



Grupo·epm®

ESTRUCTURACION DE PROYECTOS TRENCHLESS - CONSULTORIA

JUAN FERNANDO PAREJA BUSTAMANTE

Vicepresidente LAMSTT

Delegado Capitulo ColombiaB





TEMATICA
PROBLEMÁTICA
ALTERNATIVAS
DISEÑO CONCEPTUAL – DISEÑO DETALLADO
INFORMACION REQUERIDA



PROBLEMÁTICA

Universo a regular y fiscalizar – Algunas cifras

- 4,6 millones de clientes
- Más de 15,5 millones de personas abastecidas
- 57 empresas sanitarias
- 53 millones de boletas de agua emitidas anualmente
- 26.064 atenciones a clientes en la SISS.
- 320 servicios de agua potable
- 1.456 captaciones subterráneas de agua
- Más de 200 captaciones superficiales
- 39.276 km de redes de agua potable
- 31.504 km de redes de alcantarillado
- 270 plantas de tratamiento de aguas servidas
- 3.832 establecimientos industriales, de los cuales el 84% sigue bajo el control de la SISS, y el 16% es fiscalizado por la SISS conforme al Convenio de Encomendación con SMA
- 42.025 cortes de agua potable
- 9.567 roturas de redes de agua potable
- 112.412 obstrucciones de redes de alcantarillado

Más conflictos mediatizados

Molestia | elevador: [Screenshot of a social media post about an elevator problem]

Rotura | Roturame: **Colapso de colector de Aguas Antofagasta obligó a lanzar al mar aguas servidas sin tratamiento**
Ayer, las autoridades tomaron la decisión de lanzar al mar las aguas servidas sin tratamiento debido a un colapso del colector principal. El incidente afectó a más de 90 mil los clientes afectados por el corte del servicio que seguirá hoy.

Por sequía | Cortes afectan: **Baja en pozos a las 23:00 y las**

Cuadro 2
Inversión en agua potable y saneamiento en El Salvador
(En miles de dólares corrientes)

Entidad	2018	2019	2020	2021	Promedio Anual
Inversión Pública	1 494	2 004	6 705	2 567	3 193
ANDA	5 220	5 635	2 223	5 582	4 665
Otros (AECID y fondos franceses principalmente)	11 538	1 457	13 766	22 212	12 243
Total	18 253	9 096	22 694	30 361	20 101
Habitantes	6 420 746	6 453 553	6 486 205	6 518 499	6 469 751
Inversión por habitante ^a	2,84	1,41	3,50	4,66	3,10
Inversión por habitante promedio ALC ^b	-	-	12,5	12,6	12,5

Fuente: Elaboración propia con base en boletines estadísticos ANDA. Estimaciones y proyecciones de población de la CEPAL, 2022.
^a En dólares corrientes.
^b GWI (2022). CAPEX de agua potable y aguas residuales.

Se rehabilitarán 5,214 metros de tuberías colapsadas, afirma Ministerio de Vivienda



Ministerio de Vivienda invierte \$/ 5.3 millones en la reparación de redes de alcantarillado en Trujillo. ANDINA/Difusión
Con una inversión de más de 5.3 millones de soles, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) inició las obras

En total, se rehabilitarán en Trujillo 5,214 metros de tuberías en las zonas del Centro Cívico, el asentamiento humano San Luis,

PE-L1256 : Proyecto de Inversión Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Tratamiento de Aguas Residuales en los Distritos de Zarumilla y Aguas Verdes de la Provincia de Zarumilla - Departamento de Tumbes

Etapas del Proyecto: Implementación

El objetivo general del proyecto es mejorar la calidad de vida de la población en el ámbito urbano de los distritos de Zarumilla y Aguas Verdes de la provincia de Tumbes. Los objetivos específicos son: (i) mejorar la calidad del servicio e incrementar la cobertura de agua potable; (ii) mejorar la calidad del servicio e incrementar la cobertura de saneamiento; y (iii) mejorar la gestión de la empresa prestadora del servicio de saneamiento.

DETALLE DEL PROYECTO

NÚMERO DE PROYECTO	PE-L1256
FECHA DE APROBACIÓN	January 11, 2023
PAÍS	Perú
CTOR	AGUA Y SANEAMIENTO
IBSECTOR	ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ZONAS URBANAS
TIPO DE PROYECTO	Operación de Préstamo
TIPO DE PRÉSTAMO	SG
MODALIDAD DEL PRÉSTAMO	ESP (Operación de Inversión específica)
TIPO DE FACILIDAD	
CATEGORÍA DE IMPACTO AMBIENTAL SOCIAL	B
ETAPA DEL PROYECTO	Implementación
NÚMERO DE OPERACIÓN	5737/OC-PE

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

COSTO TOTAL	USD 77,193,261
FINANCIAMIENTO DE CONTRAPARTIDA DEL PAÍS	USD 17,193,261
CANTIDAD	USD 60,000,000

Bajo la lupa: el plan de inversión por más de US\$500mn de la limeña Sedapal

Bajo la lupa: el plan de inversión por más de US\$500mn de la limeña Sedapal
Publicado martes, 25 enero, 2022

La empresa de aguas Sedapal, que atiende a la capital peruana, obtendrá financiación local y multilateral para su programa de inversiones 2021-2026, por 1955 millones de soles (65500 millones de dólares).

La compañía limeña planea mantener los tarifas durante dos años.

Los incrementos tarifarios base previstos para el tercer año regulatorio se aplicarán en forma proporcional al porcentaje del Índice de Cumplimiento Global obtenido al término del segundo año regulatorio, según el estudio tarifario aprobado.

GRANDES PROYECTOS
Sedapal contempla la ejecución de obras de infraestructura de gran envergadura, valoradas en más de 500 millones de dólares en los sectores de Condesuy, Alameda y Casa Cayo. Del total, 98 millones de dólares provendrán del BID.

Como parte del plan, construirá una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de 900M3 para beneficiar a los distritos de Lurigancho y San Antonio de Huarochi.

Según el estudio tarifario, Sedapal planea una licitación por este componente, pero la subasta se canceló en diciembre.

En tanto, se prevé la ejecución de obras de infraestructura de gran envergadura en los sectores de Los Olivos, San Juan de Miraflores y San Juan de los Ríos. El proyecto se encuentra en la etapa de expediente técnico, pero ya cuenta con la aprobación del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Comprende la construcción de ocho embalses, 70km de redes de agua y 47km de colectores y la instalación de 2.439 conexiones domiciliarias de agua y 2.457 de alcantarillado.

La etapa 2 del proyecto Pachacamac-Ventura contempla una PTAR de 420M3 que se invertirá 181 millones de soles hasta 2024. La construcción está en marcha y el contrato se adjudicó en 2019 a Acciona por 244 millones de soles.

También se prevén mejoras por 359 millones de soles en los servicios de agua potable y alcantarillado en varios sectores del distrito de Callao. El proyecto se encuentra en la etapa de redacción del expediente técnico e implica la construcción de 33 embalses, la instalación de 23km de líneas de conducción y la incorporación de 128km de redes de agua y 185km de colectores. También implica sustituir una PTAR local.

En total, 173 millones de soles se emplearán en mejoras y ampliación de redes de agua potable y alcantarillado, 80,3 millones en obras de infraestructura de gran envergadura y 100 millones en obras de infraestructura de menor envergadura.

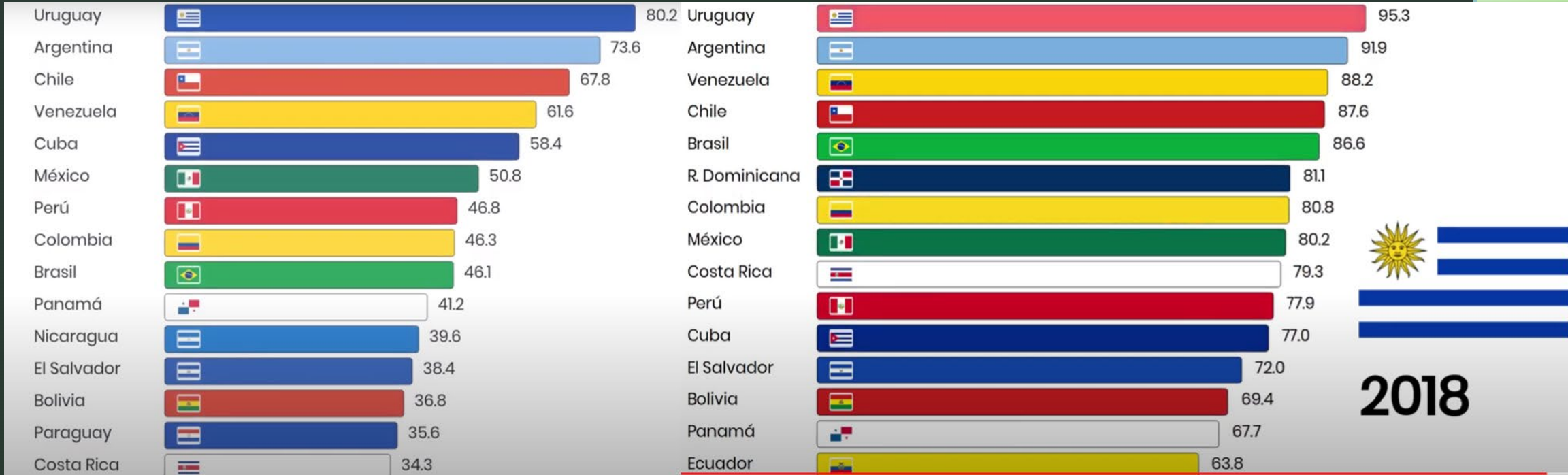


PRINCIPALES PROBLEMAS DE REDES

- Infiltración o Exfiltración
- Capacidad hidráulica
- Capacidad estructural
- Estado funcional y operacional
- Vida útil de los elementos
- Estado y normalización de materiales
- Conexiones erradas
- Ubicación y fatiga
- Pérdida de soporte y alteración estratos
- Calidad y cantidad del catastro, topología y modelos



POBLACION URBANA EN LATINOAMERICA



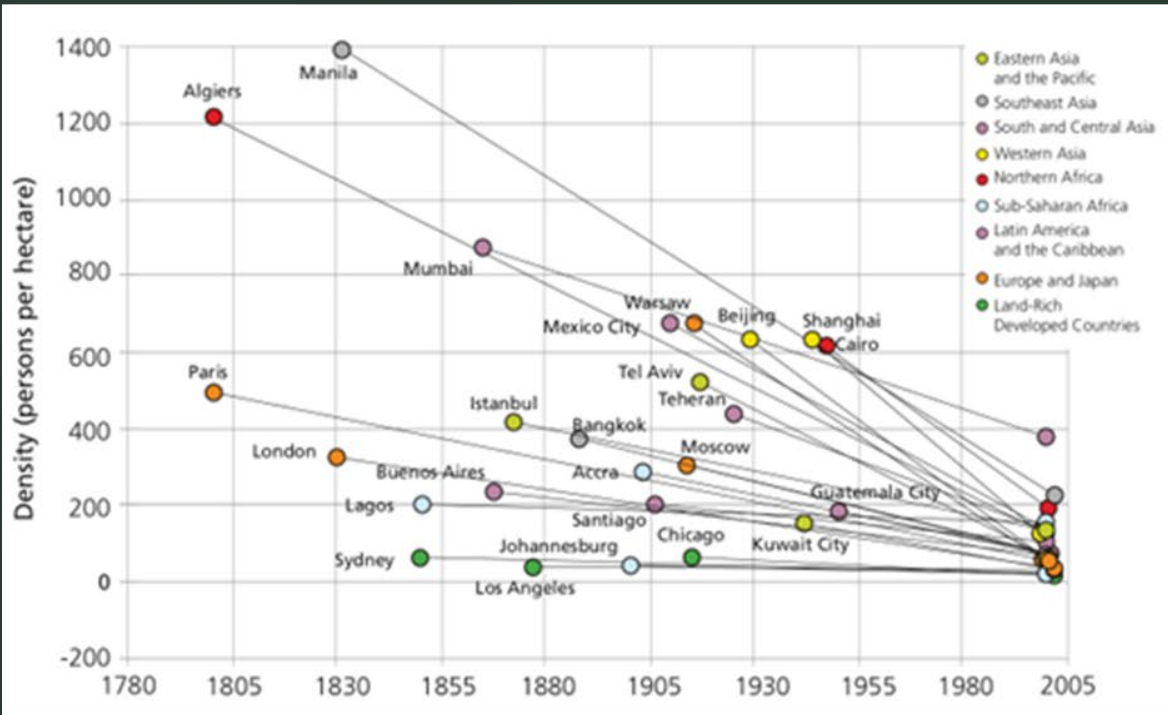
2018

1960

2018



DISTRIBUCION ESPACIAL Y DENSIDAD



La urbanización presenta oportunidades y desafíos para avanzar hacia el desarrollo sostenible



Foto: Miguel Angel Labarca, Flickr

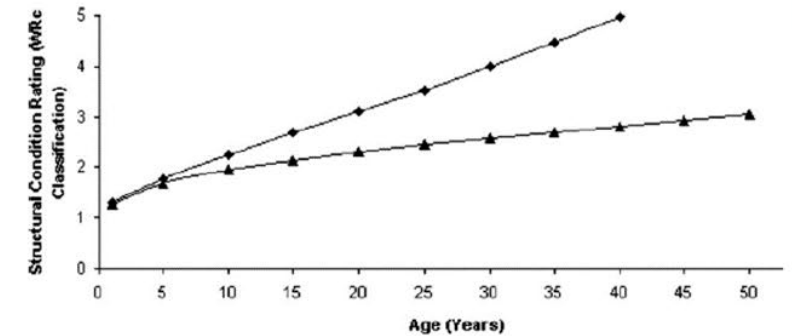
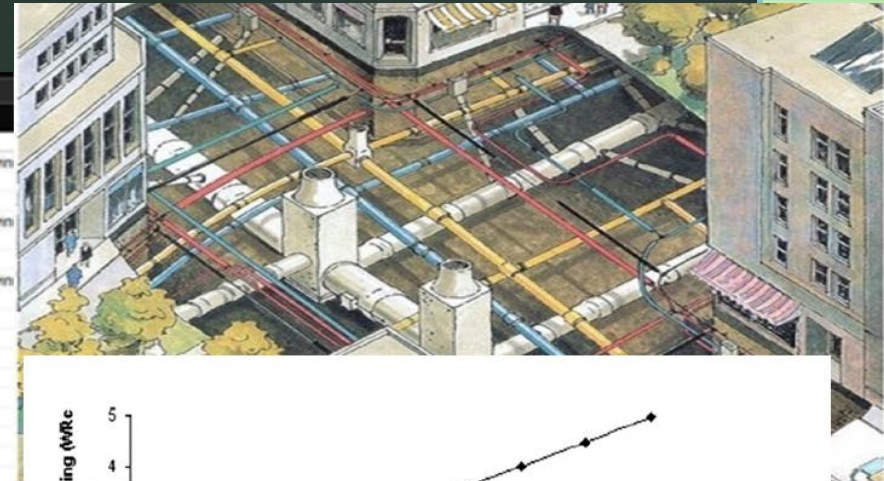
América Latina es la región más urbanizada del mundo en desarrollo. **Dos tercios de la población latinoamericana vive en ciudades de 20.000 habitantes o más y casi un 80% en zonas urbanas.**

Las previsiones sugieren que el porcentaje urbano en la región seguirá en alza, pero a ritmos decrecientes. Así lo señala el documento de la CEPAL **Población, territorio y desarrollo sostenible**, presentado recientemente en el **Comité Especial de la CEPAL sobre Población y Desarrollo**, que se realizó en Quito, Ecuador.



HISTORIA DEL ARTE – MATERIALES REDES – VIDA UTIL REMANENTE

Periodo	Depart.	Municipi	Identifi	Empres	Tipo de	Tipo de proceso	Clase c	Tipo de sección transversal	Diámetro nominal (Pulg.)	Área pi	Longitud en K	Material tubería
382	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	10	0,043	PVC Cloruro de Polivin	
383	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	10	55,317	Concreto reforzado	
384	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	10	141,127	GRES	
385	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Pluval	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	10	0,043	PVC Cloruro de Polivin	
386	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Pluval	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	10	6,789	GRES	
387	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Pluval	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	10	22,868	Concreto reforzado	
388	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Sanitario	Coletores Matrices	Tubena	Diámetro Nominal	10	2,668	PVC Cloruro de Polivin	
389	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Sanitario	Coletores Matrices	Tubena	Diámetro Nominal	10	169,917	Concreto reforzado	
390	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Sanitario	Coletores Matrices	Tubena	Diámetro Nominal	10	242,453	GRES	
391	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	102.36	0,360	GRES	
392	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Pluval	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	106.3	0,120	Concreto reforzado	
393	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	110.24	0,527	GRES	
394	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	114.17	0,638	GRES	
395	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	118.11	0,133	Concreto reforzado	
396	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	118.11	0,220	GRES	
397	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Pluval	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	118.11	0,101	Concreto reforzado	
398	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Sanitario	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	118.11	0,031	Concreto reforzado	
399	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	12	0,244	PVC Cloruro de Polivinik	
400	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	12	70,783	Concreto reforzado	
401	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	12	226,136	GRES	
402	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Pluval	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	12	0,767	PVC Cloruro de Polivinik	
403	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Pluval	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	12	8,000	GRES	
404	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Pluval	Red Menor de Alcantan	Tubena	Diámetro Nominal	12	339,555	Concreto reforzado	
405	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Sanitario	Coletores Matrices	Tubena	Diámetro Nominal	12	2,000	PVC Cloruro de Polivinik	
406	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Sanitario	Coletores Matrices	Tubena	Diámetro Nominal	12			
407	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Sanitario	Coletores Matrices	Tubena	Diámetro Nominal	12			
408	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	12			
409	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	12			
410	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	12			
411	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	12			
412	Anual	BOGOTA	BOGOTA	70	EMPRESA Combinad	Interceptores	Tubena	Diámetro Nominal	12			

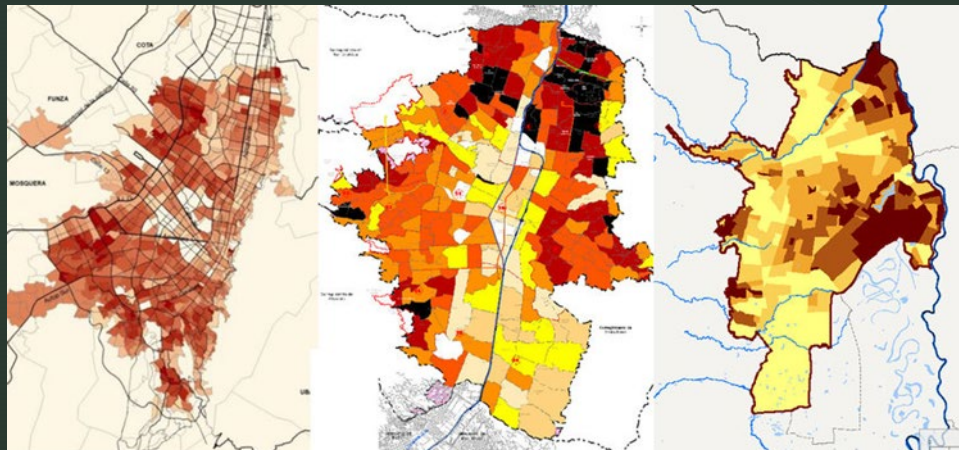


FID	ASSET_ID	preci	StormDPV	DiamPV	RoadPV	DepthPV	RailDPV	DTwnPV	HospDPV	RiverDPV	SchoolPV	ParkPV	DBuildingP	T Score
237	PWOPRSED0007316	Bad	0.6	0.16	0.6	0.16	0	0	0	0	0	0	0	1.52
342	PWOPRSED0004417	Bad	0	0.16	0.6	0.16	0	0	0	0	0.6	0	0	1.52
400	PWOPRSED0004442	Bad	0	0.16	0.2	0.16	0	0	0	0	0.8	0	0.3	1.42
445	PWOPRSED0007456	Bad	0	0.24	0.48	0.16	0	0	0	0.6	0	0	0	1.48
486	PWOPRSED0002979	Bad	0	0.24	0.88	0.16	0	0	0	0	0.8	0	0	1.66
520	PWOPRSED0000528	Bad	0.6	0.24	0.2	0.16	0	0	0	0	0.6	0	0	1.8
540	PWOPRSED0003862	Bad	0	0.24	0.88	0.24	0	0.6	0	0.6	0	0	0	2.36

DISTRIBUCION ESPACIAL Y DENSIDAD



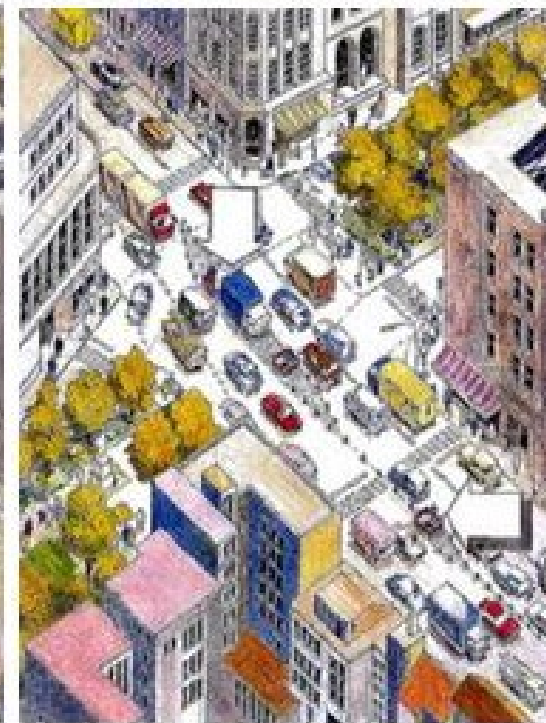
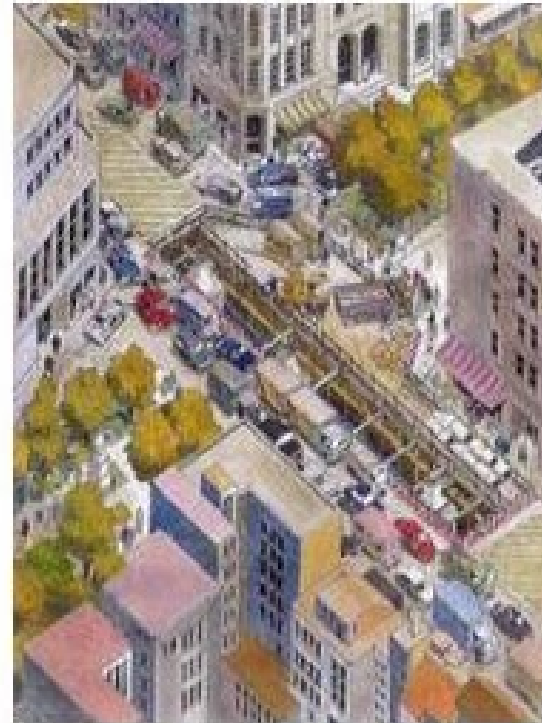
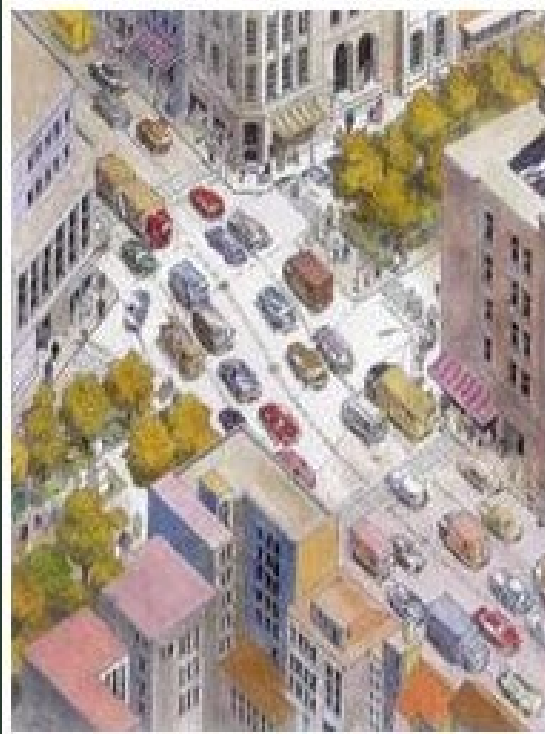
- Igual o menor densidad urbana
Requiere mayores áreas
Requiere mayores longitudes
- Mayor densidad urbana
Requiere mayor rehabilitación
Requiere mayor capacidad



LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS



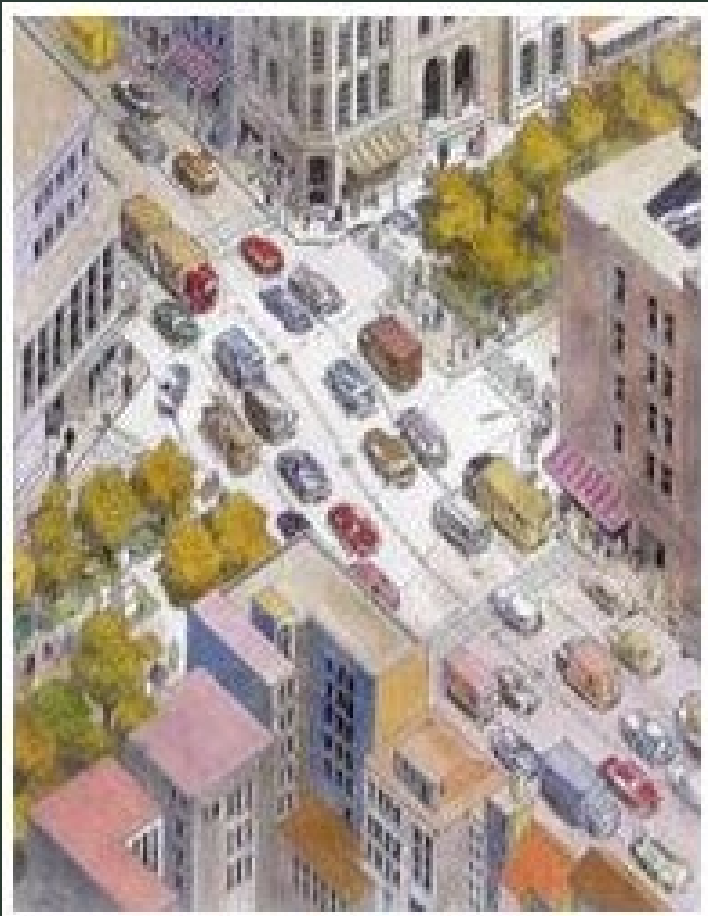
REALIDADES



LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS



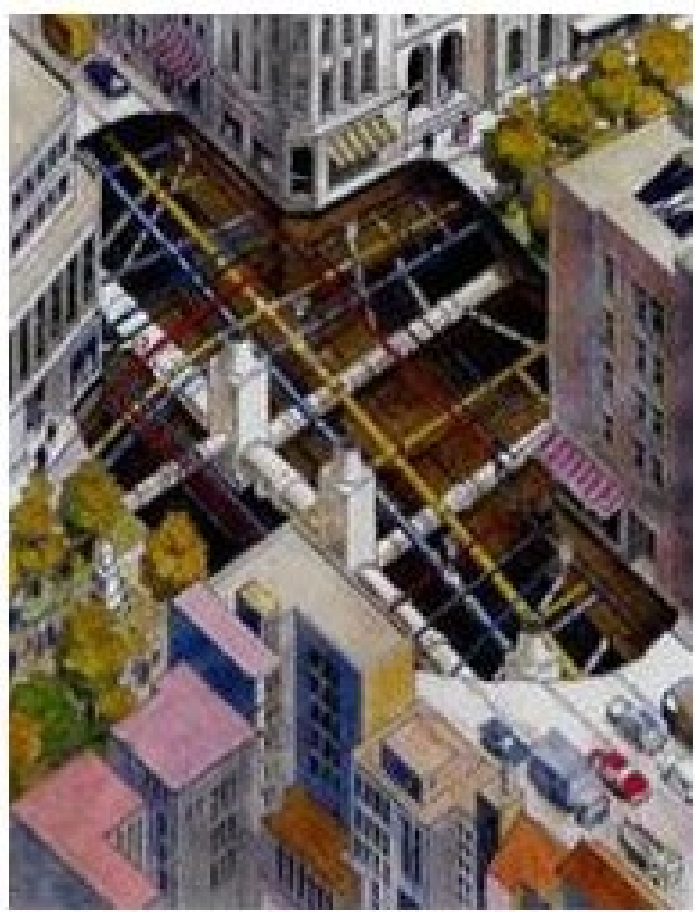
LAMSTT
LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS

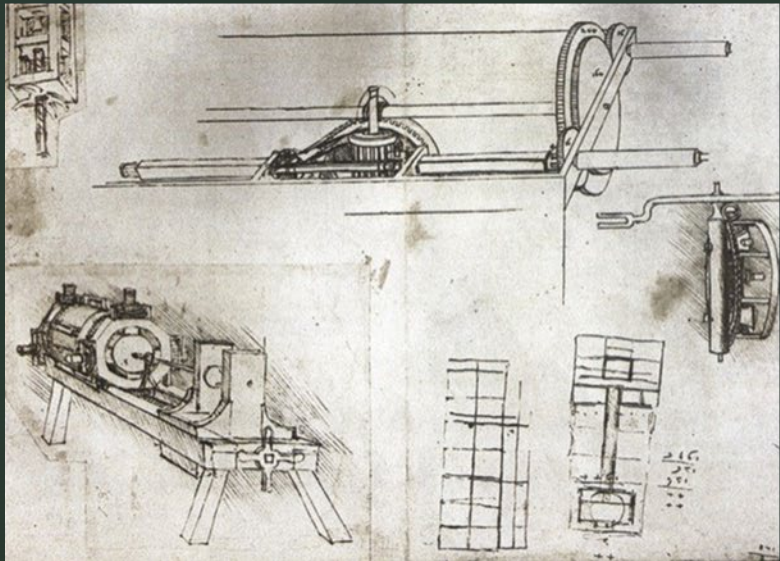


LAMSTT
LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA





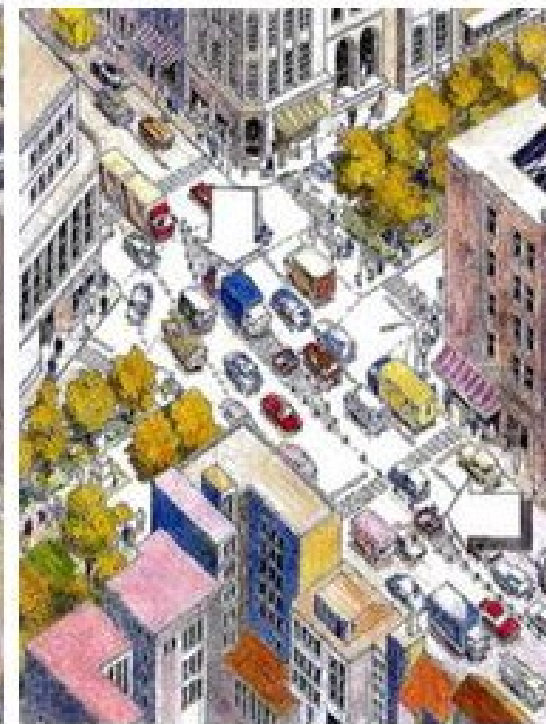
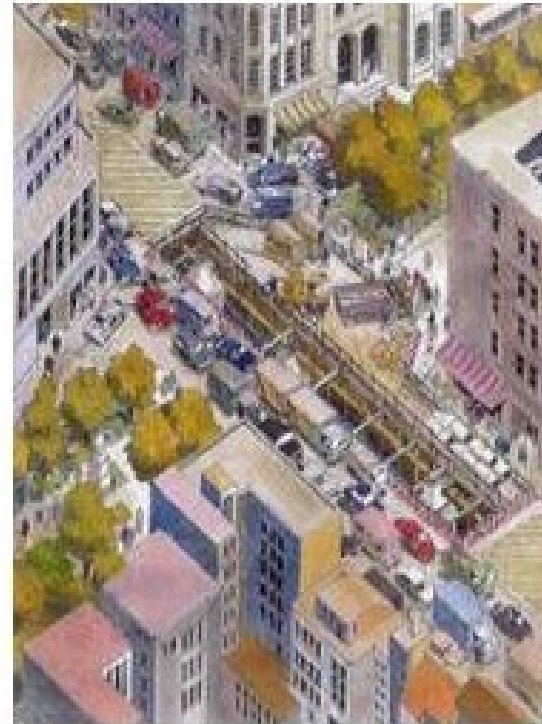
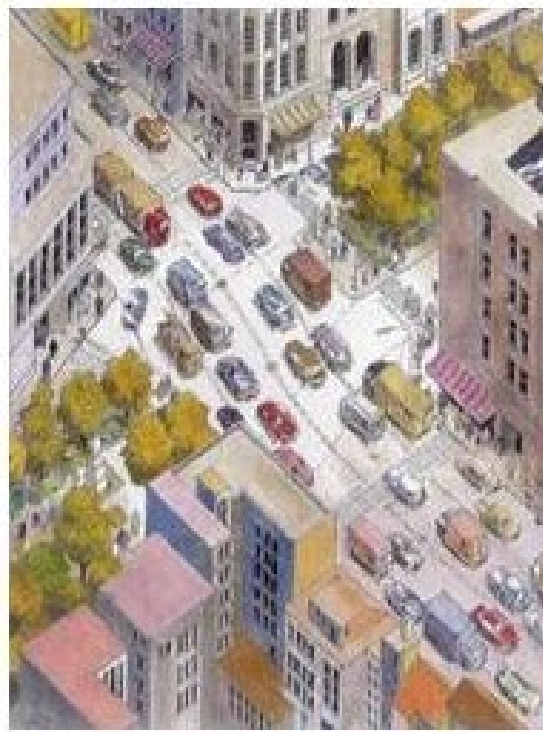
ALTERNATIVAS



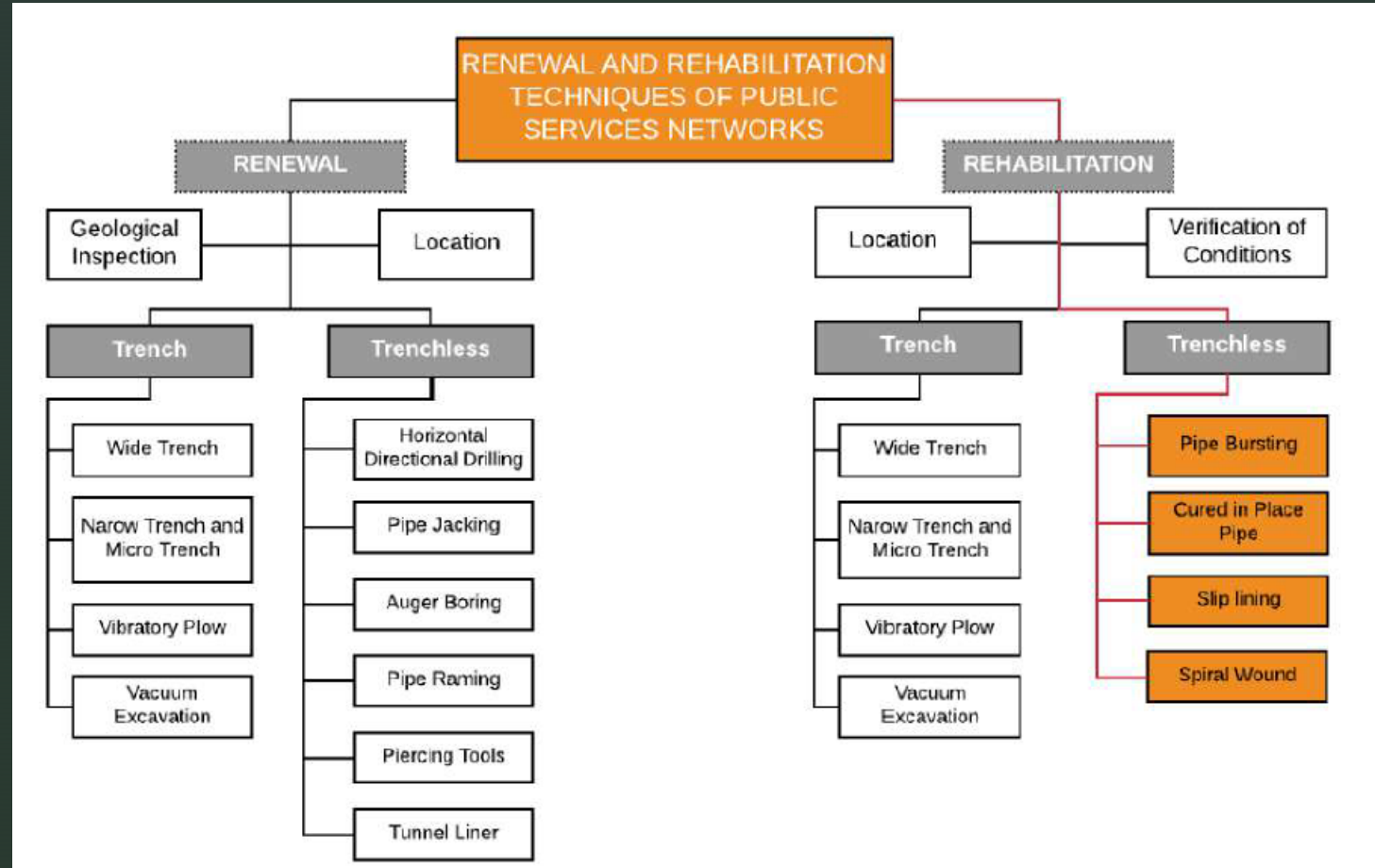
LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS



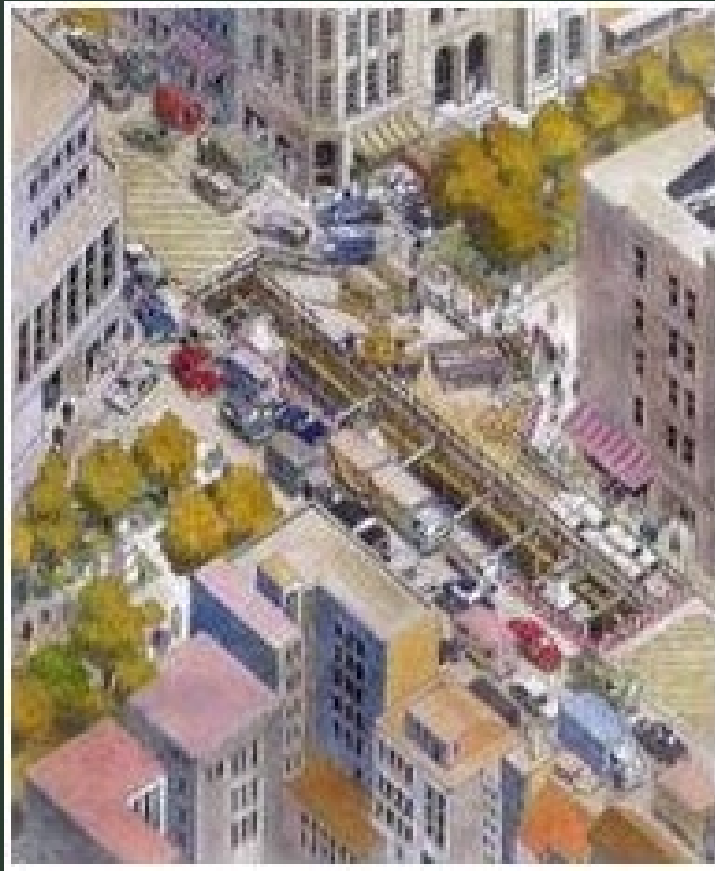
REALIDADES



LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS



LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS





LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS

- Las tecnologías Trenchless son un grupo de métodos constructivos e investigativos, que se apoyan en la combinación de personal especializado, equipos y materiales específicos para la instalación, reemplazo, traslado, diagnóstico, localización, renovación y rehabilitación de redes subterráneas **con un mínimo de excavaciones e interrupciones de las dinámicas cotidianas en superficie.**
- Las tecnologías Trenchless se han venido utilizando con éxito para todas las redes subterráneas tales como: agua cruda, agua potable, alcantarillado, aguas lluvias, gas, hidroeléctricas, poliductos, tuberías industriales, conductos para redes eléctricas, redes de datos, redes de comunicaciones, entre otras.

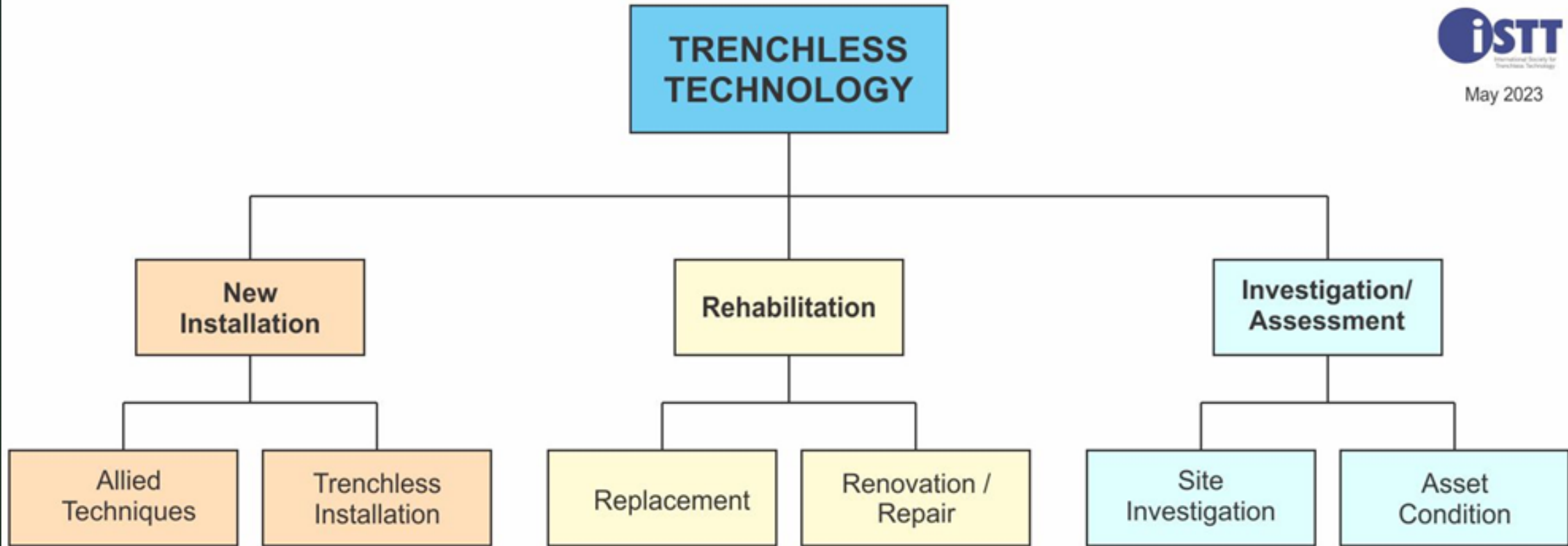


¿Por qué usar tecnologías Trenchless?

- Las tecnologías Trenchless son opciones de construcción particularmente atractivas en áreas urbanizadas con tráfico pesado de vehículos y peatones y numerosos servicios subterráneos existentes. Trenchless es una opción viable para cruzar carreteras y otros corredores de transporte, ríos y cuerpos de agua, etc. Trenchless también se puede usar para instalar, rehabilitar o reemplazar redes de servicios públicos o privados ubicados en áreas y ubicaciones ambientalmente sensibles donde el acceso a la superficie puede estar restringido debido a la existencia de estructuras o vegetación.
- A menudo, las técnicas sin zanjas son la única opción de construcción viable. Las tecnologías Trenchless también suelen ser la opción menos costosa y la menos impactante y riesgosa.



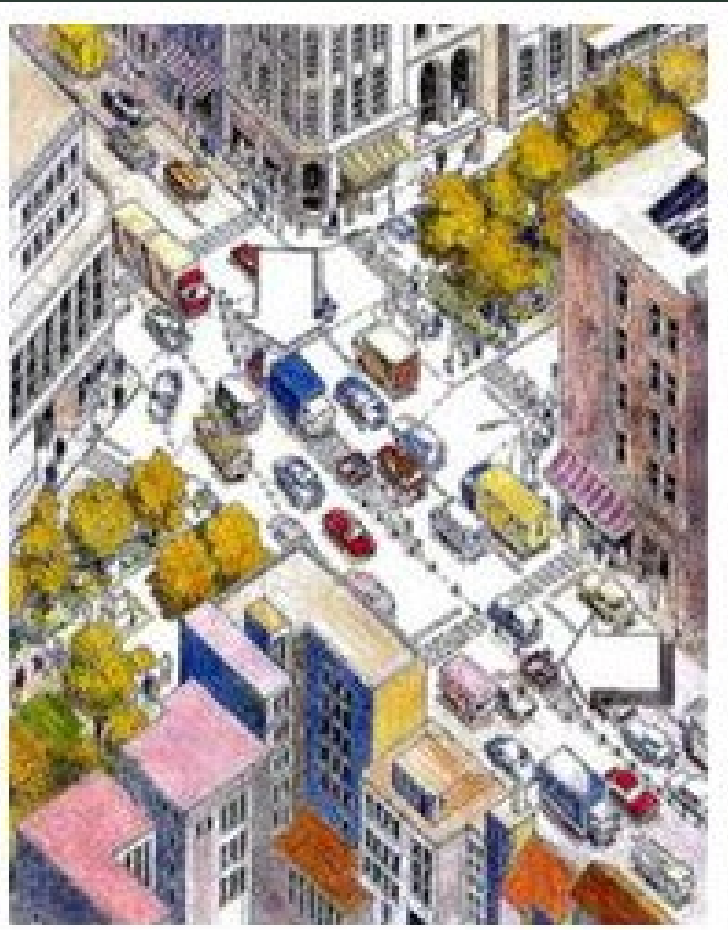
LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS



LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS



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





LAS TECNOLOGIAS TRENCHLESS

- Red nueva:

- Impacto entorno
- Interferencias
- Costos – tiempos
- Capacidad hidráulica
- Geotecnia

- Red existente:

- Impacto entorno
- Interferencias
- Costos – tiempos
- Capacidad hidráulica
- Geotecnia
- Materiales
- Vida útil



ENTORNOS DE DESARROLLO



URBANO

	CONSOLIDADO		NO CONSOLIDADO	
	C.R.	S.R.	C.R.	S.R.
URBANO	Green	Green	Green	Red
RURAL	Green	Red	Yellow	Red
PROBABILIDAD TRENCHLESS			C.R. Con Restricciones	
ALTA	Green		S.R. Sin Restricciones	
MEDIA	Yellow			
BAJA	Red			

RURAL





DISEÑO CONCEPTUAL – DISEÑO DETALLADO





DISEÑO CONCEPTUAL

- Parte de información secundaria en su gran mayoría
- La información primaria es mínima
- Requiere de una matriz de alternativas
- Las condiciones hidráulicas tolerancias +/- 20%
- Datos referencia tiempos y costos
- Los resultados finales solo son indicativos y sensibles de variación
- No hay planos constructivos, solo esquemas y planos conceptuales
- Puede ser realizado por profesionales expertos junior

METODOLOGIA DE PROYECCION CONCEPTUAL



Tabla 3.4-6 Características de las tuberías usadas en modelos (Fuente: Fazal, 2007).

Table 3. Description of Pipe Factors Considered in the Developed Models

Model type	Number	Attributes	Description
Structural condition prediction	1	Pipe material	Concrete, asbestos cement, j
	2	Pipe depth (m)	Installation depth of pipe in
	3	Pipe length (m)	Length of pipe between two
	4	Pipe age (years)	Age of laid pipe
	5	Pipe diameter (mm)	Nominal diameter of pipe
	6	Pipe material class	Concrete or asbestos cement
	7	Bedding factor	According to bedding mater
	8	Street category	According to ASCE specific
Operational condition prediction	1	Pipe material	In terms of Manning's rough
	2	Age (years)	Age of laid pipe
	3	Length (m)	Length of pipe between two
	4	Diameter (mm)	Nominal diameter of pipe
	5	Bed slope (m/m)	Land bed slope of pipe

Node name and (weighted degree)

- a. Camera inspections (139)
- b. Pipe age (94)
- c. Planning of urban redevelopment (75)
- d. Planning of road works (82)
- e. Citizens' complaints call data (78)

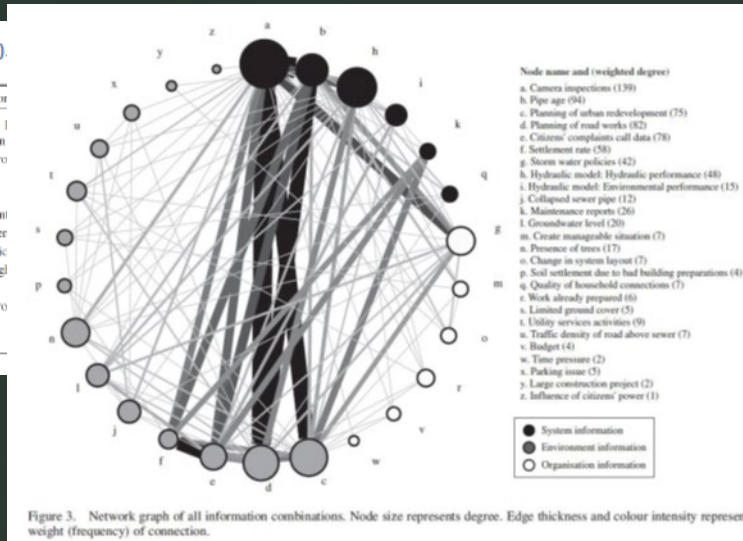
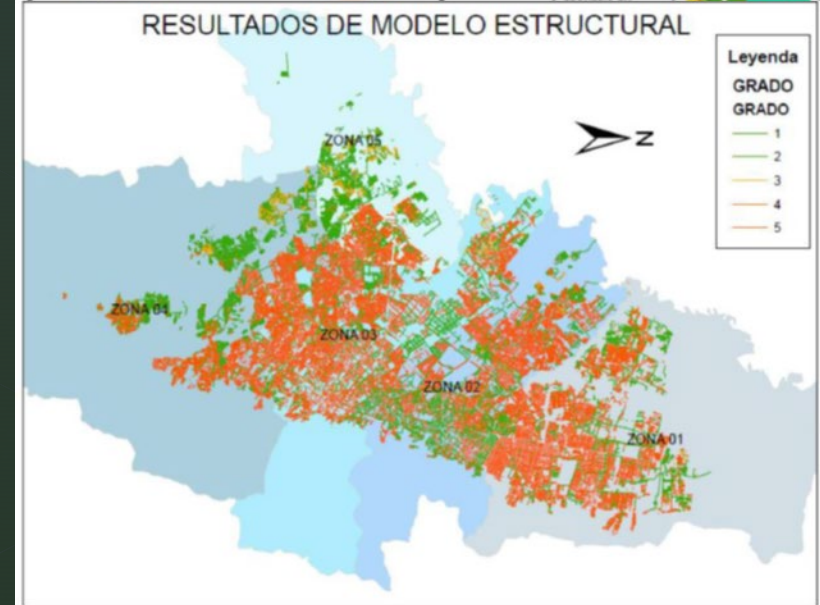
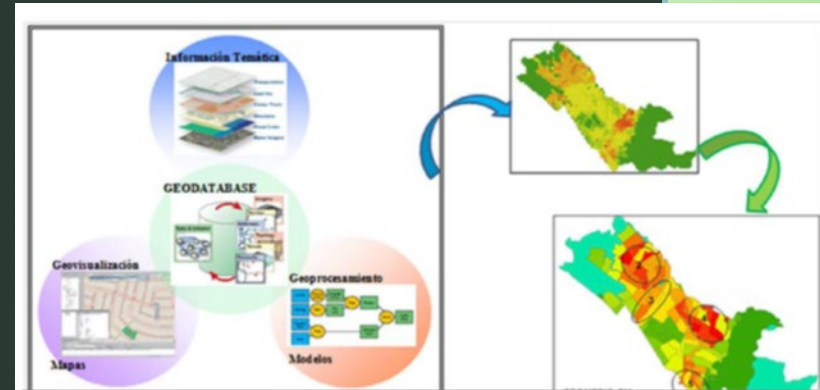


Figure 3. Network graph of all information combinations. Node size represents degree. Edge thickness and colour intensity represent weight (frequency) of connection.



Información Proyecto									
	Ciudad	Kms	Material	Diametro	Monto	Tecnología	Solicitante	Año	Duración
1	BOGOTA 1	125,3	Concreto y Gres	8" - 24"	28,3	CIPP	EAAB	2018 - 2022	4
2	BOGOTA 2	17,5	Concreto y Gres	18" - 40"	6,1	SP	EAAB	2018 - 2022	4
3	BOGOTA 3	32,6	Concreto y Gres	8" - 18"	2,1	SL CF	EAAB	2018 - 2022	4
4	BOGOTA 4	11,3	Concreto y Gres	6" - 18"	1,4	PB	EAAB	2018 - 2022	4
5	MEDELLIN 1	33,3	Concreto y PVC	12" - 24"	8,2	CIPP	EPM	2018 - 2022	4
6	MEDELLIN 2	3,1	Concreto y PVC	15" - 36"	0,7	SP	EPM	2018 - 2022	4

Información Proyecto									
	Ciudad	Kms	Material	Diametro	Monto	Tecnología	Solicitante	Año	Duración
1	MEDELLIN	62,1	Concreto	12" - 24"	4,1	CIPP	EPM	2018 - 2022	4
2	MEDELLIN	36,4	PVC y Concreto	8" - 24"	3,8	PB	EPM	2018 - 2022	4
3	MEDELLIN	28,1	Acero y AC	12" - 18"	1,5	SL	EPM	2018 - 2022	4
4	OTRAS	14,2	PVC y Concreto	12" - 24"	0,8	CIPP	OTRAS	2018 - 2022	4
5	OTRAS	3,2	PVC y Concreto	8" - 24"	0,5	PB	OTRAS	2018 - 2022	4
6	OTRAS	12,3	Acero y AC	12" - 18"	1,1	SL	OTRAS	2018 - 2022	4



DISEÑO DETALLADO

- Parte de información primaria en su mayoría y secundaria
- La información primaria consta de un catastro casi al 100%
- Requiere de una matriz de criticidad y decisional
- Las condiciones hidráulicas tolerancias +/- 3%
- Datos calculados de tiempos y costos
- Los resultados finales son exigibles y sensibles de variación bajo un argumento costo-tiempo sin variar alcance y calidad
- Hay planos y detalles constructivos, se requiere al final de AsBuilt

METODOLOGIA DE PROYECCION DETALLADO



- Existen guías en handbooks, papers, guide good practices, etc. Y NO SON REGLAS.
- Cada proyecto es particular y es un ERROR replicar la metodología de otros.

Greenbook 2021	
PART 3 – CONSTRUCTION METHODS	273
SECTION 300 – Earthwork	273
SECTION 301 – Subgrade Preparation, Treated Materials and Placement of Base Materials	287
SECTION 302 – Roadway Surfacing	307
SECTION 303 – Concrete and Masonry Construction	344
SECTION 304 – Metal Fabrication and Construction	375
SECTION 305 – Pile Driving and Timber Construction	390
SECTION 306 – Open Trench Conduit Construction	397
SECTION 307 – Jacking and Tunneling	458
SECTION 308 – Microtunneling	464
SECTION 309 – Monuments	470
SECTION 310 – Painting	471
SECTION 311 – Special Protective Materials	479
SECTION 314 – Traffic Striping, Curb and Pavement Markings, and Pavement Markers	487
PART 4 – EXISTING IMPROVEMENTS	495
SECTION 400 – Protection and Restoration	495
SECTION 401 – Renoval	496
SECTION 402 – Utilities	497
SECTION 403 – Manhole Adjustment and Reconstruction	499
SECTION 404 – Cold Milling	500
SECTION 405 – Micro-Milling	503
PART 5 – PIPELINE SYSTEM REHABILITATION	505
SECTION 500 – Pipeline Rehabilitation	505
SECTION 501 – Service Lateral Connection Sealing	533
SECTION 502 – Manhole and Structure Rehabilitation	536
PART 6 – TEMPORARY TRAFFIC CONTROL	543
SECTION 600 – Access	543
SECTION 601 – Temporary Traffic Control for Construction and Maintenance Work Zones	544
PART 7 – STREET LIGHTING AND TRAFFIC SIGNAL SYSTEMS	551
SECTION 700 – Materials	551
SECTION 701 – Construction	592
PART 8 – LANDSCAPING AND IRRIGATION	609
SECTION 800 – Materials	609
SECTION 801 – Installation	614
APPENDIX	627
INDEX	631


UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Tecnura

<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/issue/view/1066>
DOI: <https://doi.org/10.14483/22487638.15570>

ESTUDIO DE CASO

Methodology for the Selection of Trenchless Sewer Rehabilitation Technologies in Bogotá, Colombia

Metodología para selección de tecnologías de rehabilitación de alcantarillados sin zanja en Bogotá, Colombia

Edward Leonardo Tovar Romero ¹, Jorge Alberto Valero Fandiño ², Leonardo Cepeda Ariza ³


MAT
JOURNALS

Journal of Civil and Construction Engineering
e-ISSN: 2457-001X
Volume 5 Issue 2

Using Decision-making Criteria Approach for the Selection of Trenchless Construction Method: A Review Study

¹Rishav Kumar, ²Jigneshkumar Patel

American Society of Civil Engineers

Standard Guidelines for the Design of Urban Stormwater Systems

ASCE/EWRI 45-05

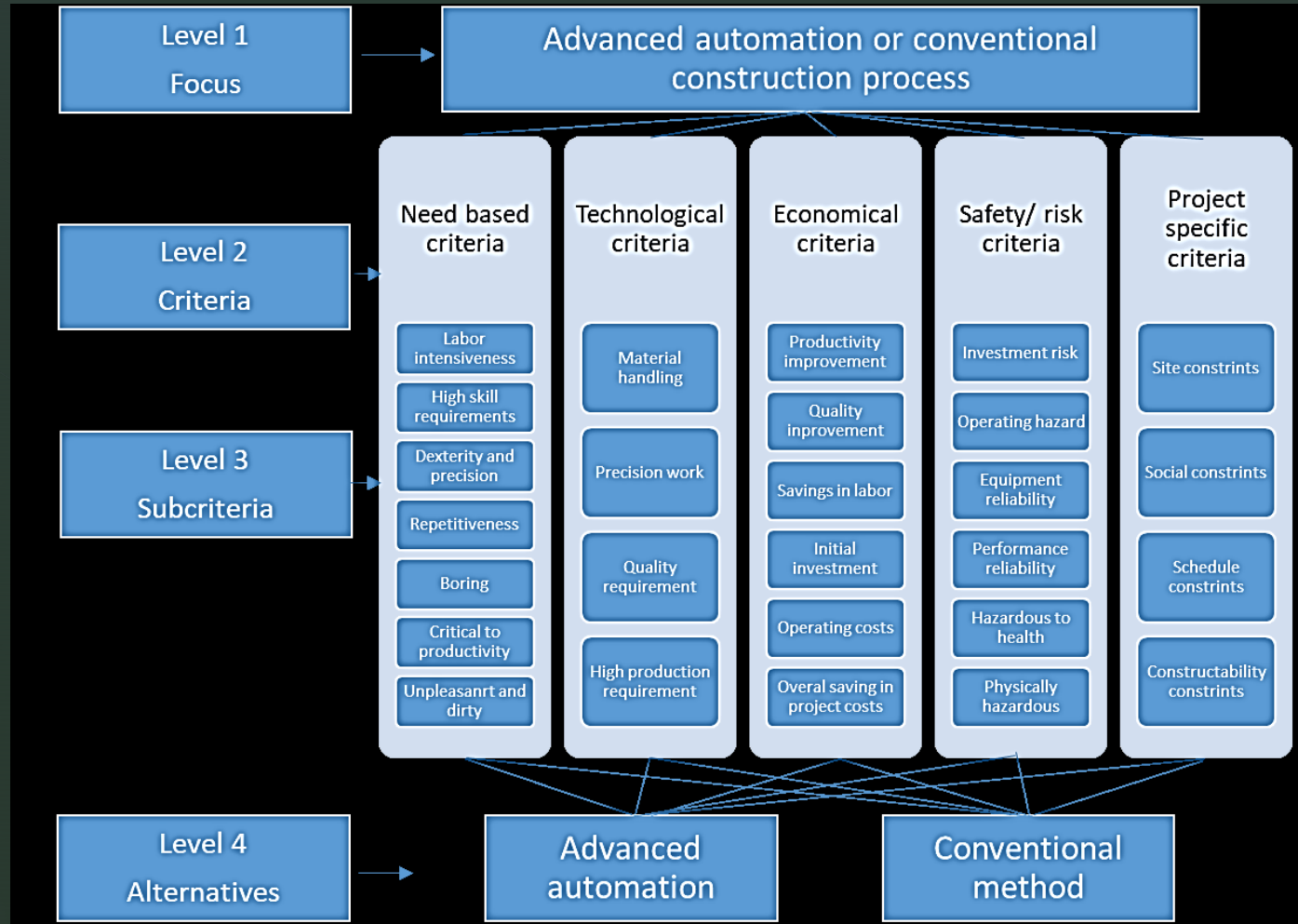
Standard Guidelines for the Installation of Urban Stormwater Systems

ASCE/EWRI 46-05

Standard Guidelines for the Operation and Maintenance of Urban Stormwater Systems

ASCE/EWRI 47-05

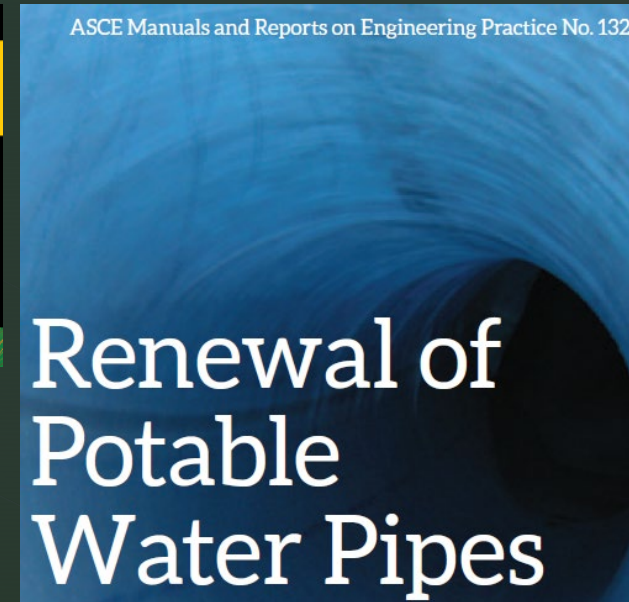
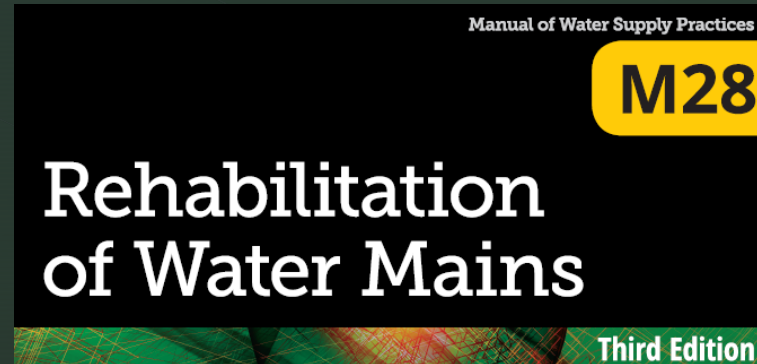
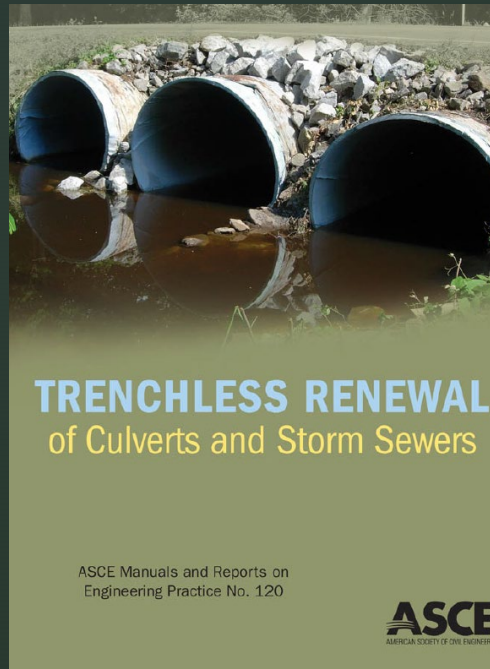
METODOLOGIA DE PROYECCION DETALLADO



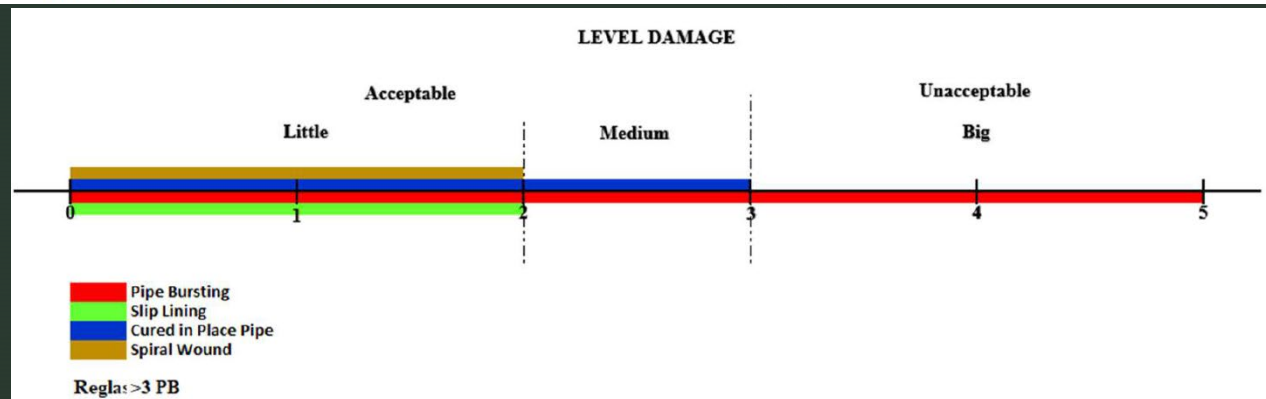
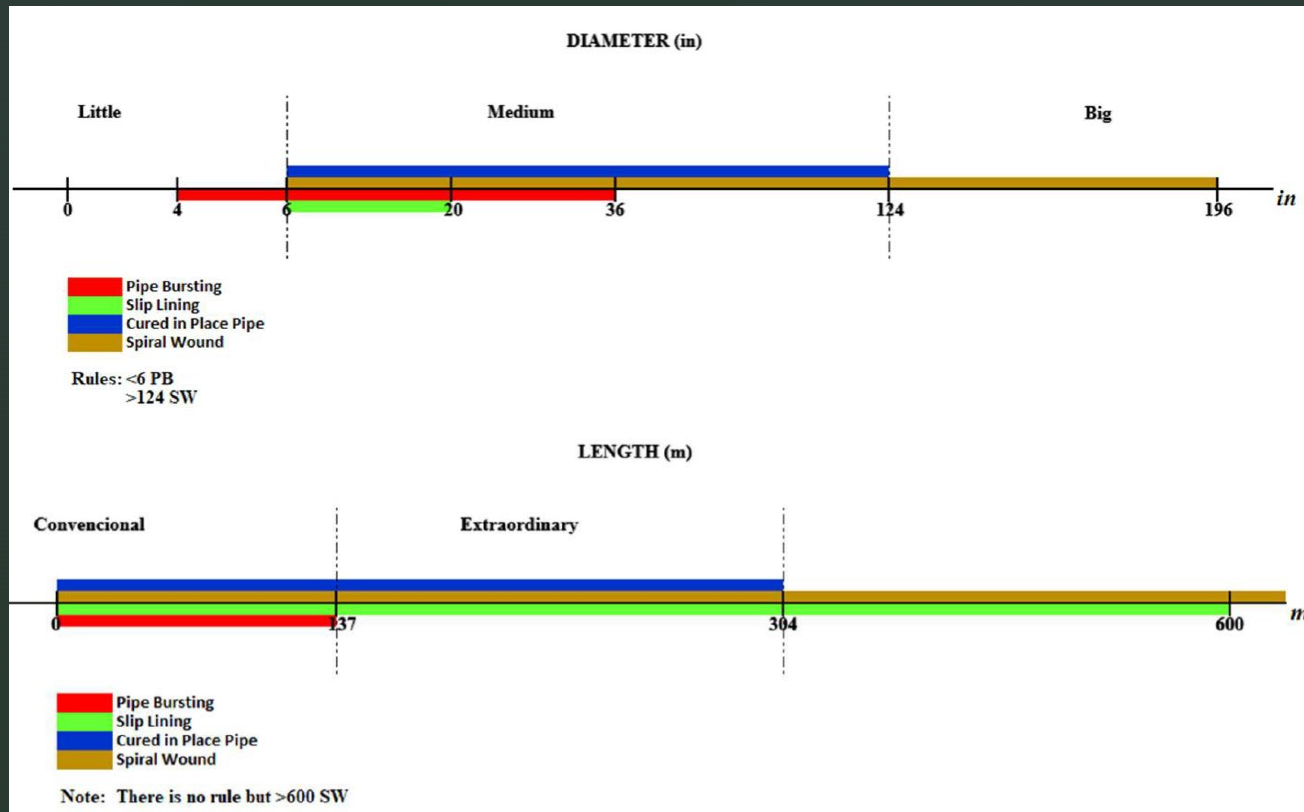
METODOLOGIA DE PROYECCION DETALLADO



- Existen guías en handbooks, papers, guide good practices, etc. Y NO SON REGLAS.
- Cada proyecto es particular y es un ERROR replicar la metodología de otros.



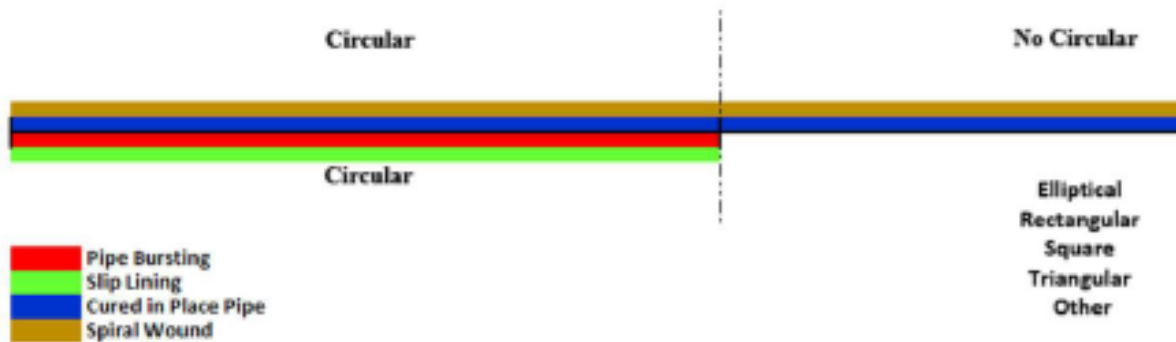
METODOLOGIA DE PROYECCION DETALLADO



METODOLOGIA DE PROYECCION DETALLADO

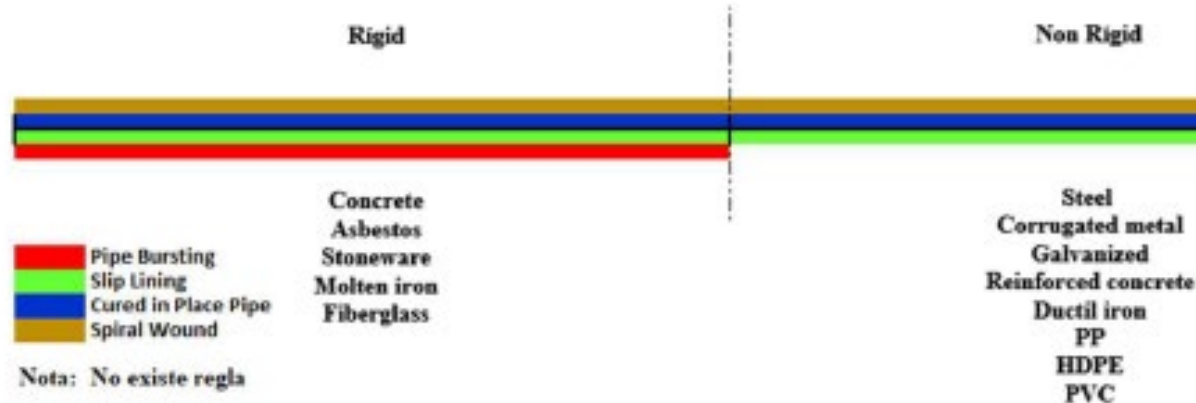


CROSS SECTION



Nota: There is no rule

MATERIAL



Nota: No existe regla

Table II. Domains of the non-verbalized and verbalized variables

Variable	Domain of the non-verbalized variable	Domain of the verbalized variable
Diameter	48	3
Length	34	2
Degree of deterioration	10	3
Cross section	6	2
Material	13	2
Misalignment	3	3
Deflection	3	3
Reduction of the cross area	3	3
Total paths to be processed	34 369 920	1 944

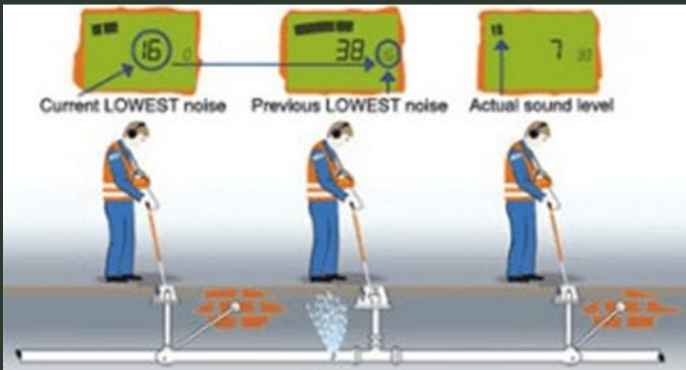
Source: Primary autor.

Table III. Example of a segment of the parametric table, input for the analysis through decision trees

Diameter	Length	Level Damage	Cross Section	Material	Misalignment	Deflection	Cross-Sectional area lost	Technology
Medium	Conventional	Medium	Circular	Rigid	Small	Null	Null	PB_CIPP
Medium	Conventional	High	Circular	Rigid	Small	Null	Large	PB
Medium	Extraordinary	Medium	Circular	Rigid	Small	Null	Medium	CIPP
Large	Conventional	Low	Circular	Rigid	Null	Null	Null	SW
Medium	Conventional	Low	Non-Circular	Rigid	Null	Null	Null	SW_CIPP
Medium	Conventional	Low	Circular	Non-Rigid	Null	Null	Null	CIPP_SW_SL
Medium	Conventional	Low	Circular	Rigid	Null	Null	Null	PB_SL_CIPP_SW
Medium	Conventional	Medium	Circular	Non-Rigid	Large	Null	Null	NTAA

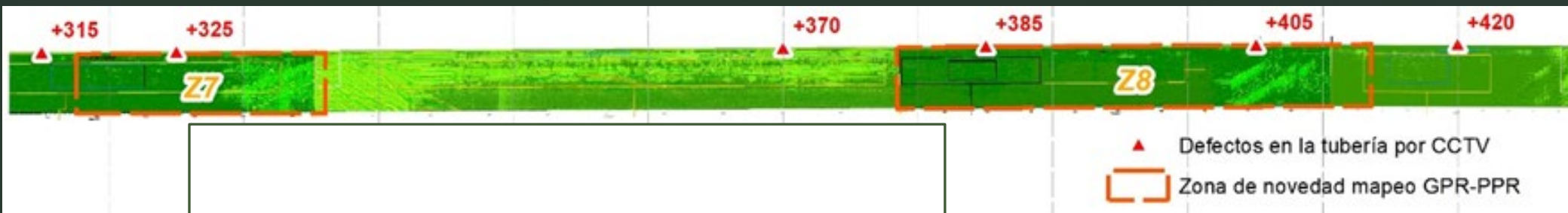
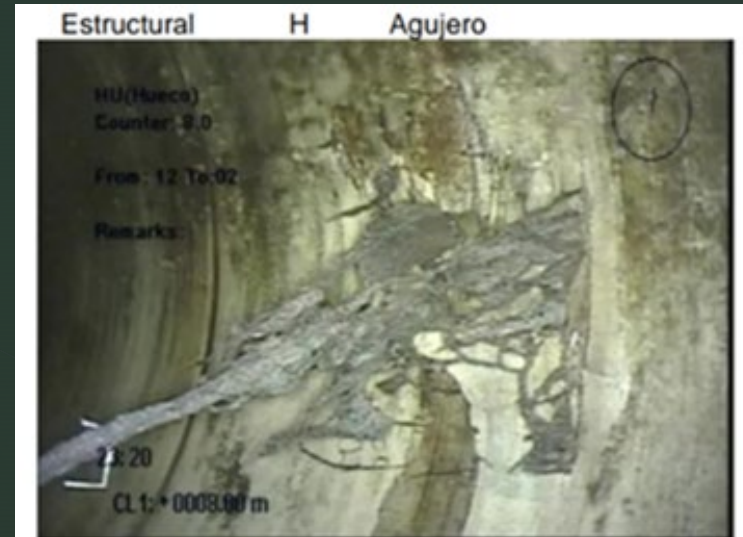
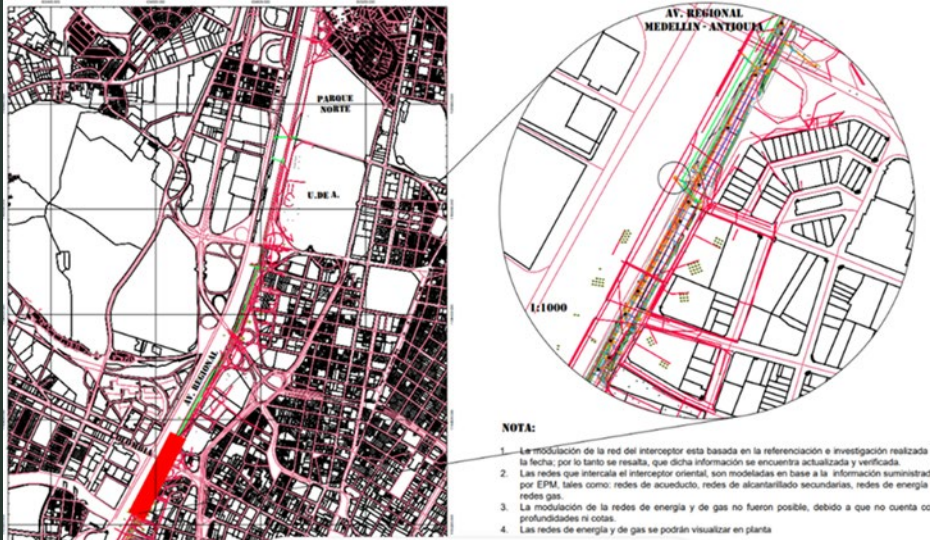


INFORMACION REQUERIDA





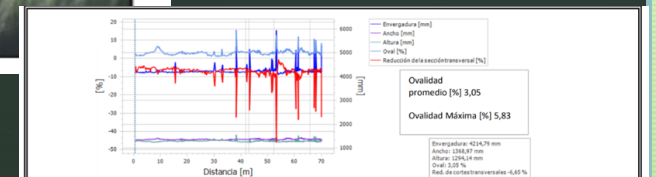
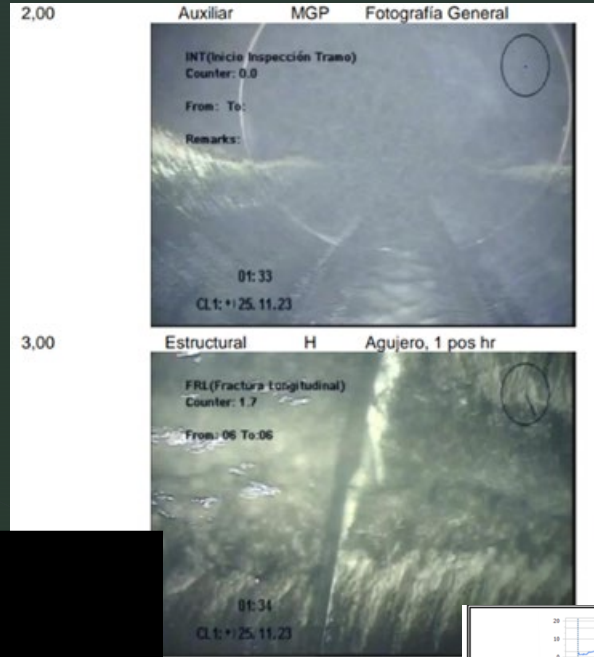
MAPEO SUBTERRANEO – TOPOGRAFIA - INTERFERENCIAS





INSPECCION Y DIAGNOSTICO

Esquema de la Inspección						
	6195740	(m)	Código	Observación	Loc.	Foto
		0.00	AWA	Acceso de Aguas Residuales		
		1.20	MGP	Fractura Longitudinal	06-06	
		2.00	MGP	Fotografía General	12-11	
		3.00	H	Agujero, 1 pos hr	06-06	
		10.00	MGP	Fotografía General	12-11	
		17.60	MGP	Fotografía General	12-11	
		23.10	MGP	Fotografía General	12-11	
		30.40	MGP	Fotografía General	12-11	
		35.40	B	Rotura, 1 pos hr	06-06	
		44.40	B	Rotura, 1 pos hr	06-06	
		62.20	B	Rotura, 1 pos hr	06-06	
		70.10	AEP	Fin de la Tubería		



ABCISA (m)	SECCIÓN TRANSVERSAL (-)	D. MÍNIMO (mm)	D. MÁXIMO (mm)	D. PROMEDIO (mm)
0,00		1274,31	1355,99	1315,15
10,00		1222,74	1385,33	1304,035



GEOTECNIA – OTRAS CARACTERIZACIONES

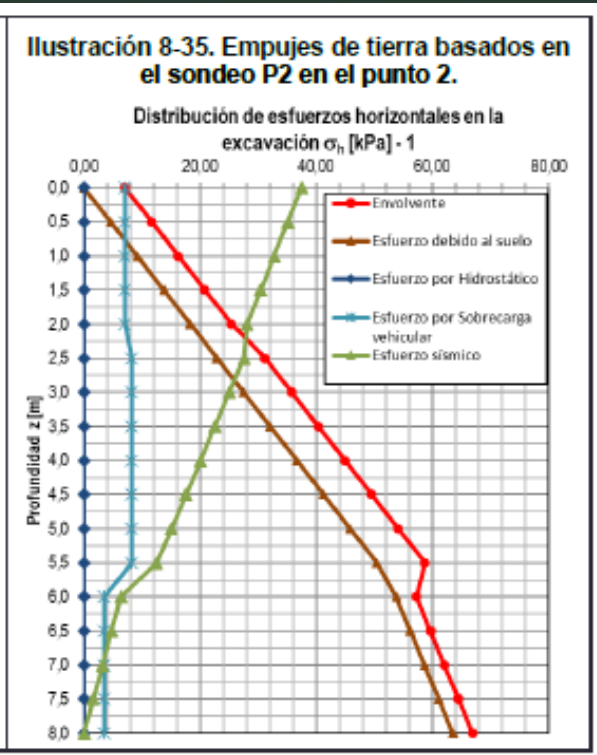
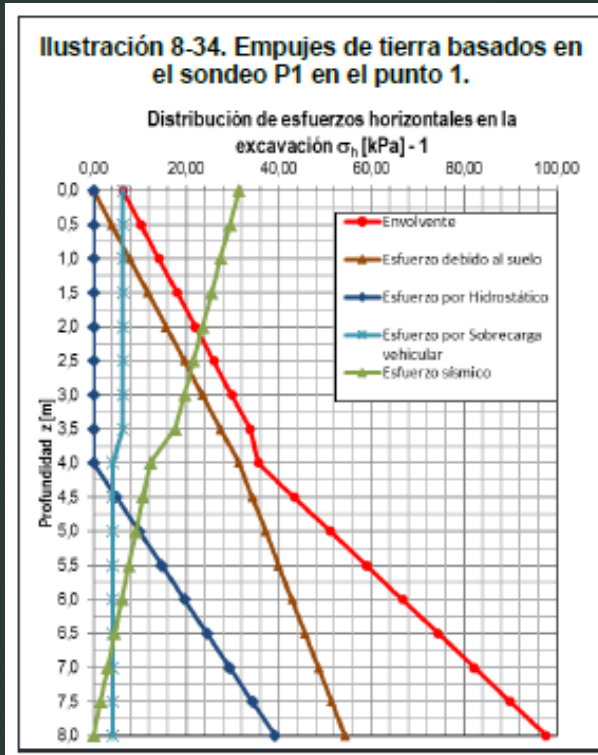


Table 1: Applicability of the trenchless construction methods in different soils [8].

Soil Conditions	Jack and bore (Auger Boring)	Microtunneling	Horizontal Directional Drilling	Pipe Jacking
Soft to very soft clays, silts, and organic deposits	Yes	Yes	Yes	M
Medium to very stiff clays and silts	Yes	Yes	Yes	Yes
Hard clays and highly weathered shales	Yes	Yes	Yes	Yes
Very loose to loose sands above the water table	M	Yes	Yes	M
Medium to dense sands below the water table	No	Yes	Yes	No
Medium to dense sands above the water table	Yes	Yes	Yes	Yes
Gravel and cobbles with a diameter less than 2 to 4 in	Yes	Yes	M	Yes
Soils with significant cobbles, boulders, and obstructions with a diameter more than 4 to 6 in	M	M	M	M
Weathered rocks, marls, chalks, and firmly cemented soils	Yes	Yes	Yes	M
Slightly weathered to un weathered rock	Yes	M	M	No

Yes=generally used; M=possible but difficulties may occur; No=generally unsuitable.

Table 2: Effect of cohesion on applicability of the trenchless construction methods [8].

Soil Type	N value (standard penetration test value, per ASTM D1482)	Jack and Bore (Auger Boring)	Micro tunneling	Horizontal Directional Drilling	Pipe Jacking
Cohesive soils (clay)	N < 5 (soft)	M	Yes	M	M
	N = 5-15 (Firm)	Yes	Yes	Yes	Yes
	N > 15 (Stiff-Hard)	Yes	Yes	Yes	Yes
Cohesionless soils (sand/silt)	N < 10 (Loose)	M	Yes	M	M
	N = 10-30 (Medium)	Yes	Yes	Yes	Yes
	N > 30 (Dense)	Yes	Yes	Yes	Yes
	High groundwater	No	Yes	M	M
Boulders/cobbles		≤ 33% D	≤ 33% D	M	M
Full-face rock		≤ 12 Ksi	≤ 30 Ksi	≤ 15 ksi	≤ 30 ksi

Yes=recommended; M=possible but difficulties may occur; No=generally unsuitable; D =size of largest boulder versus minimum diameter.



CONOCIMIENTO DEL ENTORNO E INTERFERENCIAS





CARACTERISTICAS DE LAS TECNOLOGIAS

AWWA Classification	Non-structural	Semi-structural		Fully Structural
	Class I	Class II	Class III	Class IV
Trenchless Products	<ul style="list-style-type: none"> Cement mortar lining Epoxy/ PU lining 	<ul style="list-style-type: none"> CIPP rehabilitation Modified Epoxy lining 	<ul style="list-style-type: none"> Modified sliplining CIPP rehabilitation 	<ul style="list-style-type: none"> Sliplining Modified sliplining CIPP rehabilitation Polyester-reinforced polyethylene

Table 6: Recommended diameter for the trenchless construction methods [11].

Trenchless Method	Diameter Range (in)						
	12	48	60	72	120	144	168
Horizontal Directional Drilling (HDD)	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Auger Boring (AB)	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Pipe Ramming (PR)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Pipe Jacking (PJ)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Microtunneling (MT)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Type of Pipe used in TCM, there are some limitations that are presented in Table 7 [11].
 While a wide range of pipe types can be

Table 7: Recommended pipe type for the trenchless construction methods [11].

Pipe type	AB	HDD	MT	PJ	PR
HDPE (High Density Polyethylene)	No	Yes	Yes	No	No
Steel(A-36)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
PVC (Poly Vinyl Chloride)	No	Yes	Yes	No	No
VCP (Vitrified Clay Pipe)	No	Yes	Yes	No	No
DIP (Ductile Iron Pipe)	No	Yes	Yes	No	No
FRMP (Fiber-Reinforced Mortar Pipe)	No	Yes	Yes	Yes	No



CARACTERISTICAS DE LAS TECNOLOGIAS

Table I. Application ranges of trenchless rehabilitation technologies (TRTs)

Category	Collector features	Pipe Bursting	CIPP	Slip lining	Spiral wound
Design	Minimum diameter (m)	0,10 m (4 in)	0,15 m (6 in)	0,15 m (6 in)	0,15 m (6 in)
	Maximum diameter (m)	0,91 m (36 in)	3,15 m (124 in)	0,51 m (20 in)	4,98 m (196 in)
	Degree of deterioration (° of est, dimensionless)	3 – 5	0 – 3	0 – 2	0 – 2
	Maximum length (m)	137,16	304,80	600	Any
	Minimum length (m)	0	0	0	0
	Minimum coverage (m)	0,30 m / 0,03 m (1 ft / 1 in)	The existing	The existing	The existing
	Cross section	Circular	All	Circular	Circular (≤ 22 in, for every section ≥ 24)
Existing material	Steel	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Corrugated metal	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Galvanized	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Reinforced concrete	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Ductile iron	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	PP	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	PEAD	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	PVC	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Concrete	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Asbestos cement	Non-applicable	Applicable	Applicable	Applicable
Type of failure	Stoneware	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Molten iron	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Fiberglass	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable
	Misalignment (%)	Without restrictions	≤ 10%	No	No
	Deflection (%)	Without restrictions	≤ 60%	No	No
	Cross-sectional area reduction (%)	Without restrictions	≤ 40%	No	No
Type of floor	Fissure	Without restrictions	Si	Si	Si
	Fracture	Without restrictions	Si	Si	Si
	Original filling	Not relevant	Not relevant	Not relevant	Not relevant
	Expandable clay	Not relevant	Not relevant	Not relevant	Not relevant
	Loose pebble	Not relevant	Not relevant	Not relevant	Not relevant
	Sand	Unfavorable	Not relevant	Not relevant	Not relevant
	Compact clay	Unfavorable	Not relevant	Not relevant	Not relevant
H ₂ O	Sand/rock	Unfavorable	Not relevant	Not relevant	Not relevant
	Acid	According to the new	0,5	2	According to the new
	Alkaline	According to the new	10,5	12	According to the new
	Temperature (° C)	According to the new	172	172	According to the new



CONOCIMIENTO DEL COSTO - TIEMPO

Table 8: Cost-effectiveness of the trenchless technologies relative to open-cut method (Dollar 1999)

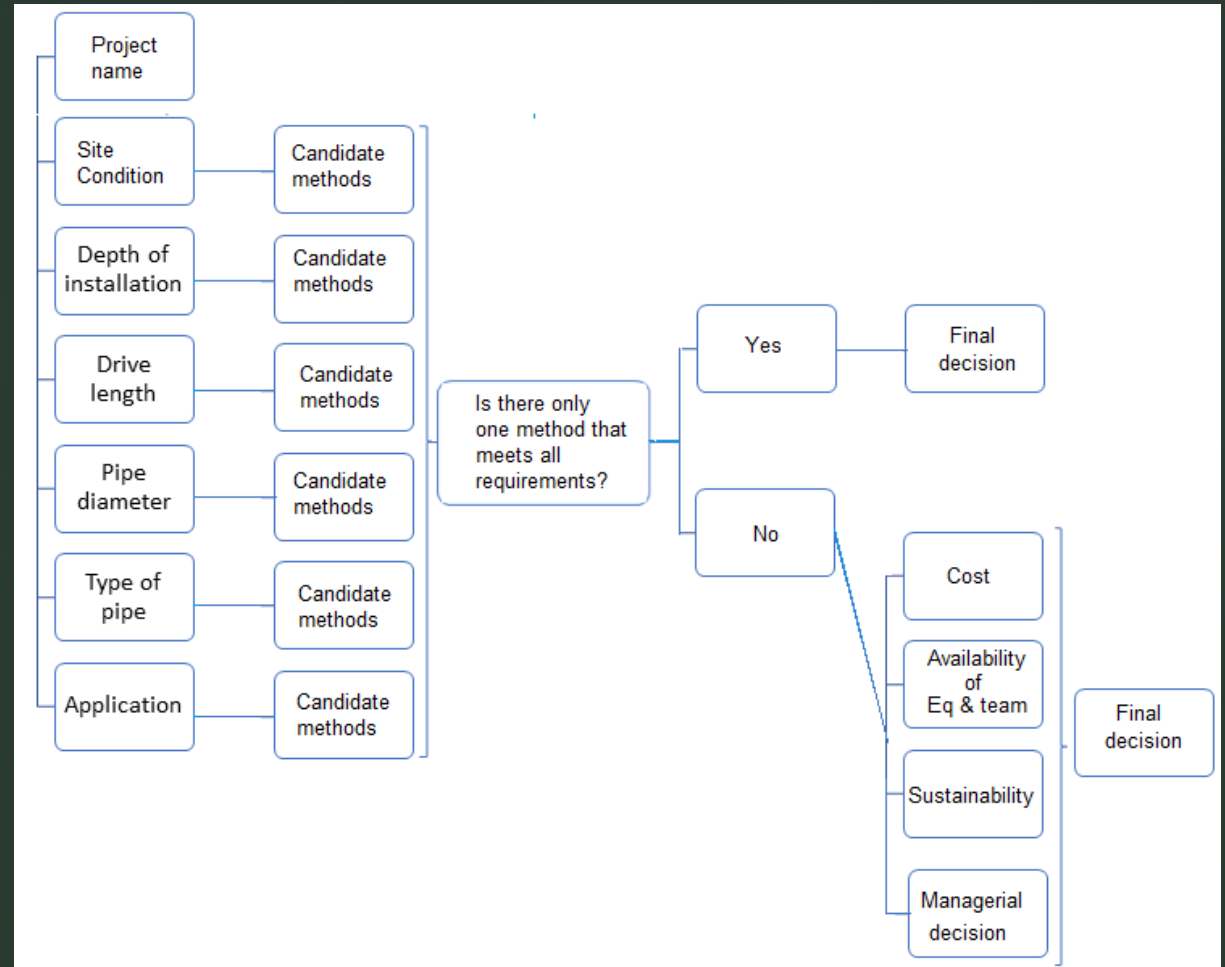
Pipe Size (mm)	Open-Cut (\$/LM)	Trenchless (\$/LM)	Trenchless Average (\$/LM)	Cost Savings Trenchless Cost vs open-Cut Cost (%)
300	275	50-175	292	106.3
500	400	200-500	345	86
1200	800	500-1000	675	84.5
1800	1500	850-1600	1240	82.6
2500	3000	1500-3000	2545	84.8

LM= Lineal Meter

Table 9 presents some cost guidelines that can be used for final decision making when there is more than one trenchless method that meet the project's requirements.

Table 9: Recommended cost per foot for the trenchless construction methods (Dollars 2004) [12].

TRENCHLESS METHOD	DIAMETER RANGE IN INCHES													
	12	18	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	168
Horizontal Directional Drill (HDD)	18 0	21 5	25 0	37 5	500	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Auger Boring (AB)	10 0	15 0	20 0	30 0	400	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Pipe Ramming (PR)	10 0	15 0	20 0	30 0	400	600	850	1200	1700	2200	2700	3200	3700	4200
Pipe Jacking (PJ)	14 0	21 0	28 0	42 5	575	850	1220	1710	2500	3150	3850	4500	5300	6000
Microtunneling (MT)	24 0	36 0	48 0	72 0	1000	1200	1450	1700	2000	2400	3000	3500	5000	8000





DETALLE DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

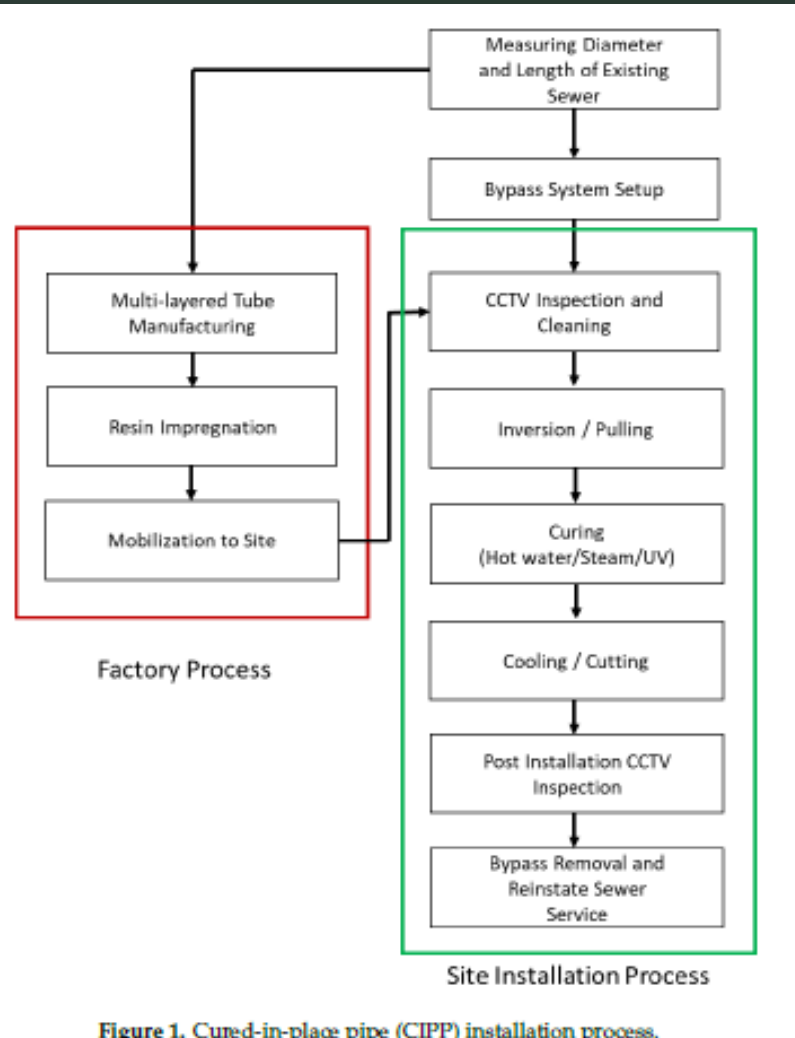


Figure 1. Cured-in-place pipe (CIPP) installation process.



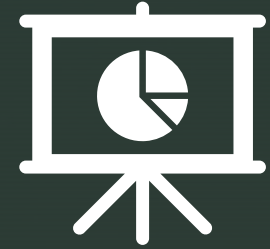
DETALLE DEL PROCESO CONSTRUCTIVO





ACOMPañAMIENTO DEL PROYECTO





CONCLUSIONES





CONCLUSIONES

- Tener los procesos consultivos bajo una misma línea base
- No omitir el proceso consultivo
- El saber asignar responsabilidades de consulta
- Diferenciar entre los diseños conceptuales y de detalle
- Ser abiertos a la revisión y ajustes de diseño por parte del contratista constructor
- TENER PERSONAL CON LAS CUALIFICACIONES Y CALIFICACIONES NECESARIAS CONFORME A LOS ESTANDARES Y TECNOLOGIAS A USAR
- El consultor debe tener experiencia constructiva en campo,



PREGUNTAS





Grupo·epm®

¡GRACIAS!



International No-Dig M

Juan Fernando Pareja

Speaker, International



Vicepresidente LAMSTT

Delegado Capitulo Colombia