



PRIMER CONGRESO ECUATORIANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



**INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE ACUEDUCTO
MEDIANTE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA.
EXPERIENCIA EN LA RED MATRIZ
TIBITOC-CASABLANCA, BOGOTÁ**



¿Sabían que para cada tipo y diámetro de instalación de tubería, independientemente del servicio, terreno, lugar... existe una tecnología idónea y todas están disponibles en la Región para hacer viable y eficiente su proyecto?



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



PRESENTACIÓN DEL PONENTE



JUAN JOSÉ HOYO RODRÍGUEZ

- INGENIERO GEÓLOGO, UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (ESPAÑA)
- MÁSTER EN TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, COLEGIO DE ING. CIVILES DE MADRID (ESPAÑA)
- DIRECTOR GENERAL DE YDN MICROTUNNELING
- ASESOR EN TECNOLOGÍAS SIN ZANJA Y GEOTECNIA EN PROYECTOS INTERNACIONALES
- MÁS DE 26.000m DE TUBERÍAS INSTALADAS EN 6 PAÍSES DISTINTOS SOBRE CIUDADES, MANGLARES, EMISARIOS SUBMARINOS, DESIERTOS, RÍOS...
- MÁS DE 39.000m COMO CONSULTOR TÉCNICO





CONTENIDO



1. Las tecnologías sin zanja
2. Aplicabilidad general de las TSZ
3. Alternativas para instalación de líneas de acueducto
4. El proyecto de la red matriz de acueducto Tibitoc-Casablanca





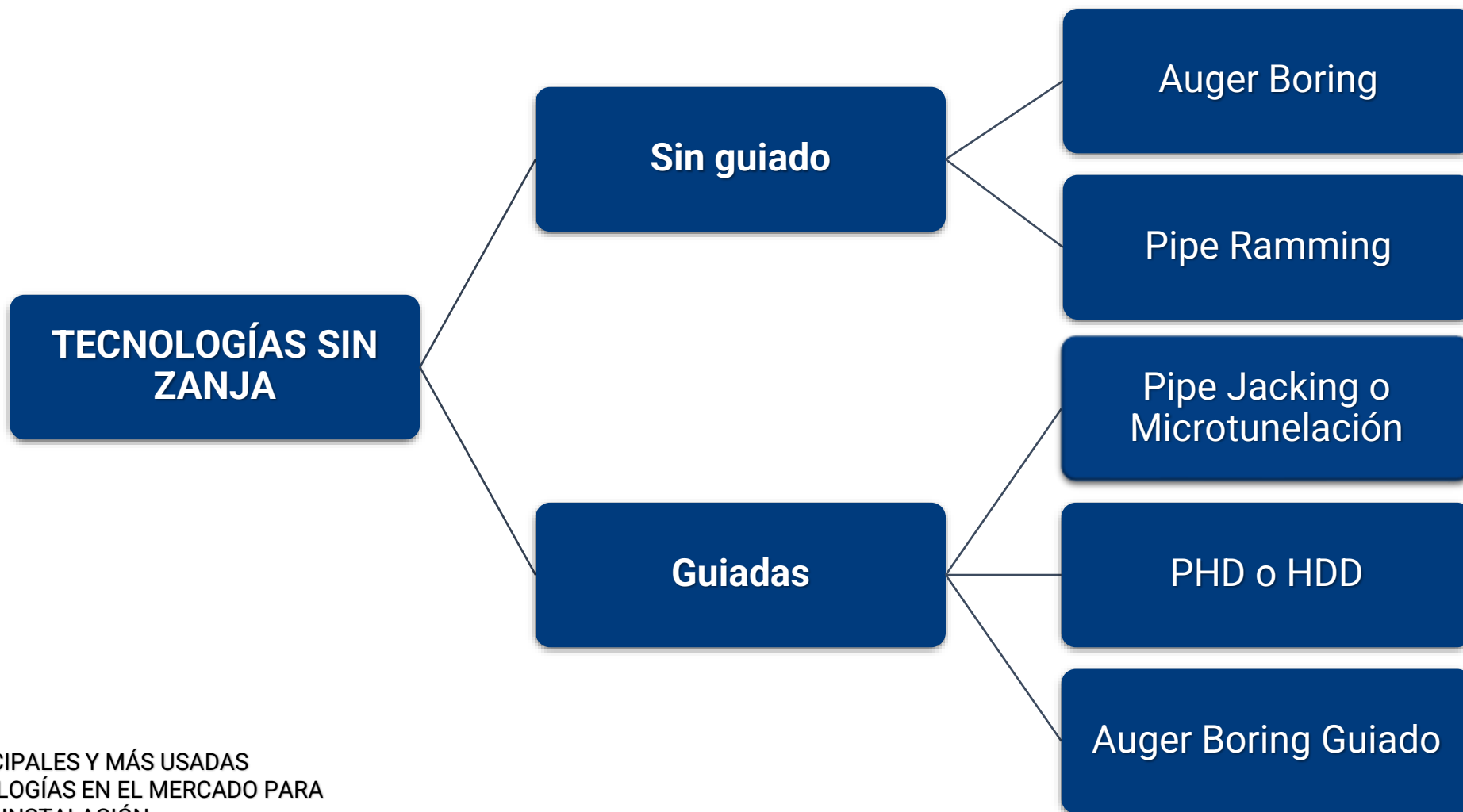
PRIMER CONGRESO ECUATORIANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



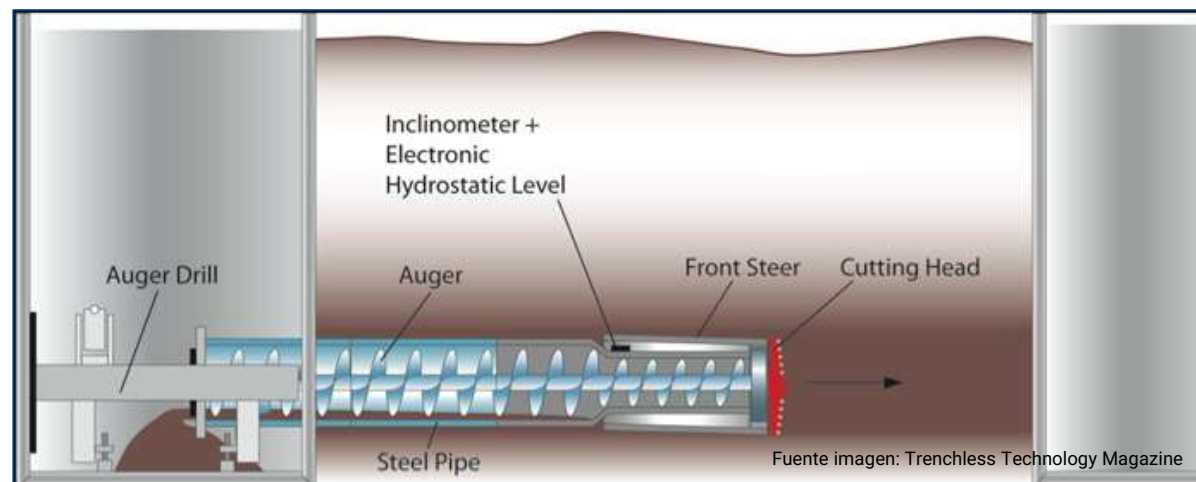
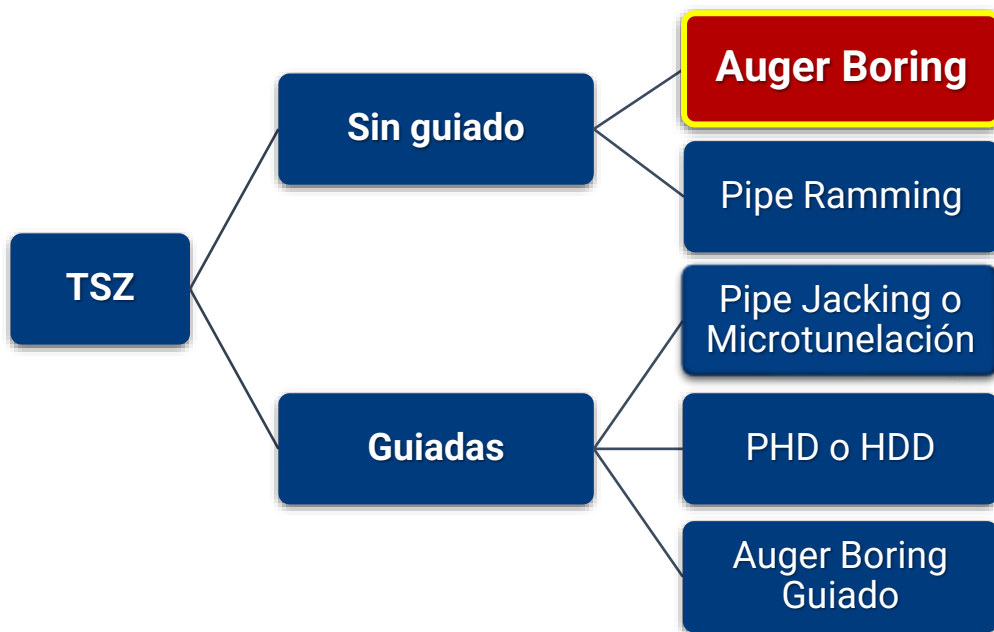
* PRINCIPALES Y MÁS USADAS
TECNOLOGÍAS EN EL MERCADO PARA
NUEVA INSTALACIÓN



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



LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



INSTALACIÓN DE UNA CAMISA METÁLICA MEDIANTE EMPUJE HORIZONTAL

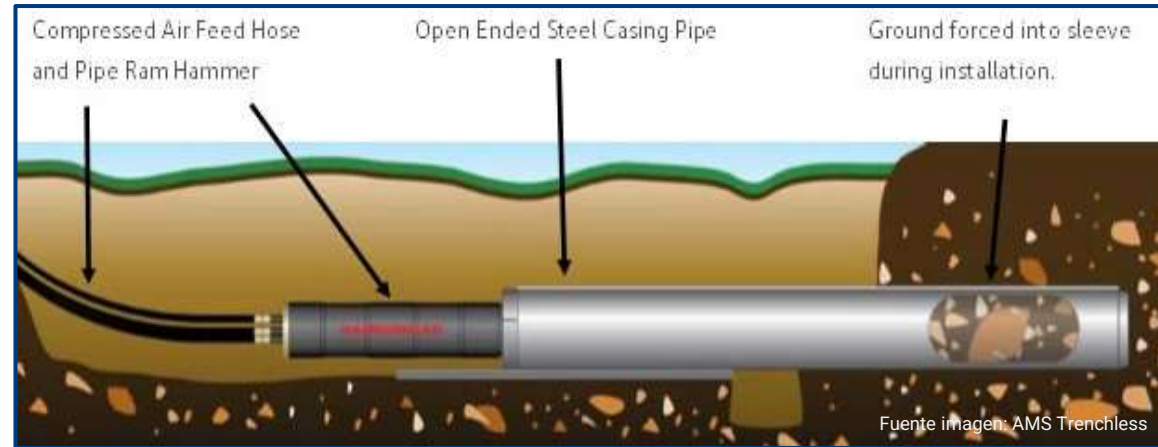
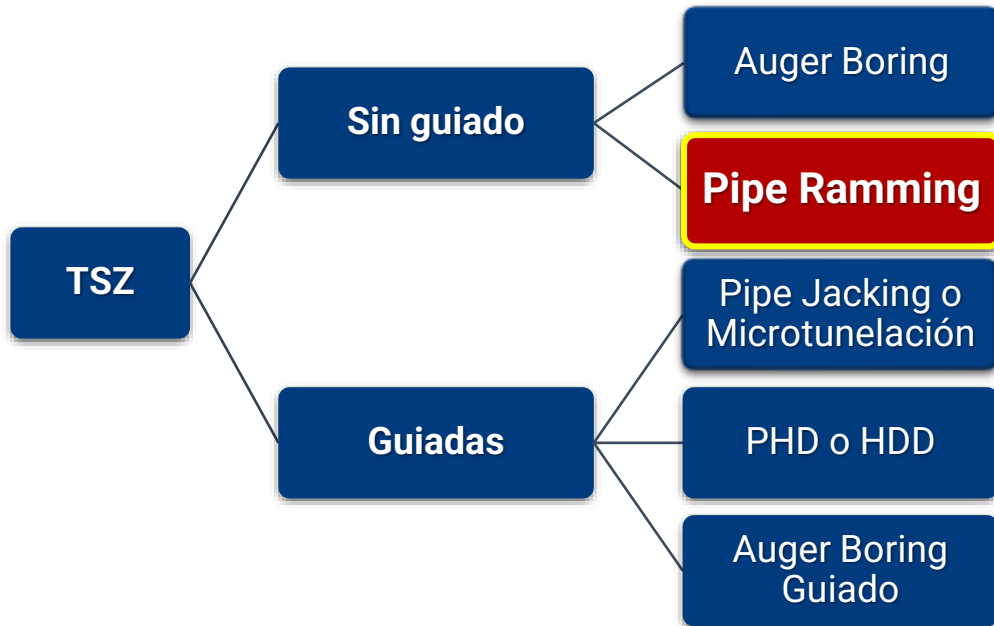
EXCAVACIÓN Y RETIRO DE MATERIAL SIMULTÁNEO A LA INSTALACIÓN MEDIANTE TORNILLO SIN FIN

NORMALMENTE INSTALACIÓN DEL TUBO DEFINITIVO O INSTALACIÓN DEL TUBO DEFINITIVO AL INTERIOR DE LA CAMISA





LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



INSTALACIÓN DE UNA CAMISA METÁLICA MEDIANTE EMPUJE HORIZONTAL NEUMÁTICO (rammer)

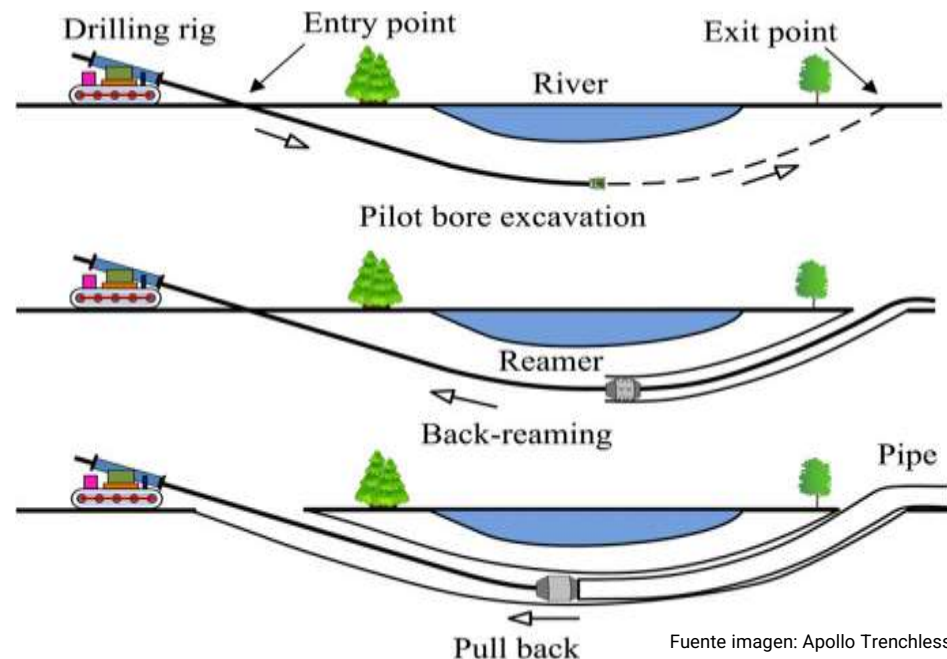
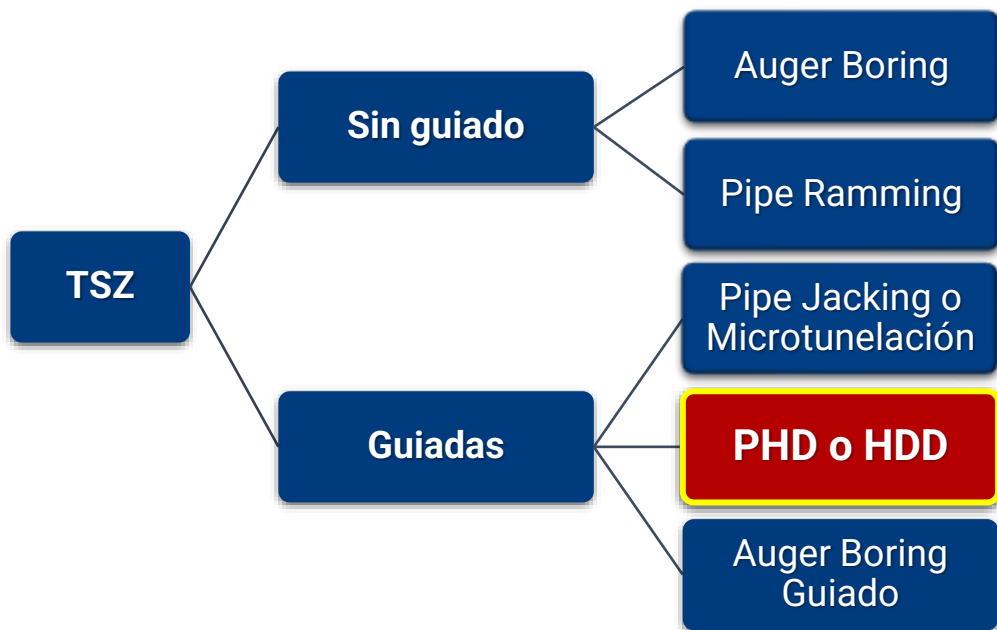
EXCAVACIÓN Y RETIRO DE MATERIAL AL FINALIZAR LA INSERCIÓN DE LA CAMISA METÁLICA

INSTALACIÓN DEL TUBO DEFINITIVO AL INTERIRO DE LA CAMISA





LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



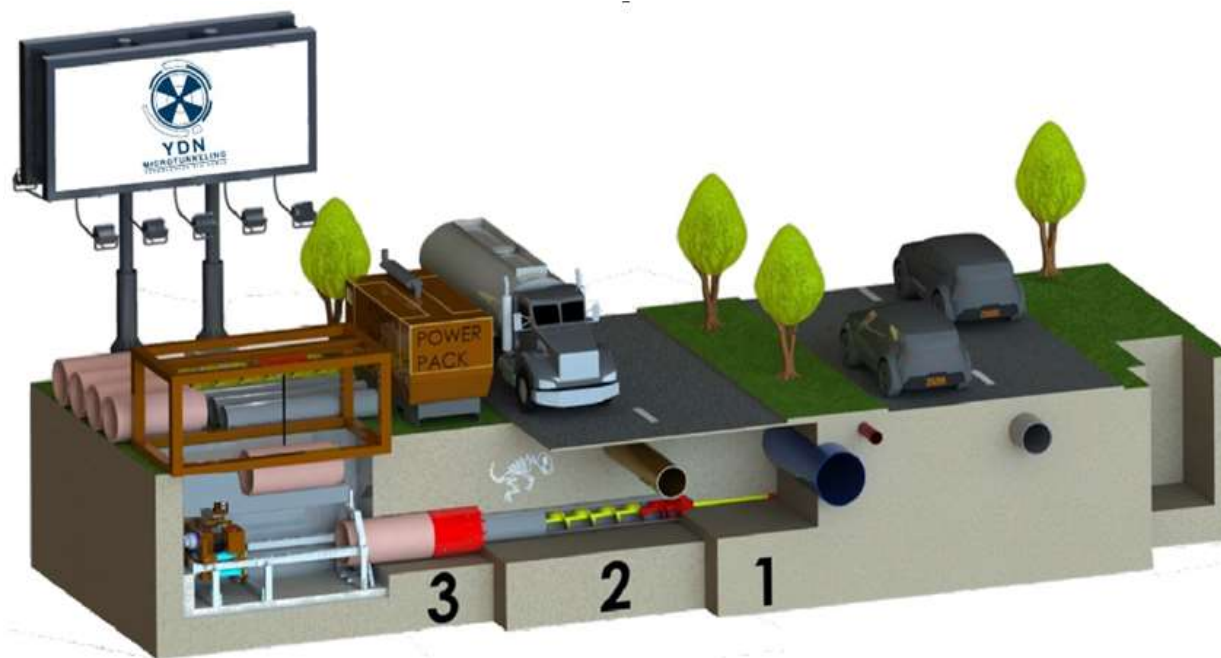
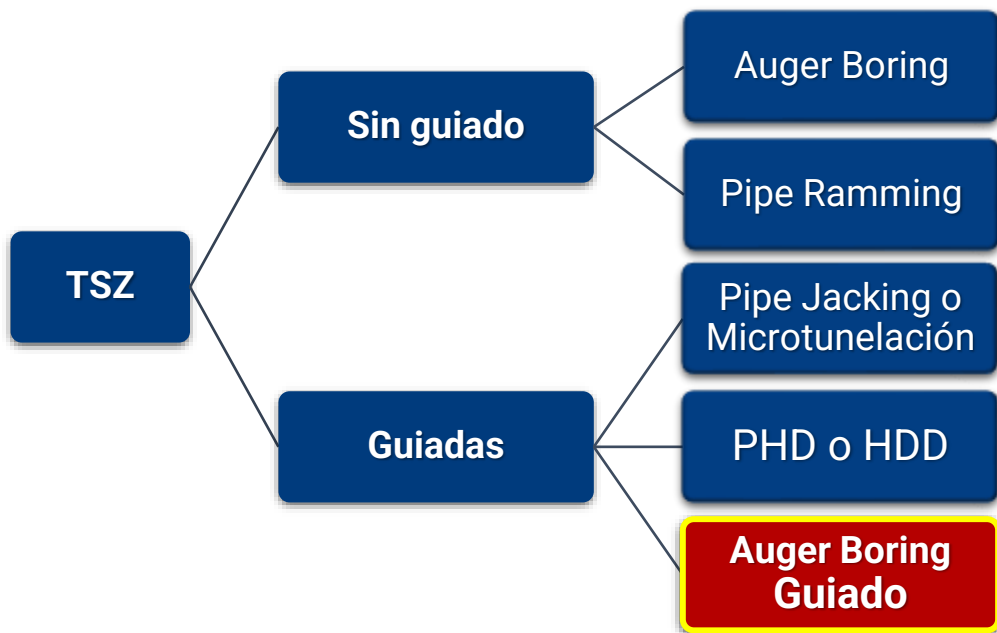
EXCAVACIÓN INICIAL GUIADA DE PEQUEÑO DIÁMETRO EN FORMA DE "SIFÓN", SIN POZOS

SEGUNDA FASE DE EXCAVACIÓN PARA AMPLIACIÓN DEL HUECO MEDIANTE UN REAMER O BARRIL ESCARIADOR (se repite si aplica, según D)

TERCERA FASE "PULL-BACK" O TRACCIÓN PARA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DEFINITIVA



LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



1. FASE PILOTOS
2. FASE CAMISAS Y TORNILLOS
3. FASE INSTALACIÓN TUBERÍA



LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



**EXCAVACIÓN = AVANCE =
INSTALACIÓN**

**CON SOSTENIMIENTO DE
LA PARED Y FRENTE DE
EXCAVACIÓN**

PRECISIÓN MILIMÉTRICA

**LARGOS TRAMOS Y
VARIABILIDAD DE DIAM.**





LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



LANZAMIENTO DE LA MICROTUNELADORA



Fuente fotografías: YDN



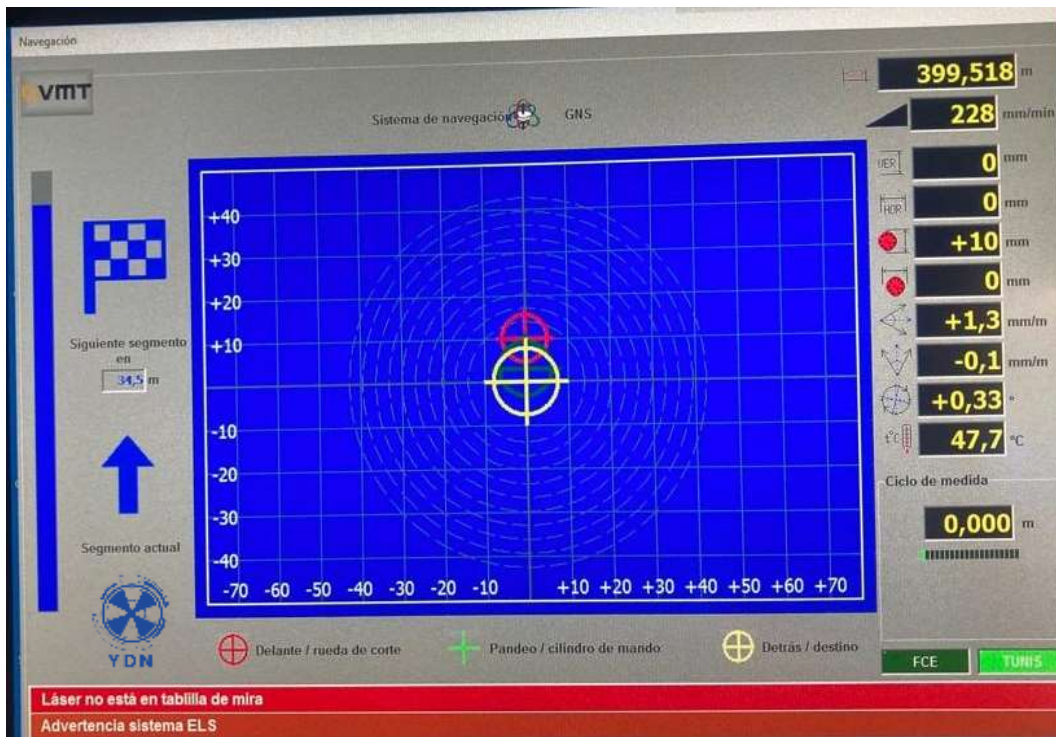
LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



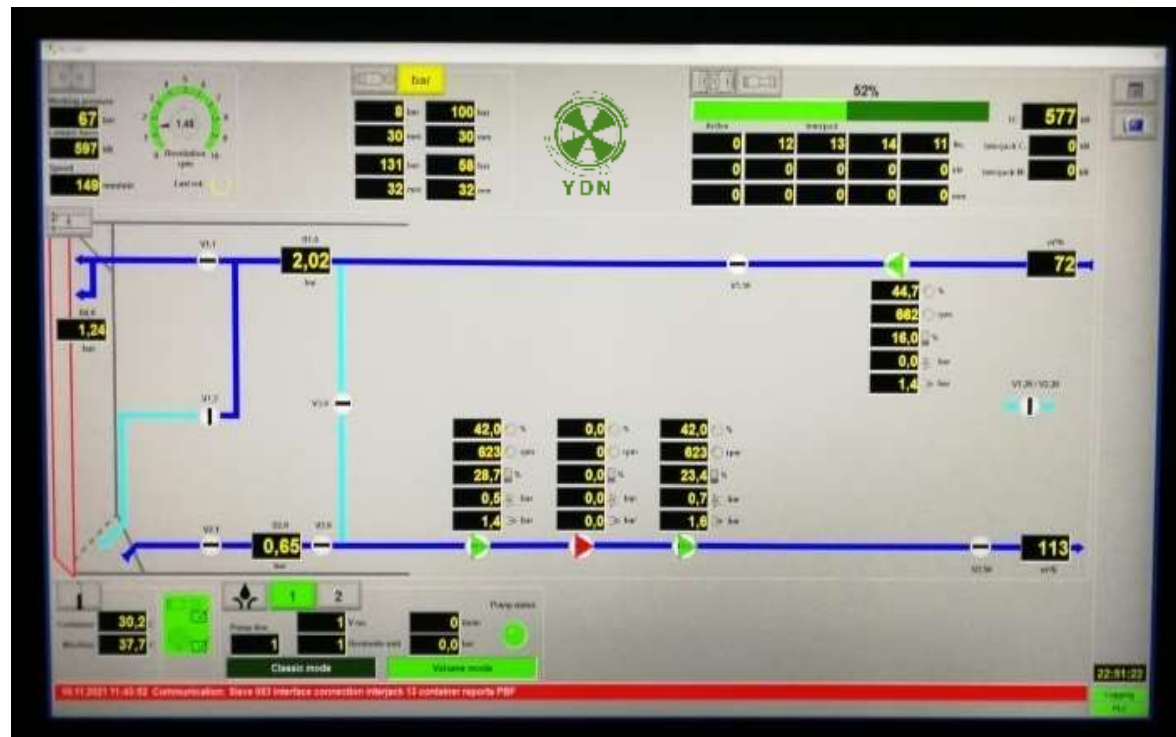
LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



PANTALLAS DE OPERACIÓN



CONTROL DEL GUIADO



CONTROL DE PARÁMETROS DE EXCAVACIÓN



LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



SECUENCIA DE AVANCE DE INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA





LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



VISTA DEL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN





LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



FIN DE LA INSTALACIÓN, CALE Y RESCATE DE LA MTBM



Red: 19/04/2022, 3:07:05 p.m. COT
N: 4° 41' 18.619", W: 74° 51' 39.409"
Avenida Carrera 72, Bogotá



LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



MICROTUNELADORAS PIPE JACKING

Escudos abiertos



Retroexcavadora



Rozadoras

Escudos cerrados



MEPB



Micro Hidroescudos

- ECONÓMICOS
- SENCILLOS DE OPERAR
- SOLO TERRENOS SIN NIVEL FREÁTICO Y AUTOPORTANTES
- RENDIMIENTOS BAJOS-MEDIOS
- DIÁMETROS GRANDES >1.60m

- TERRENOS CON NIVEL FREÁTICO, DUROS O BLANDOS
- RENDIMIENTOS ALTOS
- OPERACIÓN MÁS COMPLEJA
- MAYOR COSTE
- DIÁMETROS DESDE 0.5m



PRIMER CONGRESO ECUATORIANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



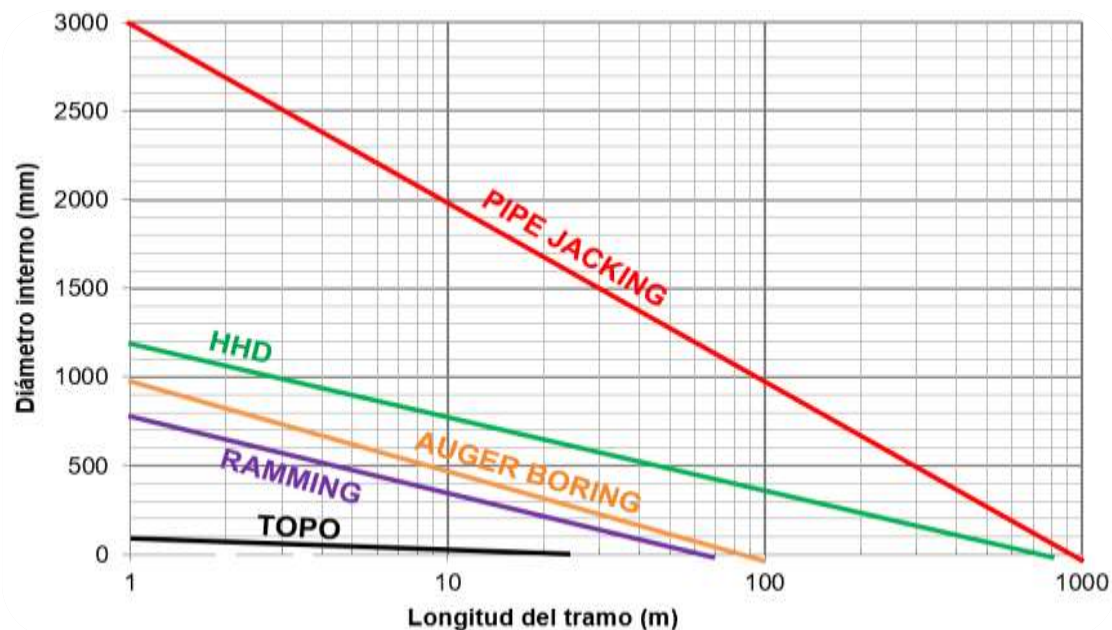
APLICABILIDAD GENERAL DE LAS TSZ



APLICABILIDAD DE LAS TSZ



EN FUNCIÓN DEL
DIÁMETRO Y
LONGITUD



TECNOLOGÍA	AUGER BORING		PIPE RAMMING		TOPO SIN EXC.		HDD		PIPE JACKING	
DIÁMETRO INTERNO (mm)	200	1000	150	800	30	160	200	1200	600	3000
LONGITUD DE TRAMO (m)	30	100	20	80	10	25	150	800	80	1000
INTERVALO DE APLICACIÓN	Mínimo habitual	Máximo recomendable	Mínimo habitual	Máximo recomendable	Mínimo habitual	Máximo recomendable	Mínimo habitual	Máximo recomendable	Mínimo habitual	Máximo recomendable

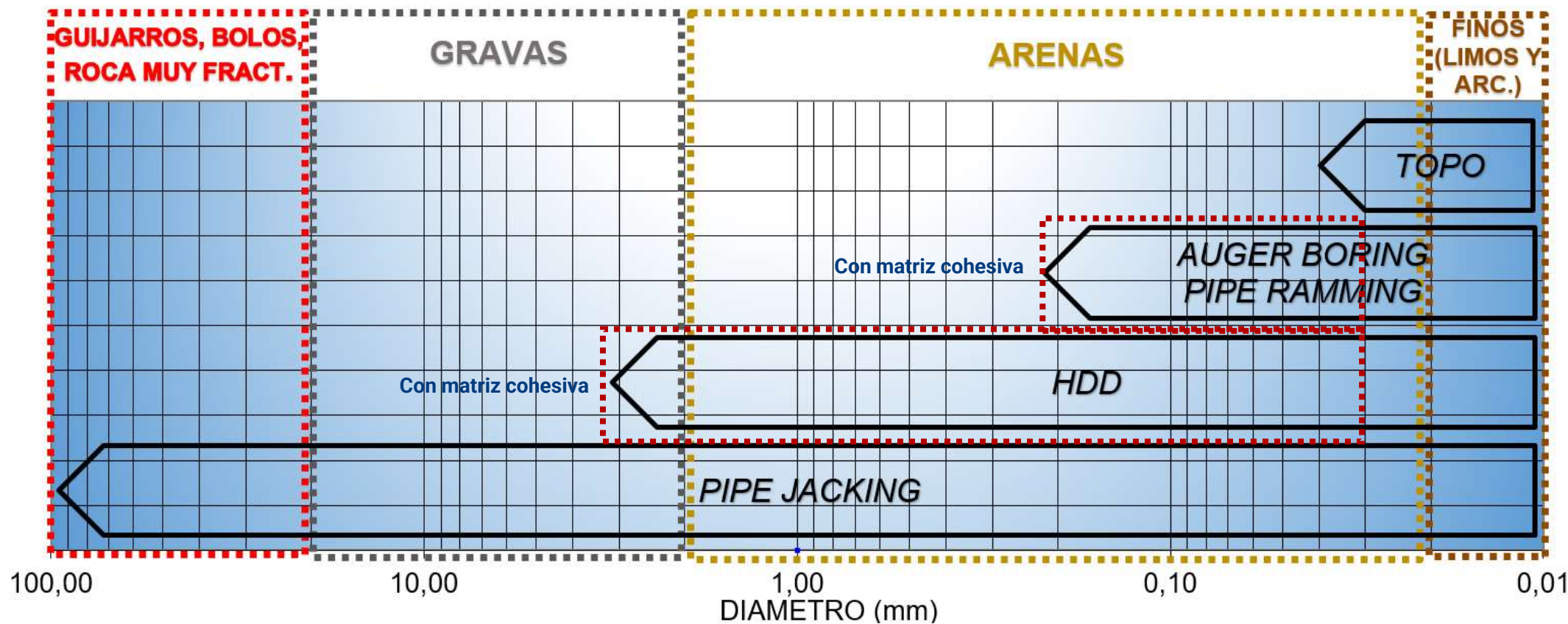
* Datos referenciales según mercado y prácticas habituales



APLICABILIDAD DE LAS TSZ



EN FUNCIÓN DEL TERRENO



* Según idoneidad de la aplicación



APLICABILIDAD DE LAS TSZ



	CONCRETO	GRP	PLÁSTICAS	METÁLICAS
				
PIPE RAMMING	NO	NO	NO <i>*Si con doble tubo*</i>	SÍ
AUGER BORING	SÍ	SÍ	NO <i>*Si con doble tubo*</i>	SÍ
PHD	NO	NO	SÍ	SÍ
PIPE JACKING	SÍ	SÍ	NO <i>*Si con doble tubo*</i>	OCASIONAL

EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TUBERÍA A INSTALAR





APLICABILIDAD DE LAS TSZ



REDES HÚMEDAS



ALCANTARILLADO GRAVEDAD



**AUGER BORING GUIADO
MICROTUNELACIÓN**



ACUEDUCTO E IMPULSIÓN



**PDH
AUGER BORING
PIPE RAMMING
MICROTUNELACIÓN**

REDES SECAS



CONDUCCIONES GAS Y PETRÓLEO



CONDUCCIONES DE SERVICIOS SECOS



CONDUCCIONES DE ENERGÍA



**PDH
AUGER BORING
PIPE RAMMING**

**SEGÚN LA
FUNCIONALIDAD
DE LA LÍNEA**



PRIMER CONGRESO ECUATORIANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



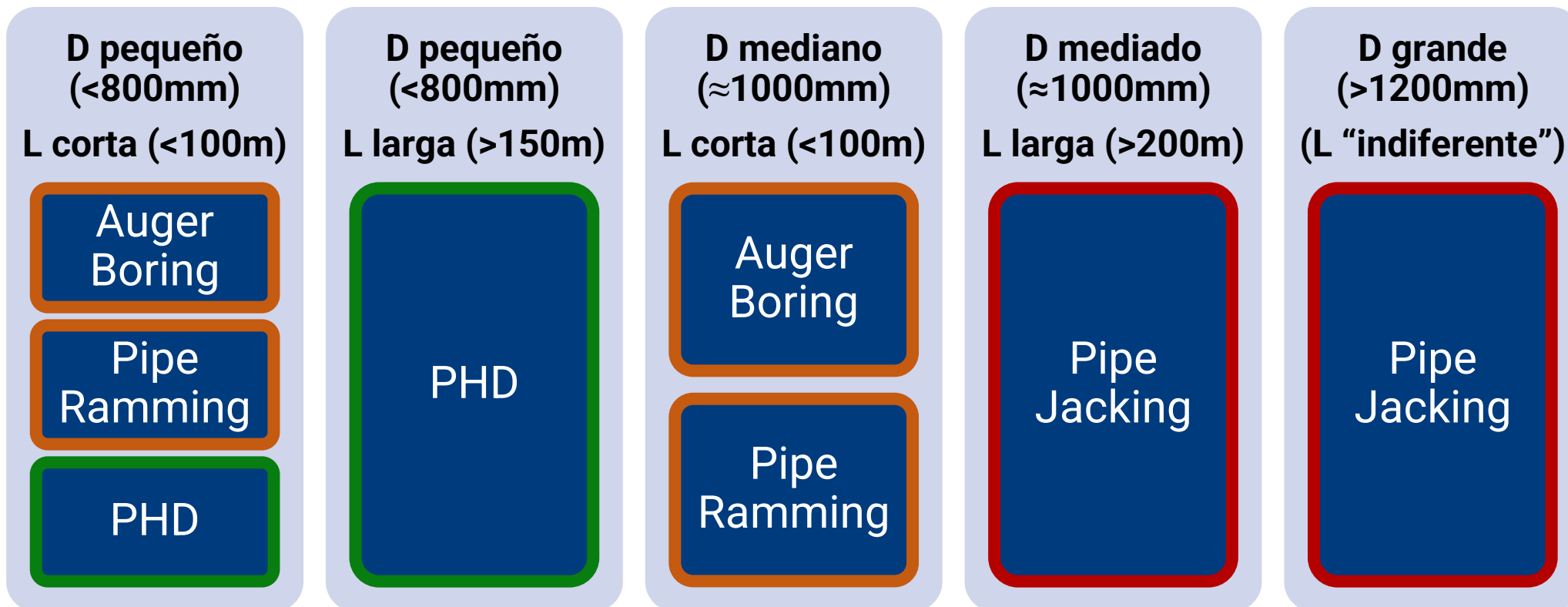
ALTERNATIVAS PARA LA INSTALACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO



ALTERNATIVAS PARA REDES DE IMPUSIÓN



TSZ según geometría de la conducción



Suelos

Suelos o rocas

Todo tipo



ALTERNATIVAS PARA REDES DE IMPUSIÓN



Alternativas para formas de instalación

Un solo tubo

Tubo de instalación = tubo definitivo

Rapidez en su instalación

Habitualmente más económico

¿Compatibilidad con la TSZ?





ALTERNATIVAS PARA REDES DE IMPUSIÓN



Alternativas para formas de instalación

Doble tubo	Camisa + tubo de servicio
	Mayor tiempo de instalación
	Adaptación al tubo de diseño
	Requiere de mortero de relleno
	Habitualmente más caro





ALTERNATIVAS PARA REDES DE IMPUSIÓN



Particularidades a tener en cuenta

1. **PHD** realiza instalación en forma de “sifón” → ¿Desagües?
2. **Tipo de junta:** Flexible Vs Soldada
3. Necesidad de **guiado y pendientes** → GAB y PJ
4. **Diferencia de cotas** entre pozos y conexiones superficiales → ¿Cuellos de ganso?
¿anclajes?
5. **Pozos de trabajo** → ¿pueden servir como cámaras definitivas?
6. **Materiales** para instalación de tubería definitiva (1 solo tubo):
 1. PHD: metálica, HDPE
 2. Auger Boring: GRP
 3. Microtúnel: CR y GRP



PRIMER CONGRESO ECUATORIANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



LA MANIJA DE LA RED MATRIZ DE ACUEDUCTO TIBITOC-CASABLANCA



LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Datos básicos del proyecto

El acueducto instalado mediante TSZ más largo del mundo

- Proyecto promovido por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
- 12.000m de red matriz de acueducto, 10.500 en pipe jacking
- Suministro de agua para 3.5 millones de habitantes
- Sobre la arteria de tráfico pesado urbano más importante del país
- Dos microtuneladoras trabajando simultáneamente, 24 pozos de trabajo
- DI 1500mm, 150psi de diseño en concreto reforzado
- 100% de tuberías y soldaduras testeadas en fábrica y en obra
- Tramos de hincado hasta 900m, mínima afectación a la ciudad

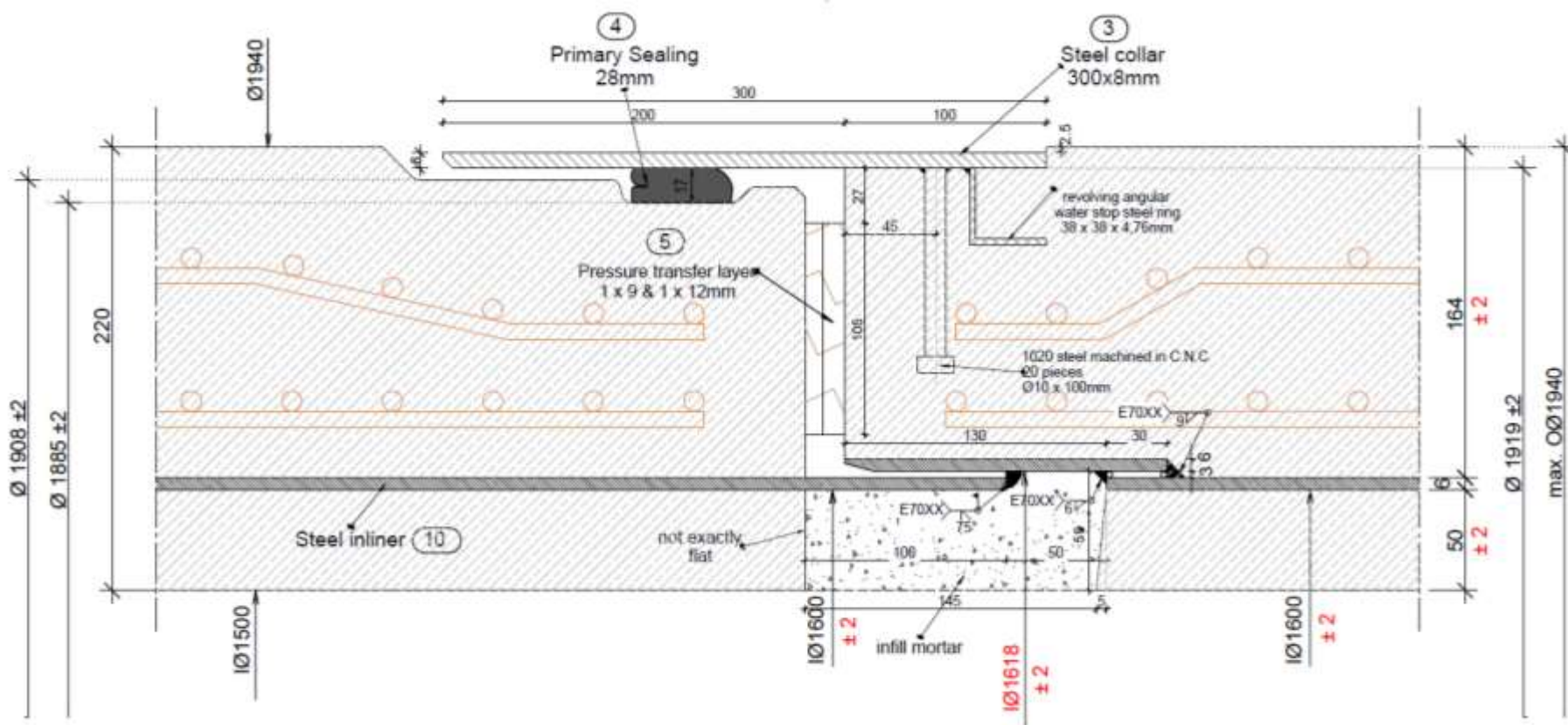




LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Particularidades técnicas específicas: **La tubería de hincado**



- Diseño específico
- Un solo tubo
- Junta soldada
- Lámina interna



LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Particularidades técnicas específicas: **La tubería de hincado**



Diseñador y fabricante	Gollwitzer (Alemania) & TITAN (Colombia)
DI / DE / Longitud (mm)	1500 / 1940 / 3000
Peso por tubo (ton)	9
Fuerza máx. de empuje (ton)	700
No. total de tubos fabricados	3.520
Volumen total de hormigón (m ³)	12.400
Peso total acero de refuerzo (ton)	1.700
Superficie de lámina interna (m ²)	51.000



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



LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Particularidades técnicas específicas: **La tubería de hincado**



No. de juntas soldadas	3.500
No. de puertos de inyección soldados	2.700
No. de estaciones intermedias soldadas	56
Soldadura total en fábrica (ML)	43.500
Soldadura total en obra (ML)	17.000
% de pruebas de inspección en campo	100%
% de pruebas de inspección en fábrica	100%
Presión de testeo	250psi



LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Particularidades técnicas específicas: **La tubería de hincado**



- Más del 95% de la tubería de hincado a nivel mundial no se diseña a presión
- 65% más de peso que una tubería de hincado para alcantarillado
- Cumplimiento de resoluciones para consumo humano
- Estudio de corrosión específico entre Colombia-USA-Alemania
- 100% unidades fabricadas e instaladas de forma exitosa



LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Particularidades técnicas específicas: **La ubicación**



COYUNTURA:

- Alto tránsito vehicular y ciclistas
- Gran cantidad de interferencias subterráneas
- Cercanía a estructuras, viviendas y puentes

DERIVA EN:

- Espacios de obra muy reducidos
- Dificultades logísticas durante operación
- Constante modificación de ubicación de pozos y trazados (rediseños)





LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Secuencia constructiva



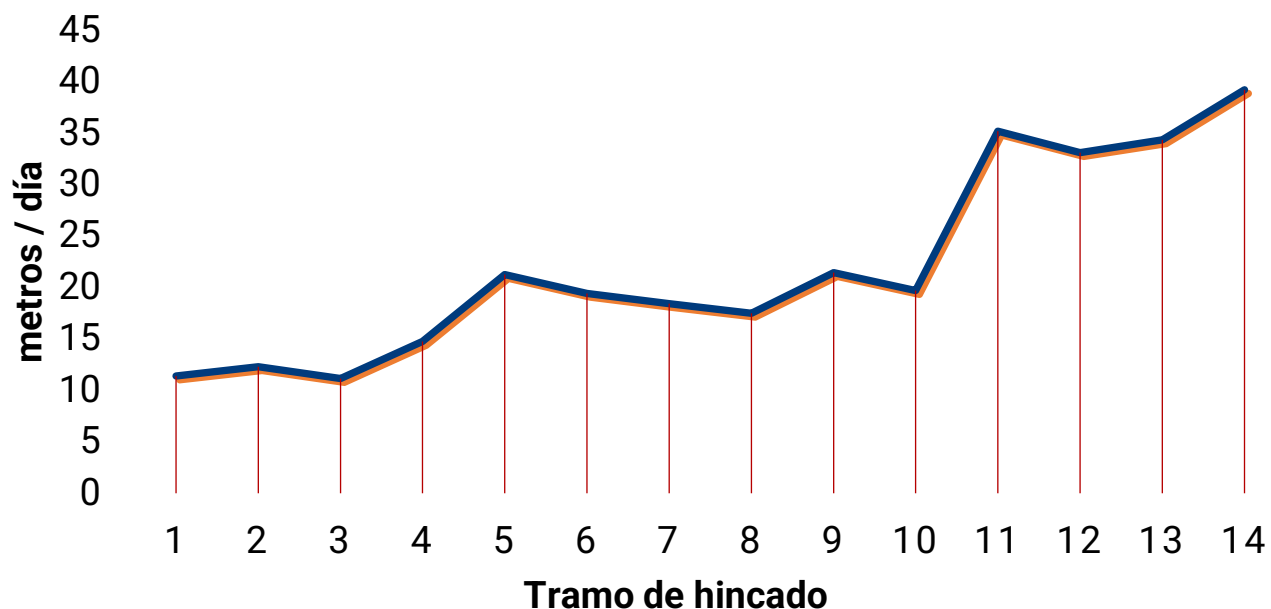


LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Datos temporales de ejecución

PROMEDIO DIARIO DE INSTALACIÓN



- 1 año de diseños (pandemia)
- 32 meses de construcción
- Rendimientos:
 - Inicial estimado = 14 m/día
 - Promedio total tras 7000m = 23.4 m/día
 - Últimos tramos = 32.1 m/día
 - Diario máx. = 60.5 m/día

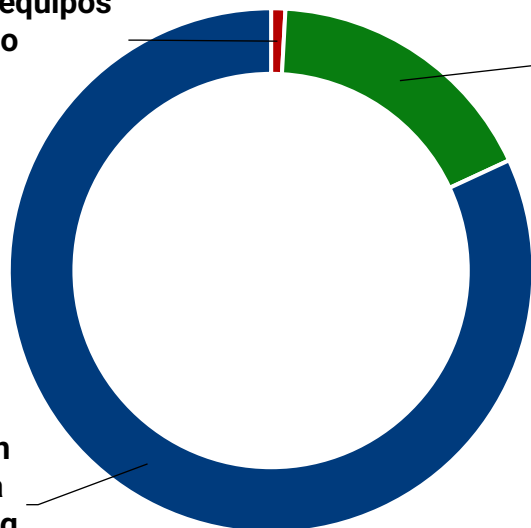


LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Huella de Carbono TSZ Vs ZA

Movilización de equipos al proyecto
1%



Construcción de pozos de trabajo
17%

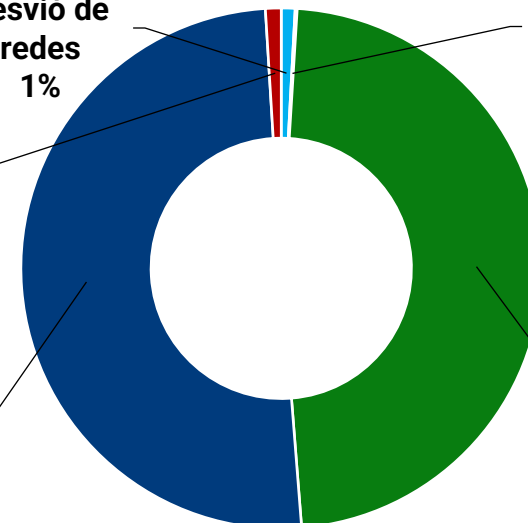
Instalación de tubería pipe jacking
82%

PIPE JACKING

Replanteo y desvío de redes
1%

Recuperación espacio público y asfalto
1%

Instalación de tubería y relleno
50%



Demolición carpeta asfáltica
0%

Excavación mecánica
48%

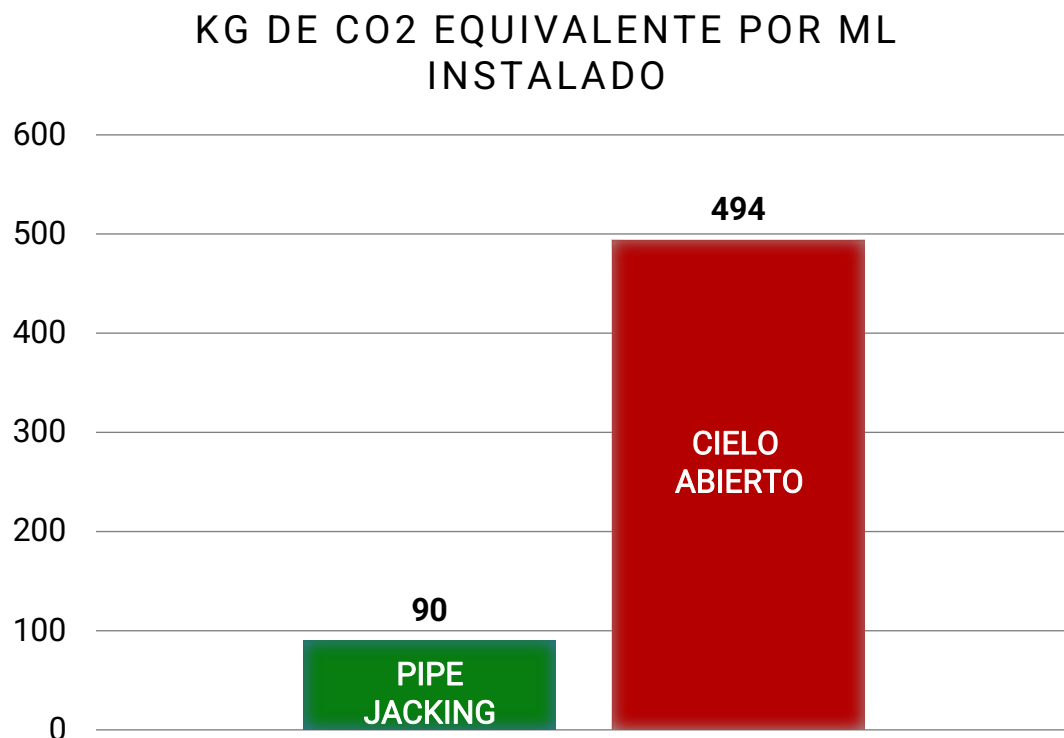
CIELO ABIERTO



LA MANIJA DE RED MATRIZ TIBITOC-CASABLANCA



Huella de Carbono TSZ Vs ZA



PIPE JACKING → 5 VECES MENOS EMISIÓN

Debido a:

- Equipos eléctricos
- Eficiencia de la maquinaria nueva y bien mantenida
- Volumen de excavación mucho menor, menos volquetas y transportes
- Rendimiento diario: 24 Vs 6 ML/día





GRACIAS

