

Octubre el panel de expertos recomendó: Revestimiento de los Túneles.

#SOMOS agua

2001

Se estructuró por la firma INGETEC, el programa de revestimiento de los túneles del Sistema Chingaza.



"Se considera que si bien los mantenimientos anuales que ejecutan reducen ese riesgo, esto no elimina completamente la posibilidad de que se presenten. La única manera de mitigar al máximo el riesgo de desprendimientos en los túneles sería la de revestirlos totalmente".





MPFDC050107-04 Septiembre 28, 2021

68

Sistema Chingaza - Wiesner



#SOMOS agua

Embalses

- Chuza, caudal afluyente 12,32 m³/s
- San Rafael, caudal afluyente, 1,54 m³/s

Conducciones

- Túnel Guatiquía, 3,2 km, $\Phi = 2,9$ m
- Túnel Leticia, 0,3 km, $\Phi = 2,4$ m
- Conducción Chuza – planta Wiesner (37,7 km):
 - Túnel Palacio – Río Blanco, 28,4 km y $\Phi = 2,7, 3,2$ y 3,7 m.
 - Canal de Simaya, 0,3 km, sección rectangular variable.
 - Túnel del Faro, l= 0,9 km, $\Phi = 3,7$ m.
 - Tubería de Simaya, 4,5 km, $\Phi = 3,0$ m.
 - Túnel de Siberia, 3,0 km, $\Phi = 3,7$ m.
 - Sifón del Teusacá, 0,6 km, $\Phi = 3,3$ m

Planta de tratamiento: Francisco Wiesner

SISTEMA CHINGAZA	CAPACIDAD [MILLONES M ³]
Embalse de Chuza	220
Embalse San Rafael	67,7
Total	287,6




Septiembre 28, 2021

69

#SOMOS agua

3 TÚNELES

MRFD060107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

70

Sistema Chingaza

PLANO GENERAL SISTEMA CHINGAZA

The map illustrates the Chingaza water system, starting from the LAGUNA CHINGAZA and EMBALSE DE CHINGAZA on the left, moving through a series of tunnels (indicated by pink lines) and reservoirs (indicated by blue areas) towards the EMBALSE DE SAN RAFAEL on the right. A cross-section diagram at the bottom shows the elevation profile of the system, highlighting the tunnel sections. The map includes various labels for infrastructure and geographical features.

MRFD060107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

71

Proceso constructivo

#SOMOS agua

Perforación

Revestimiento

Construcción

Campamentos

Presas Golillas

MRFD060107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

72

4 REVESTIMIENTO TÚNELES DEL SISTEMA CHINGAZA

#SOMOS agua

MRFD060107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

73

Panel de Expertos

#SOMOS agua

El 22 de octubre de 1997 el panel de expertos recomendó al Acueducto de Bogotá, lo siguiente:

“Debido a que es imposible predecir donde y cuando pueden ocurrir desprendimientos dentro de los túneles del sistema Chingaza, se considera que si bien los mantenimientos anuales que ejecuta el Acueducto de Bogotá reducen ese riesgo, esto no elimina completamente la posibilidad de que se presenten. La única manera de mitigar al máximo el riesgo de desprendimientos en los túneles sería la de revestirlos totalmente”.

Por está recomendación, a partir del 2001 se estructuró el programa de revestimiento de los túneles del Sistema Chingaza.



MPFDC050107-04 Septiembre 28, 2021

74

Cronología

#SOMOS agua

 <p>2003</p> <ul style="list-style-type: none">Se revistieron 888,30 m del túnel El Faro. Con dicha intervención se concluyó el revestimiento de dicha infraestructura que posee una longitud de 973 m.	 <p>2004</p> <ul style="list-style-type: none">Se revistieron 1281,7 m del túnel de Siberia y 797 m del sector a flujo libre Ventana - Simaya.	 <p>2005</p> <ul style="list-style-type: none">Revestimiento de 671,3 m del túnel de Siberia y 812 m del sector a flujo libre Ventana-Simaya.Se ejecutó la construcción de la galería de Ventana que conectó la galería de entrada de Ventana con el túnel Palacio-Río Blanco sector Ventana-Simaya.	 <p>2006 Y 2007</p> <ul style="list-style-type: none">No se adelantaron labores de revestimiento durante estos años debido a las obras de rehabilitación de la línea de 60" Tibitoc – Usaquén.
---	--	--	--



MPFDC050107-04 Septiembre 28, 2021

75

Cronología

#SOMOS agua

 <p>2008</p> <ul style="list-style-type: none"> Se revistieron 849 m lineales del sector a flujo libre Ventana - Simaya. 	 <p>2009</p> <ul style="list-style-type: none"> Se revistieron 1336 m del sector a flujo libre Ventana - Simaya, de los cuales 634 m fueron en concreto convencional y 702 m fueron en concreto lanzado. Rehabilitación de la galería de acceso al pozo de Diamante que posee una longitud de 400 m y se instaló un nuevo malacate. 	 <p>2010</p> <ul style="list-style-type: none"> Se revistieron 457 m del túnel de Siberia y 1818 m del sector Ventana - Simaya. Reconstrucción de solera, se ejecutaron 2297 m en el túnel de Siberia y 3834 en el sector Ventana - Simaya. 	 <p>2011</p> <ul style="list-style-type: none"> Se revistieron 492 m del sector Ventana - Simaya y 223 m del sector Chuza - Ventana. Reconstrucción de solera, se ejecutaron 1009 m en el sector Ventana - Simaya.
---	---	--	--

MRF0050107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

76

Cronología

#SOMOS agua

 <p>2012 Y 2013</p> <ul style="list-style-type: none"> No se adelantaron obras de revestimiento debido a la rehabilitación de los primeros 5 km de la Línea de 78", Tibitoc - Casablanca. 	 <p>2014</p> <ul style="list-style-type: none"> Revestimiento de 1163 ml del sector a presión Chuza - Ventana y 1251 ml en el sector a flujo libre Ventana - Simaya. 	 <p>2015</p> <ul style="list-style-type: none"> Revestimiento de 530 ml del sector a presión Chuza - Ventana. 	 <p>2016</p> <ul style="list-style-type: none"> Revestimiento de 894 ml del sector a presión Chuza - Ventana.
--	---	---	--

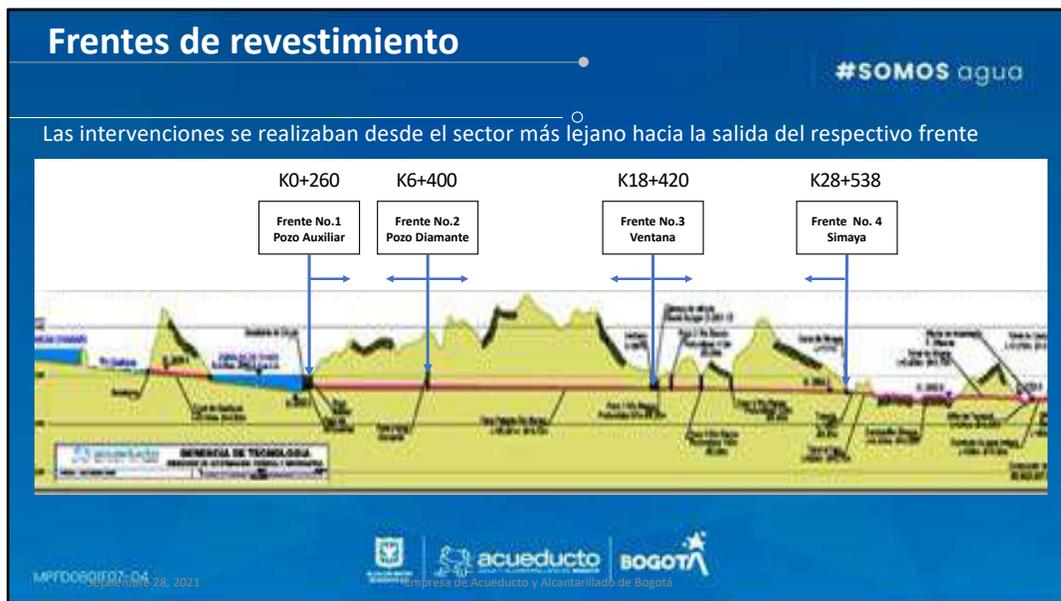
MRF0050107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

77



78



79

Sección típica

#SOMOS agua

REVESTIMIENTO EN SECCIÓN CIRCULAR

REVESTIMIENTO EN SECCIÓN HERRADURA

DETALLE 1 – TIPOS DE GEOMETRÍA DEL TUNEL

REVESTIMIENTO EN CONCRETO CONV.

MPF0050107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

80

Principales equipos

#SOMOS agua

- ✓ Una (1) planta de producción de concreto por cada frente de trabajo
- ✓ Ciento sesenta (160) m lineales de tubería para bombeo de concreto por cada frente de obra
- ✓ Diez (10) tractores tipo Kubotas o similar por cada frente de trabajo
- ✓ Dos (2) camabajas para transporte de personal por cada frente de trabajo, las cuales son arrastradas por los tractores Kubotas o similares.
- ✓ Diez (10) mezcladores sobre ruedas de 2 m³ de capacidad por cada frente de trabajo,
- ✓ Diez (10) platinas de 1 m³ de capacidad por cada frente de trabajo
- ✓ Siete (7) minicargadores tipo S130 por cada frente de trabajo.
- ✓ Cuatro (4) plantas eléctricas con capacidad suficiente para alimentar las necesidades de potencia en cada frente de obra.
- ✓ Dos (2) Bombas para concreto de inyección eléctricas para cada frente de trabajo
- ✓ Una (1) Bomba para concreto convencional eléctricas por cada frente de trabajo más una (1) de repuesto.
- ✓ Un (1) Compresor eléctrico para aire por cada frente de trabajo más uno (1) de repuesto por frente
- ✓ Ventiladores para trabajo en obras subterráneas
- ✓ Martillos tipo Yacklets con pie de apoyo
- ✓ Vibradores tipo aguja

MPF0050107-04 Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

81

Principales equipos

- ✓ Vibradores para formaletas
- ✓ Equipos de soldadura eléctrica
- ✓ Equipos de corte
- ✓ Gatos hidráulicos
- ✓ Martillos hidráulicos para usos con minicargadores
- ✓ Linternas mineras
- ✓ Equipos de comunicación para minería
- ✓ Equipos para mediciones eléctricas como amperímetros, megers etc.
- ✓ Compresores para monta llantas
- ✓ Ventiductos

#SOMOS agua

MPFD060107-04
Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

82

DEMOLICIONES

#SOMOS agua

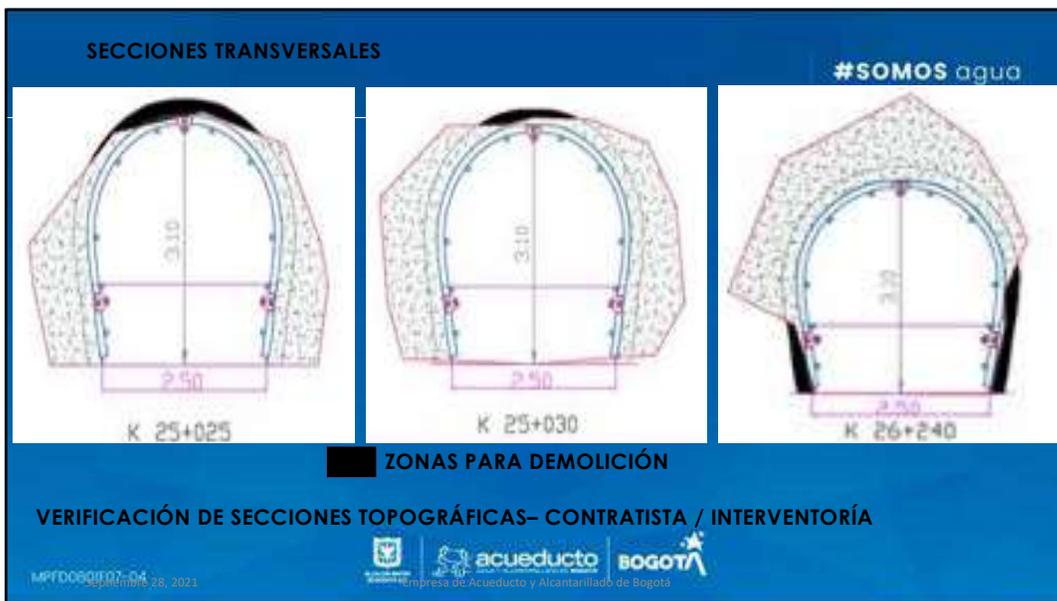
MPFD060107-04
Septiembre 28, 2021

acueducto BOGOTÁ
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

83



84



85



86



87



88



89

PRODUCCIÓN DE CONCRETO

#SOMOS agua



APLICACIÓN DE CEMENTO Y ADITIVO PLASTIFICANTE

MPFD080107-04
Septiembre 28, 2021



90

#SOMOS agua

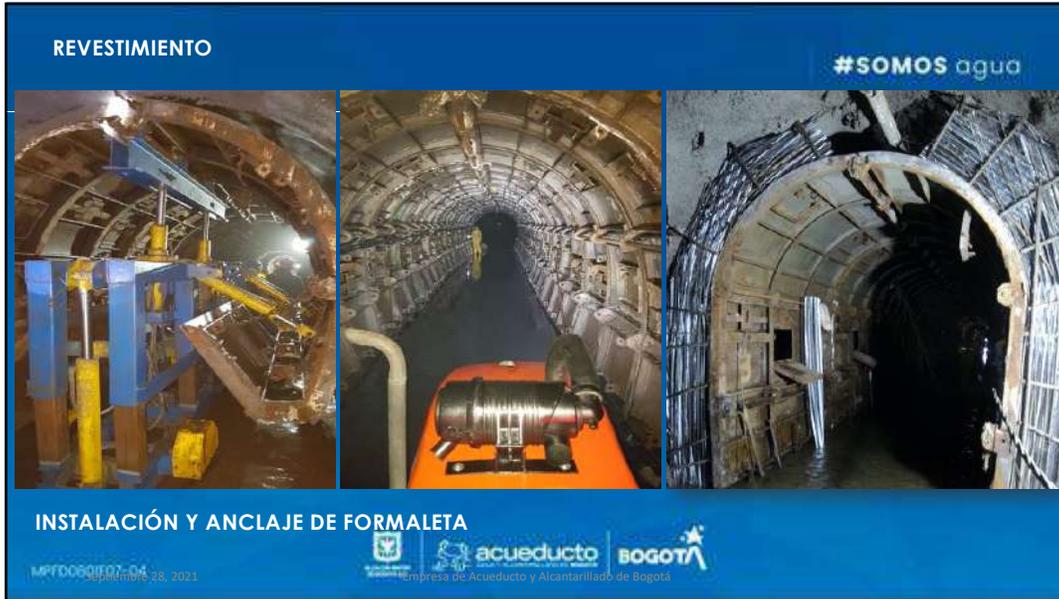
REVESTIMIENTO



MPFD080107-04
Septiembre 28, 2021



91

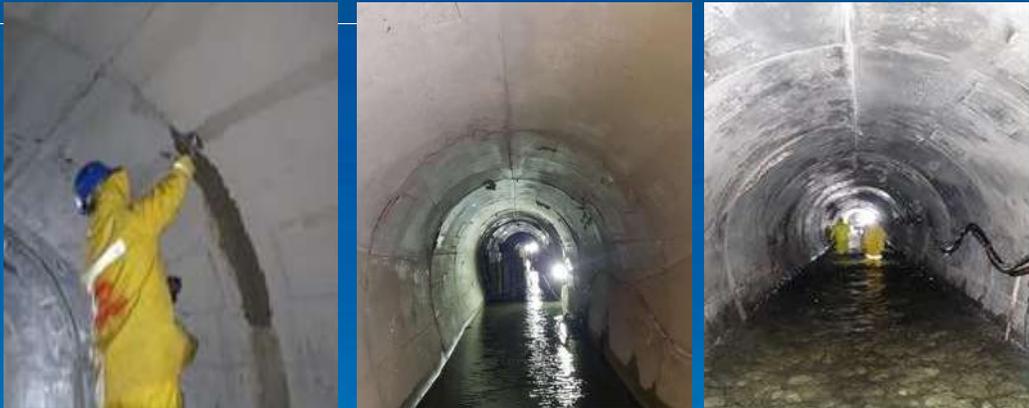


92



93

REVESTIMIENTO #SOMOS agua



DESENCOFRADO, RESANES – TÚNEL REVESTIDO

MRFD060107-04 Septiembre 28, 2021



94

Revestimientos #SOMOS agua

TUNEL	LONGITUD (m)	REVESTIDO Antes del 2003 (m)	Faltante 2003	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTALES	
FLUJO A PRESIÓN CHUZA - VENTANA	18.389,00	10.478,00	7.911,00								223,00	1.679,00	530,00	894,00	547,00	1.398,00	1.691,00	897,00	7.857,00
FLUJO LIBRE VENTANA- SIMAYA	10.118,00	2.783,00	7.355,00		797,00	812,00	849,00	1.336,00	1.818,00	452,00	808,72			282,00	622,00	221,00			8.037,72
EL FARO	973,00	84,70	888,30	888,30															888,30
SIBERA	3.019,00	609,00	2.410,00		1.281,70	671,30			457,00										2.410,00
TOTALES	32.499,00	13.934,70	18.564,30	888,30	2.078,70	1.483,30	849,00	1.336,00	2.275,00	715,00	2.487,72	530,00	894,00	829,00	2.018,00	1.912,00	897,00		19.193,02



MRFD060107-04 Septiembre 28, 2021



95

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

#SOMOS agua

Compromiso con el Saneamiento del Río Bogotá

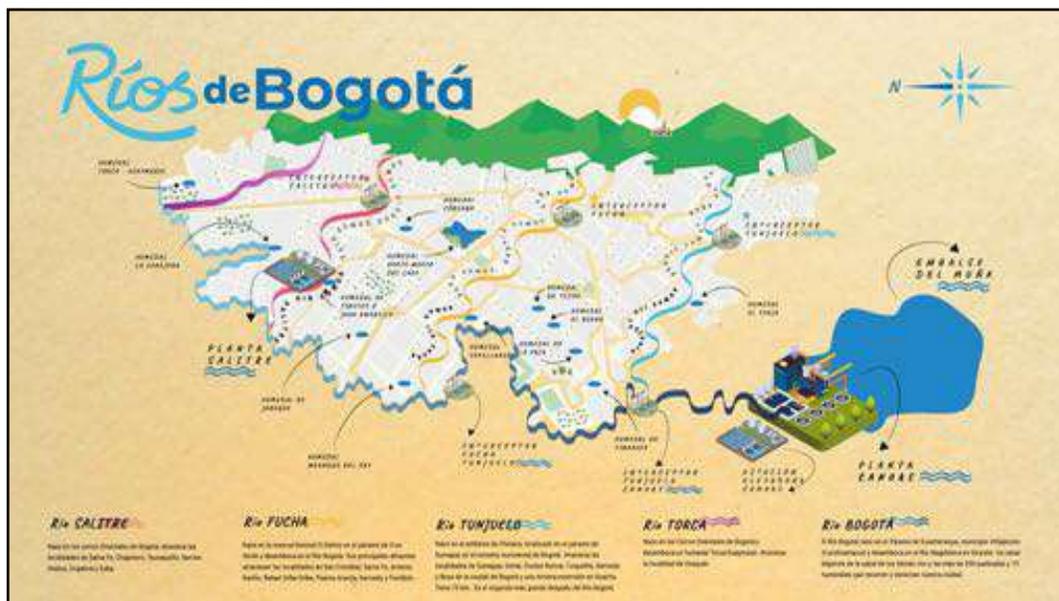
PTAR Canoas
Q = 16 m³/s

PTAR Salitre Fase 1 y 2
Fase 1 = 4 m³/s
Fase 2 = 7 m³/s

- El Río Bogotá es pequeño para la carga que recibe.
- **Presión que recibe:**
 - 25% de la población nacional.
 - 30% de las actividades productivas y de servicios del país.
- La calidad del río es resultado de las actividades y los usos del suelo.

MPF0060107-04

98



99

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Interceptor Torca – Salitre: Ubicación

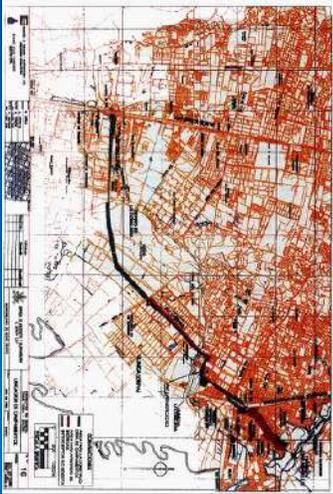
#SOMOS agua



Área detallada
Bogotá



PTAR Salitre



- Longitud: 10.9 km
- Profundidad media: 8.23 m
- Diámetro medio: 2.4 m
- Inicio operación: Dic - 2007

MPFD060107-04



100

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Interceptor Torca – Salitre

#SOMOS agua



MPFD060107-04



101

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Interceptor Torca – Salitre

#SOMOS agua

- Dos tuneladoras EPB para Pipe Jacking
 - EPB2200 (86" ID) con kit para 96" ID
 - EPB2750 (108" ID)



MPFD060107-04



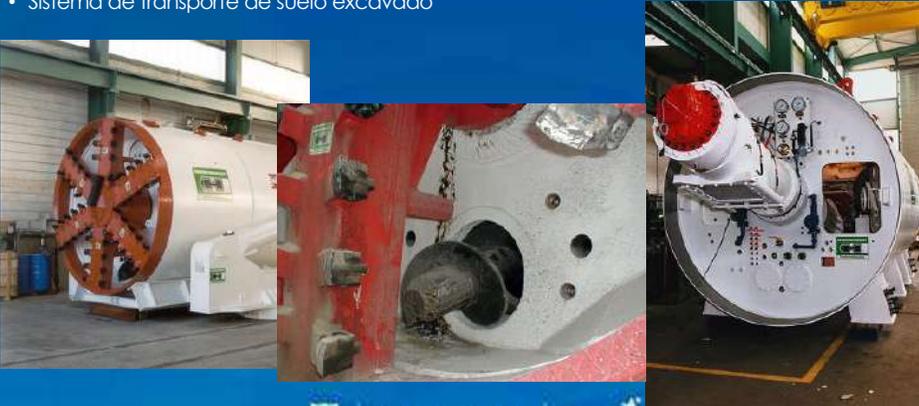
102

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Interceptor Torca – Salitre

#SOMOS agua

- Sistema de transporte de suelo excavado



MPFD060107-04



103

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Interceptor Torca – Salitre

#SOMOS agua

- Tuneladora EPB en Bogotá



MPFD060107-04



104

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Interceptor Torca – Salitre

#SOMOS agua



MPFD060107-04



105

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Interceptor Torca – Salitre

#SOMOS agua



MPFD060107-04



106

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 3: Construcción Interceptores Río Bogotá

- Presenta: Ing. Álvaro Cortés Rodríguez
 - Interventor residente Proyecto Torca-Salitre
 - Asesor de supervisores de la EAAB en otros proyectos de tecnología sin zanja (Fucha-Tunjuelo y otros)



107

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Interceptor del Río Bogotá

#SOMOS agua

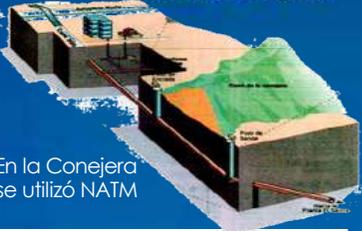
- Inicio: Junio, 2000
- Finalización: Junio, 2002
- Valor: > US\$ 40 Millones

Características:

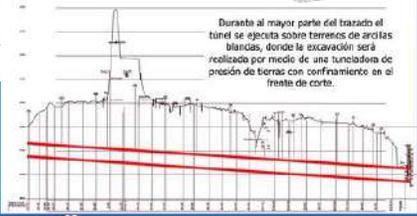
- Suelos blandos
 - L = 9772 m
 - D (int) = 2,2 , 2,45 y 2,75 m
- Tuneladora con cámara hiperbárica
- Roca:
 - 448,7 m
 - D (int): 2,5 m
- 6 pozos de trabajo
- Cruce bajo el humedal Juan Amarillo



En la Conejera se utilizó NATM



Durante al mayor parte del trazado el túnel se ejecuta sobre terrenos de arcillas blandas, donde la excavación será realizada por medio de una tuneladora de presión de tierras con confinamiento en el frente de corte.







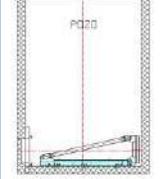
MPFD060107-04

108

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Sistema Constructivo

#SOMOS agua













MPFD060107-04

109



110



111

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

#SOMOS agua

SHIELD MACHINES SM. APPLICATION RANGE OF EPB AND HYDRO. CLASSICAL.

SHIELD MACHINES SM. APPLICATION RANGE OF EPB AND HYDRO. CLASSICAL.

SHIELD MACHINES SM. APPLICATION RANGE OF EPB AND HYDRO. WITH ADDITIVES.

EPB-SHIELD. OPERATIVE PRINCIPLE.

- 1. Tunnel face
- 2. Confinement
- 3. Excavation chamber
- 4. Pressure chamber
- 5. Thrust cylinders
- 6. Screw conveyor
- 7. Segment erector
- 8. Segment lining

EPB-SHIELD. SUPPORT OF TUNNEL FACE.

112

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

#SOMOS agua

EPB-SHIELD. FOUR MODES: OPEN / CLOSED.

EPB-SHIELD. MODE: SLURRY / CLOSED.

Túnel Tramo 9. Junta de dilatación entre tubos.
Nótese el empaque por fuera de la junta. Zona horaria 2 a 4

Túnel Tramo 9. Junta de dilatación entre tubos.
Nótese el empaque por fuera de la junta. Zona horaria 1 a 4

113

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

CONVENIOES

- S.O. DEL INTERCEPTOR
- CANAL CONCRETOS DE 8. PORMED
- TUBO DE BUELA BUNDO CONCRETOS
- TUBO DE BUELA CONCRETOS
- 1-20 IDENTIFICACION DEL TRAMO
- 1-20 IDENTIFICACION POZO DE MANEJO/VALVA
- 1-20 IDENTIFICACION POZO INICIO DE TRAMO
- POZO DE INSPECCION
- POZO DE MANEJO/VALVA
- POZO DE MANEJO/VALVA

INFORMACION DURANTE EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LAS OBRAS DEL INTERCEPTOR NO BROCA (INE)

PLANTA GENERAL - AVANCE CONSTRUCCION - ABRIL 2001

PERIODO: MAYO DE 2001 | ESCALA 1 : 40000 | FECHA No. 01.000

MPFD060107-04

acueducto BOGOTÁ

114

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Asentamiento por subsidencia

Alineamiento Tramo 4
Pozo 16E3 – 03 de abril de 2001

MPFD060107-04

acueducto BOGOTÁ

115



116



117



118

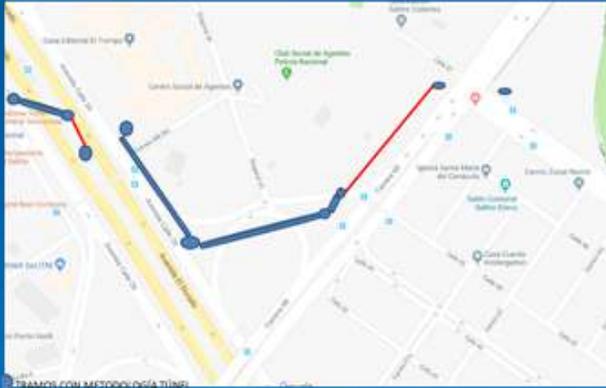


119

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Descripción de los Tramos

#SOMOS agua



ACTIVIDAD	LONG TOTAL (ML)	TRAMO	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD (ML)
INST TUB EN	81,88	PORTAL 28060	LINER CLL 56 CON CRA 30 - EL CAMPN	7,73
LINER - Ø1,0 M	81,88	PORTAL 28061		7,78
INST TUB EN	81,88	PORTAL 28062		
LINER - Ø0,7 M	27,18	PORTAL 28051	LINER ENTRE CLL 26 Y AV 68	5,35
	32,69	PORTAL 28047		5,92
	223,63	PORTAL 28045		5,92
INST TUB EN	111,02	PORTAL 28045	LINER ENTRE CLL 26 Y AV 68	5,92
	68,63	PORTAL 28044		5,91
	89,34	PORTAL 28044		5,91
	71,47	PORTAL 28040		5,91
LINER - Ø1,70M	55,56	PORTAL 28030	LINER CLL 53 CON AV 68 Y CRA 69	5,83
	38,53	PORTAL 28015		5,37
	56,50	PORTAL 28011		5,41
INST TUB EN	68,87	PORTAL 28009	LINER CLL 53 CON CRA 50 Y CRA 45	5,01
	36,68	PORTAL 28028		5,17
	42,84	PORTAL 28027		
	988,50			MI
TUNEL				
TOTAL EN ML	82,38			MI
PORTALES				

MPF060107-04

acueducto BOGOTÁ

120

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Cruce Sifón Invertido Carrera 30

#SOMOS agua



MPF060107-04

acueducto BOGOTÁ

121

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Metodologías Constructivas Iniciales de las Cámaras

- **DEL DISEÑO (TABLESTACA METÁLICA)**
 - Los diseños geotécnicos (numeral 6.3 "Diseños de Tablaestacas en voladizo" y plano "Tablaestaca para transición zanja - liner MH 28001") definían que para la construcción de estas cámaras se debía utilizar una protección temporal tablaestaca metálica.
 - Este procedimiento de entibación con tablaestaca metálica desde el punto de vista constructivo demanda la utilización de una maquinaria con un peso > 30 toneladas al que se le acopla un martinete hidráulico, lo que implica que al momento de realizar el hincado de las tablaestacas esto podría generar una gran vibración en el terreno por lo que impactaría y afectaría negativamente los predios aledaños a tales estructuras



Altura Libre Tablaestaca = 6.94m

MPFD060107-04

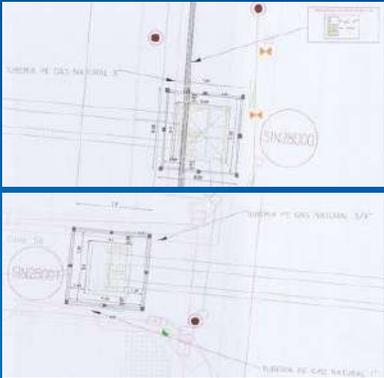


122

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Metodologías Constructivas Iniciales de las Cámaras

- **A. Alternativa: Uso de Entibado Tipo**
 - SIN2800
 - Interferencia Tubería gas natural 3"
 - Interferencia Canalización existente MT BT 4"
 - SIN28001
 - Interferencia Gas natural 3/4"
 - Interferencia gas natural 1"



MPFD060107-04



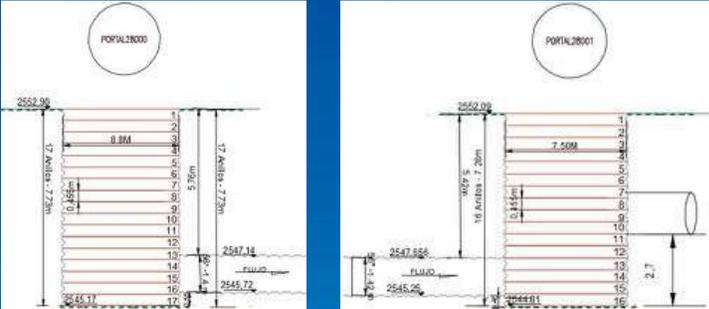
123

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Metodologías Constructivas Iniciales de las Cámaras

B. Alternativa: Instalación de Portales de Lanzamiento Tipo Linner

- Construcción de portales de lanzamiento tipo tunnel liner con un diámetro de 8,8m y 7,5m con una profundidad de 7,73m y 7,28m equivalentes a 17 anillos y 16 anillos de 0,46m de altura respectivamente.



MPFD060107-04



124

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Dificultades Superadas

1. Construcción de los Pozos de Trabajo:

- Antes y después - diseño inicial – diseño final
- Se realizó la excavación de H:0,46m siendo el espesor de 1 anillo con un rendimiento de instalación de 1 diario, posteriormente se realizó la inyección con mortero y se excavo para la instalación de cada anillo hasta completar la altura del pozo de lanzamiento



MPFD060107-04

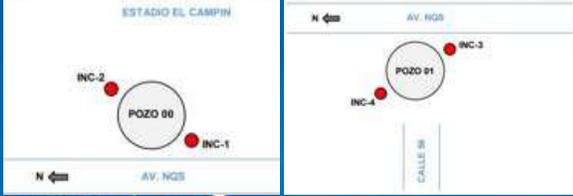


125

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Proceso Constructivo, Construcción de Linner

- Instalación de Inclínómetros (Estadio el Campín y Av. Cra. 30 con Calle 53)
- Se instalaron 2 inclinómetros por portal a una profundidad de 10m
- Protección final de tubería de inclinómetro.



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

126

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Proceso Constructivo, Linner Vertical

2. Construcción Pozos de Trabajo (Estadio el Campín y Av. Cra. 30 con Calle 53)

- Se construyeron los pozos de trabajo SIN28000 y SIN28001, cuyos diámetros fueron de 8,80m y 7,50m respectivamente, mediante la técnica de trabajo Túnel Linner vertical.
- Se realizó la excavación de H:0,46m siendo el espesor de 1 anillo con un rendimiento de instalación 2-3 anillos día, posteriormente, se realizó la inyección con mortero y se excavó para la instalación de cada anillo hasta completar la altura de los pozos de lanzamiento.



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

127

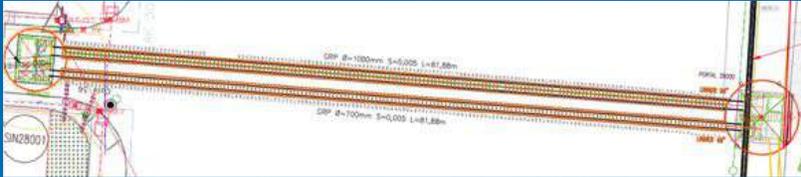
Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Linner Horizontal

#SOMOS agua

3. Construcción Túnel Linner Horizontal (Estadio El Campín y Av. Cra. 30 con Calle 53)

- Luego de construidos los pozos de trabajo, se inició la construcción de dos Túnel Linner paralelos en una longitud total de 81,88m cada uno, con un diámetro de 48" y 56" en lámina negra calibre 12, incluyendo la inyección de mortero de contacto entre el terreno natural y la lámina de sección redonda, de conformidad con los diámetros, alineamientos y especificaciones técnicas definidos en los planos de diseño. Instalando de 2 a 3 anillos diarios dejando inyectado para al siguiente día continuar con la instalación e inyección.
- La separación entre las dos pachas de tubería fue de 2m y con una cobertura a rasante respecto a la Av Cra 30 de 6m y a 1,20m en relación a la cota inferior del canal Salitre.



MPFD0601F07-04



128

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Linner Horizontal

#SOMOS agua

FRENTE DE TRABAJO

- 2 Frentes para la instalación de anillos linner 48", uno en el costado oriente y el otro occidente
- 2 Frentes para la instalación de anillos linner 56", uno en el costado oriente y el otro occidente

Inicio primero la pacha de 48" y cuando esta contó con un avance de 10,12m correspondiente a 22 anillos inicio el frente de 56"



MPFD0601F07-04



129

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Instalación de Tubería Dentro del Tunnel Liner #SOMOS agua

5. Verificación Topográfica y Constructiva de la Construcción del Tunnel Liner

- Una vez terminado el tramo completo con la instalación de los anillos del túnel Liner, se verificó el alineamiento como los niveles finales del Liner construido. Así mismo se verificará que se hayan ejecutado en su totalidad las inyecciones de contacto de mortero fluido entre el terreno natural excavado previamente y el anillo del Liner construido.



PLANTA TRAMO 28000-28001 TUBERIA D= 1.0

81,88

MPFD060107-04

acueducto BOGOTÁ

130

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Instalación de Tubería Dentro del Tunnel Liner #SOMOS agua

- Consecuente con lo anterior, se entrega para cada tramo la modulación de la tubería GRP a instalar en la cual se determinará sus abscisas y sus cotas proyectadas, que se documenta mediante unas planillas de instalación y plano ya sea en planta o en perfil.



MPFD060107-04

acueducto BOGOTÁ

131

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Linner Horizontal

#SOMOS agua

7. Construcción Túnel Linner Horizontal (Estadio El Campín y Av. Cra. 30 con Calle 53)

- El empuje de los dos frentes de trabajo por cada pacha se realizó bajo el talud oriental de la Av Cra 30.
- No quedaron debajo del canal ni de los carriles de tráfico previendo altercados técnicos como derrumbes o accidentes laborales.



MPFD0601F07-04



132

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Instalación de Tubería Dentro del Tunnel Linner

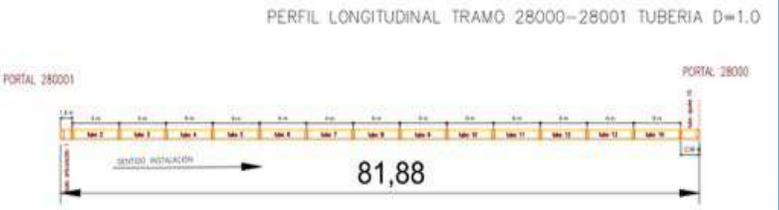
#SOMOS agua

8. Modulación Tubería GRP a Instalar

- Consecuente con lo anterior, se entrega para cada tramo la modulación de la tubería GRP a instalar en la cual se determinará sus abscisas y sus cotas proyectadas, que se documenta mediante unas planillas de instalación y plano planta - perfil.



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 28000-28001 TUBERIA D=1.0



MPFD0601F07-04



133

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Instalación de Tubería Dentro del Tunnel Liner #SOMOS agua

9. Traslado y Manipulación de la Tubería

- Se traslada la tubería de GRP requerida diariamente, la cual se izará mediante el uso de polipastos, retroexcavadora de llanta u oruga según sea cada, lo mismo que se utilizarán eslingas certificadas para el izaje. La Tubería ingresará por los pozos de lanzamiento previamente construidos.



MPFD060107-04

134

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Instalación de Tubería Dentro del Tunnel Liner #SOMOS agua

- Luego de ubicar cada tubo de longitud de 6 metros con su acople dentro del Liner, desde el pozo de lanzamiento se llevará hasta su punto final de instalación, mediante el uso de 1 o 2 patinetas provistos de ruedas de goma o con tipo rodamiento metálico, los cuales se deslizarán por unos rieles de trasiego utilizados previamente en la construcción del túnel. La colocación de cada tubo se lleva hasta la abscisa y cota proyectada, se posicionará en su punto final donde se fijará sobre polines o traviesas de madera, el cual permitirá el soporte adecuado al tubo y este generará el espacio anular requerido para separar el tubo GRP del anillo del Liner que permite el espacio anular suficiente para la inyección de mortero fluido de contacto entre el liner y la tubería de contacto de $e=0,20\text{cm}$



MPFD060107-04

135

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Instalación de Tubería Dentro del Tunnel Liner #SOMOS agua

11. Instalación Relleno con Mortero Fluido entre Liner y Tubería

- Se necesita que el tubo no pierda su alineamiento, donde se procede a anclar cada tubo soportándolo ya sea mediante fortones o cuerdas amarrados previamente a las láminas del liner o se instalarán como mínimo tres polines o espaciadores externos de madera sobre el lomo de la tubería de GRP tanto horizontalmente, verticales o diagonalmente que quedan apuntaladas contra las láminas del Liner, esta operación permitirá que el tubo permanezca circular, centrado, posicionado y fijado en el tunnel.
- La **inyección del mortero** se realizará tubo a tubo por gravedad o por bombeo de inyección mecánica, de acuerdo a lo siguiente:
 - Primera etapa alcanzará un 25% del diámetro del tubo
 - Luego se espera que el mortero adquiera su consistencia inicial después de 8 horas después de su aplicación
 - Al segundo día continua la segunda inyección que alcance un 60% y con un intervalo de 6 hrs.
 - Termina la tercera etapa de inyección al 100% donde se alcanzará una presión de trabajo máxima especificada por el fabricante dado para una rigidez de tubería SN 2500 de 0.36 kg/cm².



MRF0060107-04

acueducto BOGOTÁ

136

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Proceso Constructivo, Cámaras en Concreto dentro de los Portales #SOMOS agua

12. Actividades Finales

- 5. Instalación de equipos mecánicos, (compuertas y rejillas).
- 6. Rellenos.
- 7. Recuperación del espacio público.



27 ene. 2021 1:58:40 p. m.
#30-41 Calle 55
Teusaquillo
Bogotá
Pz 01

MRF0060107-04

acueducto BOGOTÁ

137



138



139

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

#SOMOS agua

Grupo 2 (Alcantarillado)

- INTERFERENCIA CON INTERCEPTOR CARRERA 81 G :
 - Diámetro 27"
 - Longitud = 250 m.
 - Material: concreto reforzado.
 - Tecnología sin zanja (Tunnel Liner)

Av. Villavicencio con Cra. 85A	Tunnel Liner
Av. Villavicencio con Av. 1ra de Mayo	Tunnel Liner







MPFD060107-04

140

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

#SOMOS agua

Grupo 4

Principales obras:

- Acueducto
 1. Línea matriz Calle 8 sur.
- Alcantarillado
 1. Colector Pastrana.
 2. Colector Calle 35 B sur.
 3. Colector Carrera 71 D.

Ubicación	MÉTODO CONSTRUCTIVO
Línea Avenida Primera. 1 sur con Av. Caracas	Perforación Horizontal Dirigida
AV 1 Mayo - Fucha IZQ.	Tunnel Liner
Colector KR 16. Calle 1 con Av. Caracas	Tunnel Liner
CALLE 1 CON AV. CARACAS	Tunnel Liner
AV. CARACAS con calle 3 (Colector calle 3).	Auger Boring Guided y Tunnel Liner
AV. CARACAS con Calle 73 - Interceptor Polo Club.	Tunnel Liner
AV. CARACAS CALLE 1	Auger Boring Guided
AV. CARACAS con Calle 75. Interferencia Polo	Tunnel Liner
Calle 1 sur Cra 24	Auger Boring Guided







MPFD060107-04

141

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Grupo 7 (Diseños Acueducto - Pulpo)

#SOMOS agua

Línea Alimentación Timiza AK 68 X AV. PRIMERA DE MAYO	Auger Boring
Línea Alimentación Timiza AK 68 X AV. PRIMERA DE MAYO (O)	Perforacion Horizontal Dirigida
Línea Alimentación Timiza AK 68 X AV. PRIMERA DE MAYO (E)	Perforacion Horizontal Dirigida
Línea Alimentación Timiza AC 26 S ENTRE AK 68 A KR 52C	Perforacion Horizontal Dirigida

MPF0060107-04

acueducto BOGOTÁ

142

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

Grupo 7 (Diseños Acueducto - Pulpo)

#SOMOS agua

MPF0060107-04

acueducto BOGOTÁ

143



144

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja
CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

CONTENIDO GENERAL

1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD MONTES
2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO
3. LECCIONES APRENDIDAS

MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

The slide has a solid blue background. At the top, it features the title and a hashtag. Below the title is a section header for the general content, followed by a numbered list of three items. At the bottom, there are logos for the organization and the city of Bogotá, along with a reference code.

145

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD MONTES

Tamaño de la Infraestructura

MPF00601F07-04



146

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO CIUDAD MONTES

Área del proyecto:	200ha (2Km ²)	Longitud de Redes:	53 Km
Número de lotes:	7.200 Un	Rango de diámetros:	8" – 36"
Población actual:	46.307 hab	Material de los conductos:	Gres, concreto y PVC
Población a 30 años:	83.600 hab	Pozos de inspección:	805 Un
Densidad poblacional actual:	217 hab/ha	Diámetro conexiones laterales:	6"
Densidad poblacional futura:	433 hab/ha	Longitud conexiones laterales:	29 Km

MPF00601F07-04



147

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO
Criterios Generales Aplicados

MPF0060107-04

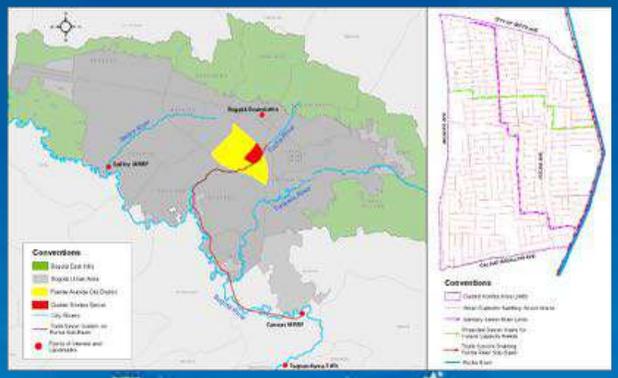


148

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO



MPF0060107-04



149

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

CRITERIOS GENERALES

1. Conservar las redes actuales.
2. Ampliar capacidad con nuevos colectores expresos.
3. En ambas etapas se utiliza tecnología sin zanja.

MPFD060107-04

acueducto BOGOTÁ

150

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

MPFD060107-04

151

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- Estado actual de redes locales de alcantarillado.
- Tuberías concreto simple.
- Deterioro por corrosión.



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

152

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- Estado actual redes locales alcantarillado sanitario.
- Defectos estructurales en junta.



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

153

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- Red local de alcantarillado sanitario rehabilitada con tubería enrollada en espiral.

17.06.20 10:16 3.14m

RED SANITARIA
LIBERACION SPR
356 r
HTO S 0° HR 356° P. 8 1.8%

MPFD060107-04

acueducto BOGOTÁ

154

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- Red local de alcantarillado sanitario rehabilitada con tubería curada en sitio.

13/07/14 18:27

Este caso renovada con resina AC 7.
Canal DEPISA calzada norte

MPFD060107-04

acueducto BOGOTÁ

155

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO



MPFD060107-04

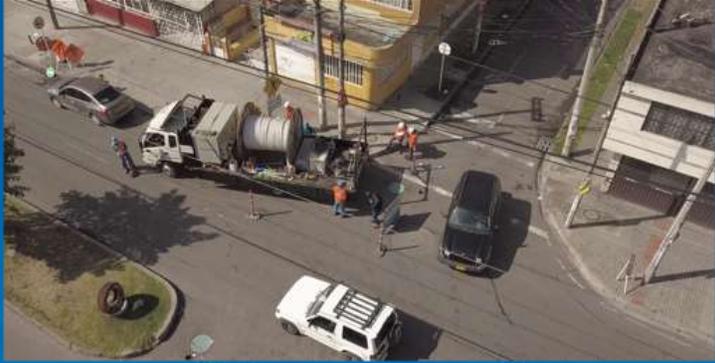
acueducto BOGOTÁ

156

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO



MPFD060107-04

acueducto BOGOTÁ

157

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO



MPFD0601F07-04



158

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- Rehabilitación redes de alcantarillado sanitario sector Ciudad Montes.
- 33 Km de longitud.
- 6" a 22" de diámetro.
- 100 m en hora y media.



MPFD0601F07-04



159

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

160

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

161

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

162

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

163

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- Conexión domiciliaria en proceso de rehabilitación.



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

164

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes #SOMOS agua

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- Conexión domiciliaria en proceso de rehabilitación.



MPFD0601F07-04

acueducto BOGOTÁ

165

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario #SOMOS agua
 Ciudad Montes

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Rehabilitación a Zanja Abierta		Rehabilitación con SWLP	
Longitud redes rehabilitadas:	2,51 Km	Longitud redes rehabilitadas:	24,15 Km
Diámetros:	8", 10" y 12"	Diámetros:	8" a 22"
Número de tramos:	25 Un	Número de tramos:	442 Un
Rendimiento máximo instalación:	6 m/día	Rendimiento máximo instalación:	340 m/día
Frentes de obra:	3	Frentes de obra:	1

MPFD060107-04

166

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario #SOMOS agua
 Ciudad Montes

2. ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Rehabilitación con CIPP		Rehabilitación conexiones laterales CIPP	
Longitud redes rehabilitadas:	8,30 Km	Longitud conexiones rehabilitadas:	2,15 Km
Diámetros:	8"	Diámetros:	6"
Número de tramos:	127 Un	Número de tramos:	528 Un
Rendimiento máximo Instalación:	90 m/día	Rendimiento máximo Instalación:	12 m/día
Frentes de obra:	3	Frentes de obra:	1

Actividades Previas

Limpieza de redes:	50,28 Km
Inspección de redes CCTV:	49,74 Km
Eliminación obstrucciones:	1.500 Un
Aplicación removedor de grasa:	

MPFD060107-04

167

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes

#SOMOS agua

3. LECCIONES APRENDIDAS

MPFD0601F07-04



168

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

CASO 5: Rehabilitación Redes Alcantarillado Sanitario Ciudad Montes

#SOMOS agua

3. LECCIONES APRENDIDAS

- Eliminación de defectos estructurales en junta.



06.06.20 13:59 3.13m

CLT 86322
Flujo
2 r
HT3 s 3° HR 2° P.4 1.4%

MPFD0601F07-04



169

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

3. Lecciones Aprendidas

#SOMOS agua

1. Inspeccionar el 100% de las redes de alcantarillado con equipos de CCTV.
2. Incluir la actividad de eliminación de obstrucciones en los costos del proyecto con ítem separado de pago.
3. Las grasas se deben eliminar con productos químicos.

MPFD0601F07-04



170

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja

3. Lecciones Aprendidas

#SOMOS agua

4. No tener en cuenta en la modelación hidráulica los tramos iniciales.
5. Para la aplicación del CIPP se debe garantizar la suspensión de las descargas de las viviendas.
6. Se deben tener presente las limitaciones definidas por los fabricantes para la aplicación de los revestimientos de SWLP y CIPP.

MPFD0601F07-04



171

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

3. Lecciones Aprendidas

7. La demanda futura de capacidad hidráulica de las redes de alcantarillado existentes se puede conseguir con túneles semiprofundos o profundos estratégicamente proyectados, con tecnologías sin zanja.
8. Las redes de alcantarillado existentes se pueden rehabilitar y conservar con tecnologías sin zanja o con procedimientos convencionales para casos puntuales.

MPFD060107-04

172

Simposio de Intercambio de Experiencias con Tecnología Sin Zanja #SOMOS agua

Publicación en Revista WE&T (ed. Septiembre)

<https://bit.ly/2Xy00Pc>

Disponible en:

Mainline Renewal Strategy

Colombian city combines trenches and traditional cut-in technologies to solve conservatively letterpunch out our costs

Design: R. Cardenas and Javier Lopez-Delgado

Abstract: The City of Bogotá is required to invest in infrastructure to meet the needs of its growing population. The city's water and wastewater infrastructure is aging and requires significant investment for replacement. The city is exploring various options to meet its needs, including trenchless technologies and traditional cut-in methods. This article discusses the challenges and opportunities associated with these technologies and provides a case study of the city's experience with trenchless technologies.

Current Challenges: The city is facing several challenges in its water and wastewater infrastructure, including aging infrastructure, limited funding, and increasing demand. The city is exploring various options to meet its needs, including trenchless technologies and traditional cut-in methods. This article discusses the challenges and opportunities associated with these technologies and provides a case study of the city's experience with trenchless technologies.

MPFD060107-04

173

