

PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



AVANCES EN PERFORACIÓN LINE & GRADE



TITULO



TEMAS



Comparación de métodos en excavación sin zanja excavación

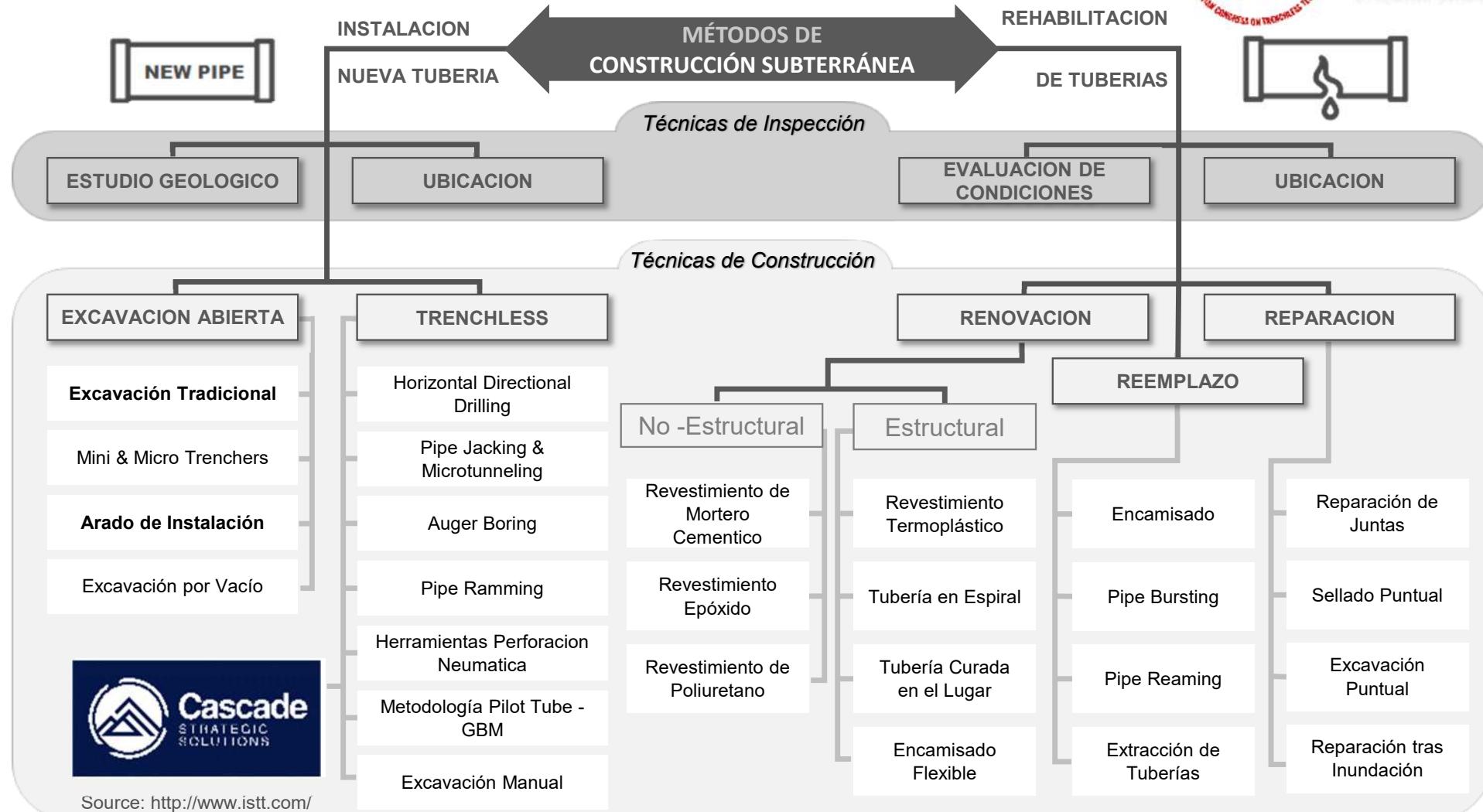
- Auger Boring
 - Visión general
 - Evolución del mercado
 - Nuevos avances:
 - Alta Inclinación
 - Conductor Barrel
 - Casing Compass
- Perforación guiada
 - Visión general
 - Nuevos avances
 - Tubo piloto en roca
 - Tubo piloto en suelos expansivos
 - Pipe ramming guiado
 - Perforación guiada con apoyo de HDD
- Casos de Estudio
- Conclusiones



©Southland Holdings 2021

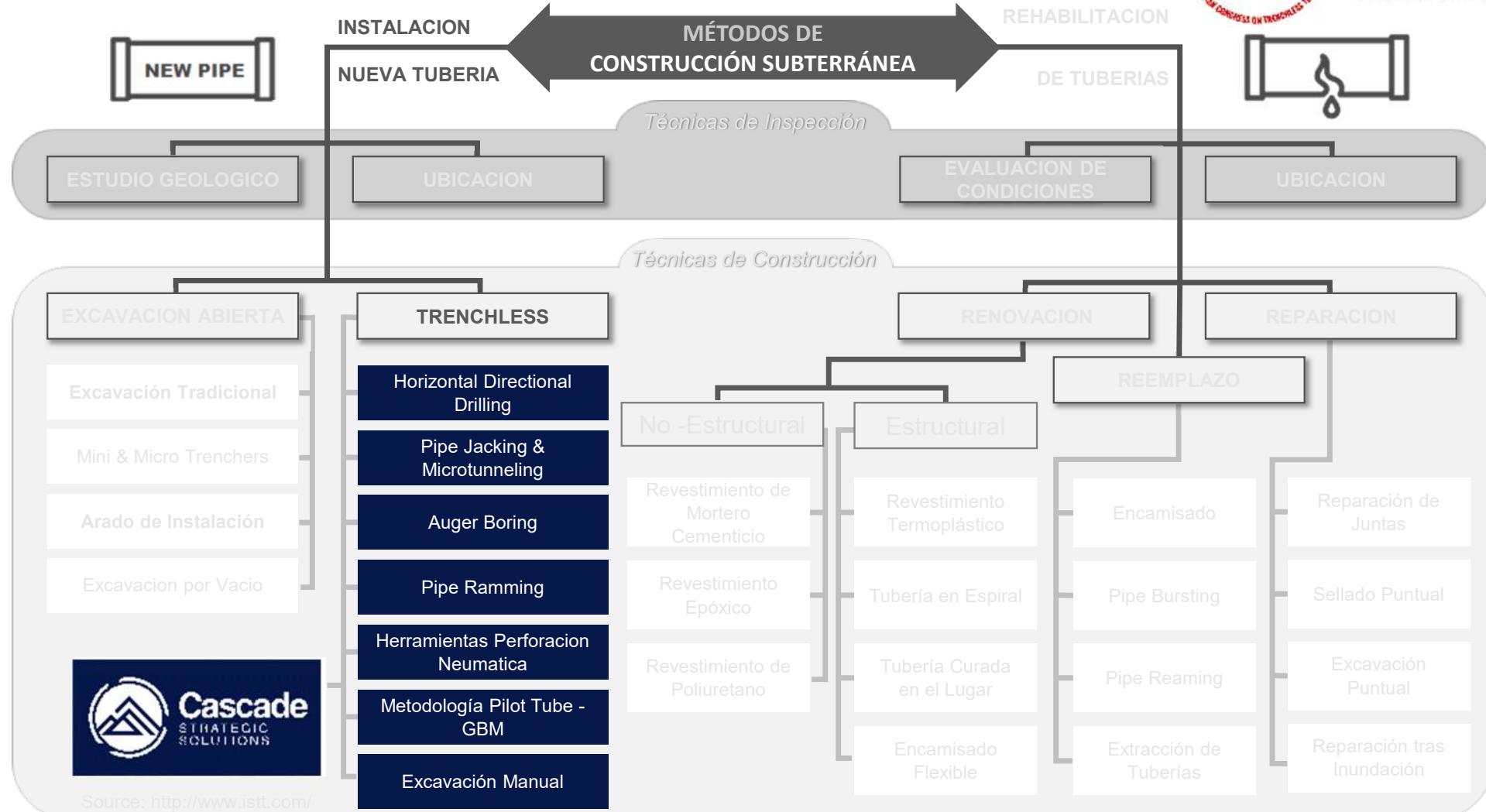


Métodos de Construcción Subterránea





Métodos de Construcción Subterránea





Selección del Método Adecuado



Factores Principales para la Selección de la Metodología

- Diámetro de la tubería
- Tipo / Material de producto que el tubo transporta
- Trayectoria de la perforación
 - Longitud
 - Profundidad
 - Forma
 - Requisitos de precisión
- Condiciones geológicas
- Condiciones del sitio
- Costo

Errores Comunes

- Sobre especificación
- Confiar solo en lo que ya se conoce
- No considerar el costo / valor real del riesgo
- Tomar decisiones basadas únicamente en el “precio inicial”
- Falta de comprensión de la relación entre la geología y la metodología



Longitud, Diámetro y Geología



	Método de Excavación	Longitud	Diámetro	Geología
Excavación Abierta	Mechanical Trenching	Unlimited	3 in- 7ft 50 mm - 1850 mm	Hard Pack to ~18K PSI
	Open cut & Cut and cover	Unlimited Typically shorter runs	Unlimited Typically 12-20'	Softer ground
Trenchless	Pipe Ramming	50 ft - 300 ft 15 m - 90 m	12 in - 120 in 305 mm - 3000 mm	Soft ground to rock
	ABM	50 ft - 500 ft 15 m - 150 m	8 in - 96 in 200 mm - 2400 mm	Up to 20K PSI: Typically <10K PSI
	Guided ABM	50 ft - 500 ft 15 m - 150 m	4 in - 96 in 100 mm - 2400 mm	Up to 20K PSI: Typically <10K PSI
	HDD Rigs	10 ft to - 1,000 ft 3 m - 300 m	3 in to 30 in 76 mm - 760 mm	Clay, non-cohesive sand, silt
	Maxi HDD Rigs	300 ft to 10,000 90 m - 3000m	8 in to 60 in 200 mm - 1500 mm	Up to 20K PSI: Typically <8K PSI
Tunelización	MTBM	200 ft - 3000 ft 60 m - 900 m	36 in - 120 in 900 mm - 3000 mm	soft ground, high water content
	SBU	200 ft - 3000 ft 60 m - 900 m	36 in - 120 in 900 mm - 3000 mm	consolidated or rock
	TBM	2 miles - 3.2 km 23 miles - 37 km	6 ft - 57,8 ft 1.8 m - 17.6 m	consolidated or rock
	EPB TBM	2 miles - 3.2 km 23 miles - 37 km	6 ft - 57,8 ft 1.8 m - 17.6 m	soft ground, high water content
	D&B	N/A	8 ft - 100 ft 2.4 m - 30 m	consolidated or rock



Comparación de Costos



Legend:

Commonly seen and done.	Less common, but plausible.	Rarely to never seen or done.
-------------------------	-----------------------------	-------------------------------

Soft and Medium Ground: Soils, clays, and full-faced rocks with UCS<15 KSI (100 MPa).

Moderately Hard Rock: Full-faced rock with UCS>15 KSI (100 MPa).

Cost comparison of trench and trenchless techniques at multiple diameters in various types of ground.

Carrier Pipe Diameter (in)	Soft and Medium Ground						Moderately Hard Rock (>15 kpi)					
	Open Cut – Raw (\$/lf)	Open Cut – Total (\$/lf)*	Horizontal Directional Drilling (\$/lf)	Bore and Jack / Auger (\$/lf)	Microtunne ling (\$/lf)	Pipe Jacking (\$/lf)	Open Cut – Raw (\$/lf)	Open Cut – Total (\$/lf)*	Horizontal Directional Drilling (\$/lf)	Bore and Jack / Auger (\$/lf)	Microtunne ling (\$/lf)**	Pipe Jacking (\$/lf)
8	200	357	120	615	1025	-	400	714	900	1230	2050	-
10	208	365	150	625	1035	-	416	730	1125	1250	2070	-
12	224	381	180	630	1040	-	448	762	1350	1260	2080	-
15	260	417	225	655	1060	-	520	834	1687	1310	2120	-
18	305	462	270	670	1025	-	610	924	2025	1240	2050	-
21	350	507	315	720	1030	-	700	1014	2362	1440	2060	-
24	405	562	360	795	1060	-	810	1124	2700	1590	2120	-
27	441	598	405	845	1125	-	882	1196	3645	1690	2250	-
30	495	652	450	890	1155	-	990	1304	3375	1780	2310	-
33	502	659	495	945	1240	-	1004	1318	3712	1890	2480	-
36	517	674	540	1040	1335	305	1034	1348	4050	2080	2670	-
39	545	702	585	1105	1470	345	1090	1404	4387	2210	2940	-
42	587	744	630	1165	1700	380	1174	1488	4725	2230	3400	-

*Includes cost of traffic control (\$45/lf), pavement restoration (\$100/lf), and revegetation (\$12/lf)

**Bores of this size do not allow for face access, so they are not recommended because discs cannot be replaced without extracting the entire machine. Shorter drives are OK.

***Bore and jack is affordable in hard rock up to about 25,000 psi rock at which point it becomes entirely unfeasible.



AUGER BORING - ABM



PERFORACION HORIZONTAL AUGER BORING





AUGER BORING - ABM



Los Diferentes Nombres de Auger Boring

ABM –
Metodología
Auger Boring

HAB – Horizontal
Auger Boring

JACK & BORE

HEB – Perforación
Horizontal del
Suelo

AUGER BORING
DE VIAS O
CARRETERAS

PIPE JACKING

PERFORACION DE
PASO UNICO



Auger Boring



Diámetros: 4 – 96 in OD / 200mm – 2400mm OD

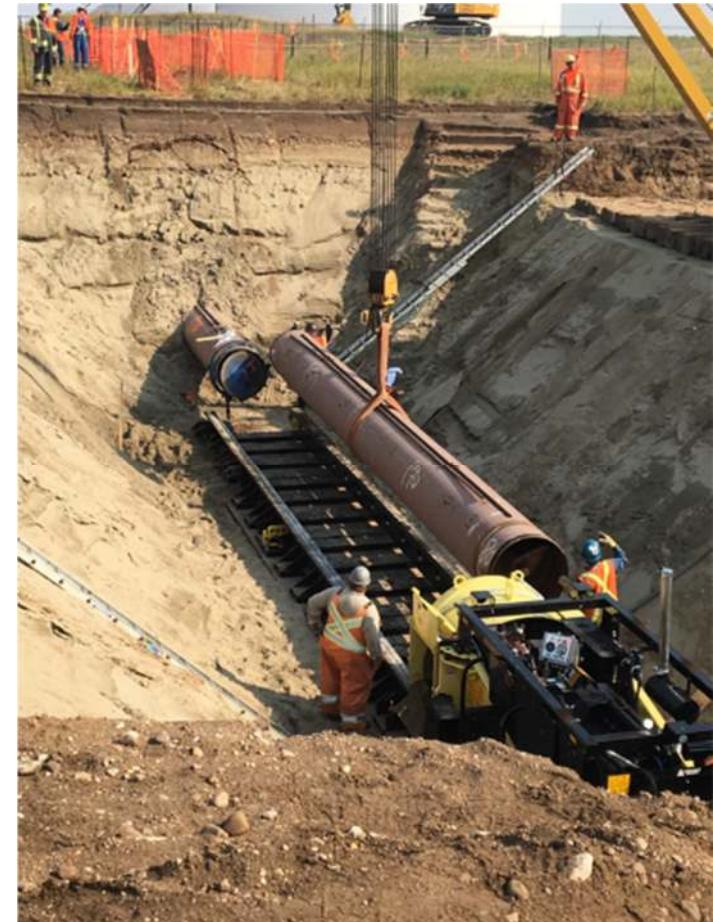
Longitudes de Empuje: 500 lf.+ / 150m+

Geologías Aceptables: Amplio rango que incluye arcillas suaves a rígidas, limos, arenas, roca, suelos orgánicos (“potato dirt”), aluviales y depósito glacial.

Desafíos Geológicos: gravas, cantos rodados, agua subterránea

Ventajas:

- Un único cruce
- Huella de instalación más corta que HDD
- Menor costo de equipo
- Generalmente menor costo por metro en diámetros grandes
- Mayor capacidad para mantener una pendiente constante
- Ideal para tramos cortos de gran diámetro
- Asentamiento superficial reducido





AUGER BORING - ABM



Descripción General **HORIZONTAL AUGER BORING**

- ❖ Ideal para perforaciones con control de línea y pendiente (Line & Grade)
- ❖ Perforación de paso único, con asentamiento mínimo
- ❖ Opera en una amplia variedad de condiciones geológicas
- ❖ Los cabezales de corte se seleccionan según la geología esperada
- ❖ Tamaños estándar de máquinas:
 - 24"/600mm; 36"/900mm; 48"/1200mm; 60"/1500mm; 72'/1850mm
- ❖ El tamaño de la máquina se determina según: Diámetro de la perforación, Longitud del tramo y condiciones geológicas
- ❖ Pozo de lanzamiento y Pozo de recepción requeridos





Consideraciones del Proyecto

- ❖ ¿Cuántas perforaciones tiene el proyecto?
- ❖ ¿Cuál es la perforación más larga?
- ❖ ¿Cuáles son las condiciones geológicas? ¿Son constantes o cambian de manera drástica?
- ❖ ¿Qué tamaño de tubería se va a instalar?
- ❖ ¿Debajo de qué pasarán las perforaciones?
 - Las perforaciones bajo vías férreas son más críticas que las bajo carreteras.
- ❖ ¿Qué pendiente (grade) deben tener las perforaciones?
 - El estándar es 2-6 grados.
- ❖ ¿Qué longitud tienen las secciones de camisas de sacrificio que se van a instalar?
 - Debe considerarse el sistema de acople de la camisa, los adaptadores tipo saddle, así como los augers y casing .
- ❖ ¿Qué tipo de pozo de perforación se utilizará?
- ❖ ¿Cuál es la cobertura del terreno (overburden)?
- ❖ ¿Existen restricciones para la perforación? ¿Qué tan crítica es la precisión de la perforación?



AUGER BORING - ABM



Actualizaciones del Mercado

- American Augers, el proveedor líder mundial de máquinas de auger boring , ha vendido su división de máquinas de auger boring a Michael Byrne Manufacturing.
- Vermeer vendió la división de Auger Boring a Bortc (US).
- Barbco no esta vendiendo directamente al cliente final. Únicamente esta comercializando sus maquinas por medio de dos proveedores ubicados en Estados Unidos
- Los aranceles están generando incertidumbre en la cadena de suministro
 - Actualmente están siendo impugnados legalmente en las cortes de Estados Unidos
 - Lo más probable es que sean revertidos por la próxima administración





AUGER BORING - ABM



Nuevas Innovaciones

High Angle ABMs

Anteriormente, las máquinas de Auger Boring operaban en un rango de 0 a 6 grados de inclinación.

Gracias a los avances en el diseño de los rieles (tracks), los sistemas de frenado y diversas modificaciones en los motores, hoy existen máquinas especiales capaces de operar con inclinaciones de hasta 15 grados.





AUGER BORING - ABM



Conductor Barrel Installations

Para evitar fracturas de fluido (frac-outs) en operaciones de HDD dentro de zonas ambientalmente sensibles, algunos proyectos están exigiendo que los contratistas instalen una camisa en suelos de cantos rodados (cobble) u otros suelos sueltos.

Luego, el varillaje de perforación (drill string) se introduce a través del barril (conductor barrel) y se inicia la perforación únicamente cuando se alcanza suelo firme.

Nuevas Innovaciones



Con la llegada de las capacidades de auger boring en alta inclinación, algunos contratistas están utilizando máquinas ABM para limpiar los conductor barrels después de haber sido hincados en su posición.





AUGER BORING - ABM



Nuevas Innovaciones

The Casing Compass

- Reemplaza el nivel de agua
- Referencia en vivo: no es necesario retirar el auger para verificar la alineación
- Sensor de pendiente: seguimiento en tiempo real de la pendiente de la camisa durante toda la perforación
- Giro de la camisa: indicador en tiempo real del giro de la junta de avance (lead joint)





AUGER BORING - ABM



Nuevas Innovaciones

The Casing Compass

Permite tolerancias más estrictas en
múltiples perforaciones



También puede emplearse con pipe ramming

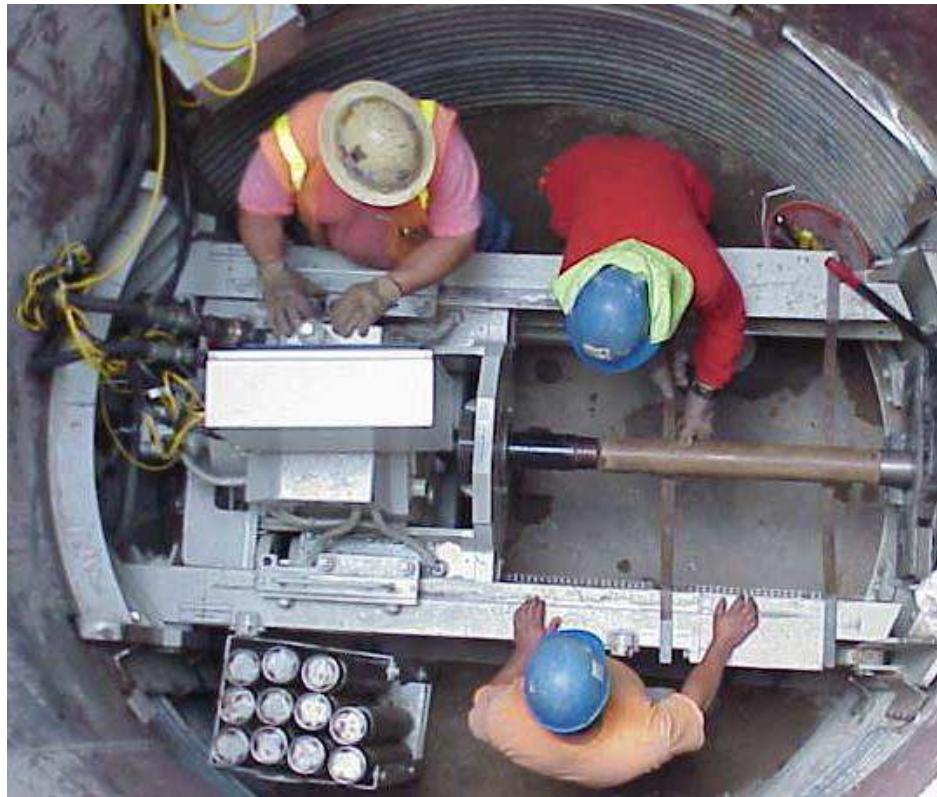




PILOT TUBE - GBM



Perforación Guiada (Guided Boring)





PILOT TUBE - GBM



Los Muchos Nombres de la Perforación Guiada (Guided Boring)

GBM – Guided
Boring Method

PTGB – Pilot
Tube Guided
Boring

PTGAB- Pilot
Tube Guided
Auger Boring

GAB – Guided
Auger Boring

PTM – Pilot
Tube Method

Método de
Tres Pasadas;
GBM

PTMT – Pilot
Tube
Microtunneling



PILOT TUBE - GBM



Diámetros: 4-48in OD / 100mm – 1200mm

Longitudes de Empuje: 400-lf.+ / 150m+

Geologías Aceptables: Amplio rango que incluye arcillas suaves a rígidas, limos, arenas y roca (nueva aplicación).

Desafíos Geológicos: Gravas, cantos rodados (cobbles), presencia de agua subterránea.

Ventajas: ABM = 1% Precisión vs GBM 6mm (1/4") in 120m (400')

Tipos Comunes de Tubería:

Barro vitrificado (Vitrified Clay)

Concreto reforzado

FRP/GRP

Polycrete

Camisa de acero (Steel casing)

PVC (método pullback)

HDPE (pullback)

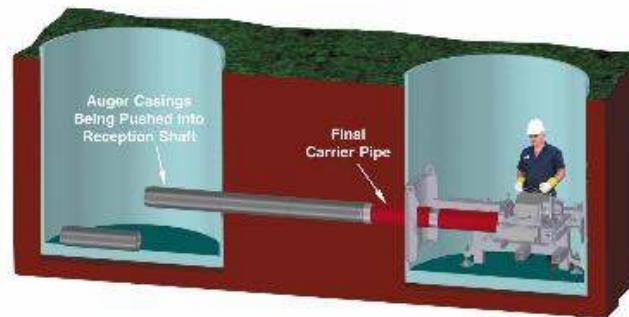
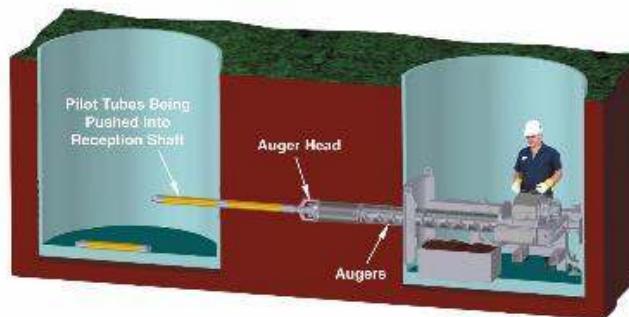
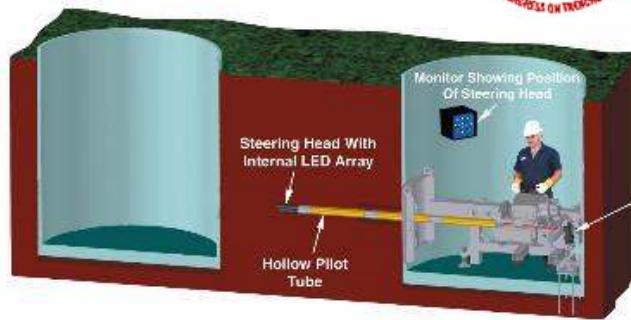
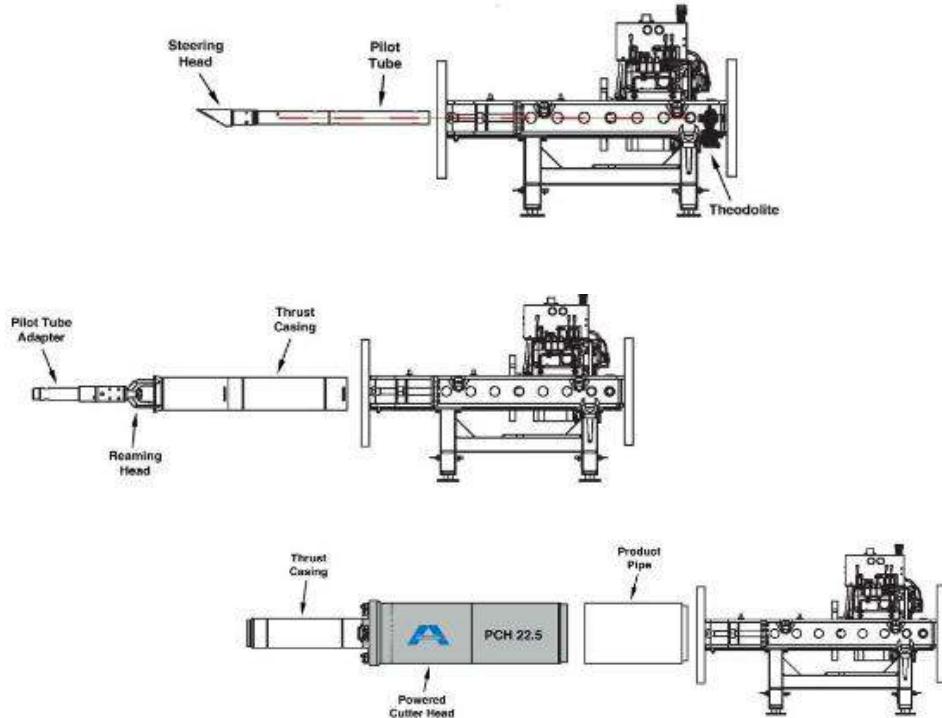




GBM – Method overview



Perforación Guiada (Guided Boring) Proceso de Tres o Cuatro Etapas





GBM – Method overview



Perforación Guiada (Guided Boring)
Proceso de Tres o Cuatro Etapas





GBM - Advancements



Instalación de Tubo Piloto en Roca

Auger Boring Guided:
Instalación de Tubos Piloto en Roca o en Geologías con > 40 Golpes por Pie (SPT "N") o hasta 12.000 PSI

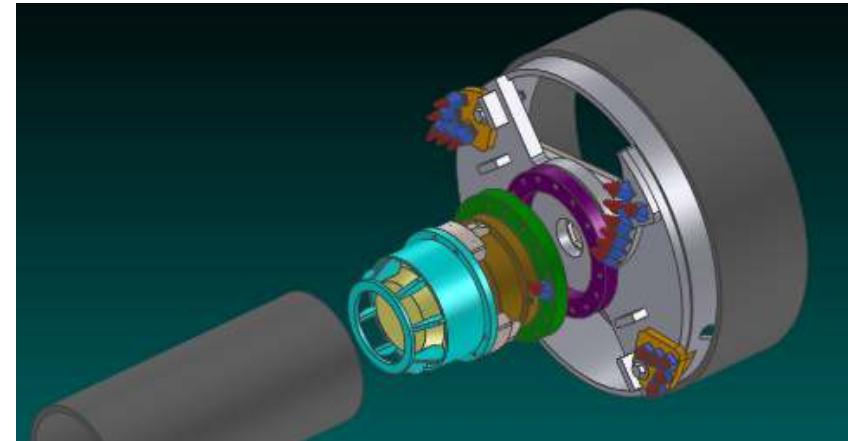




GBM - Avances



Instalación de Tubo Piloto en Arcillas Expansivas y Suelos Colapsable



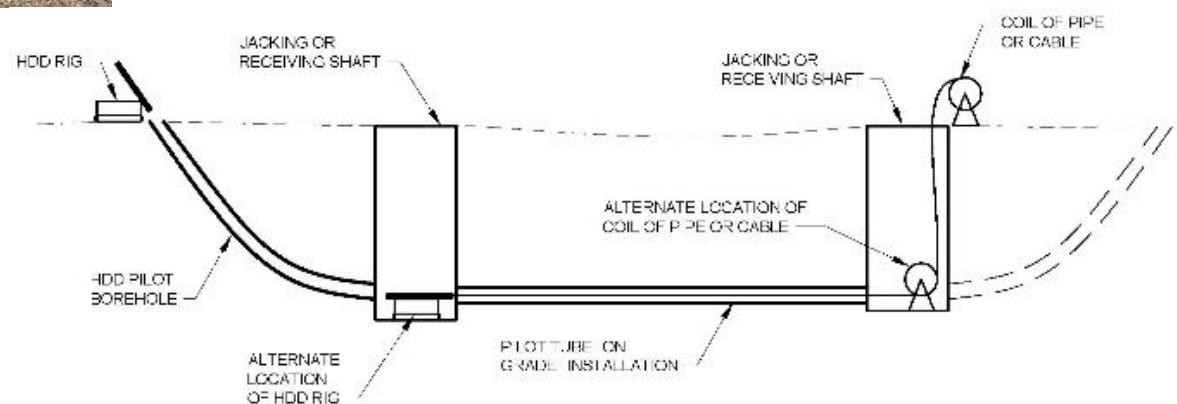
GBM - Avances



Pipe Ramming Guiado



Perforación Guiada: Asistencia con HDD (HDD Assist)





Caso de Estudio – Auger Boring de Alta Inclinación



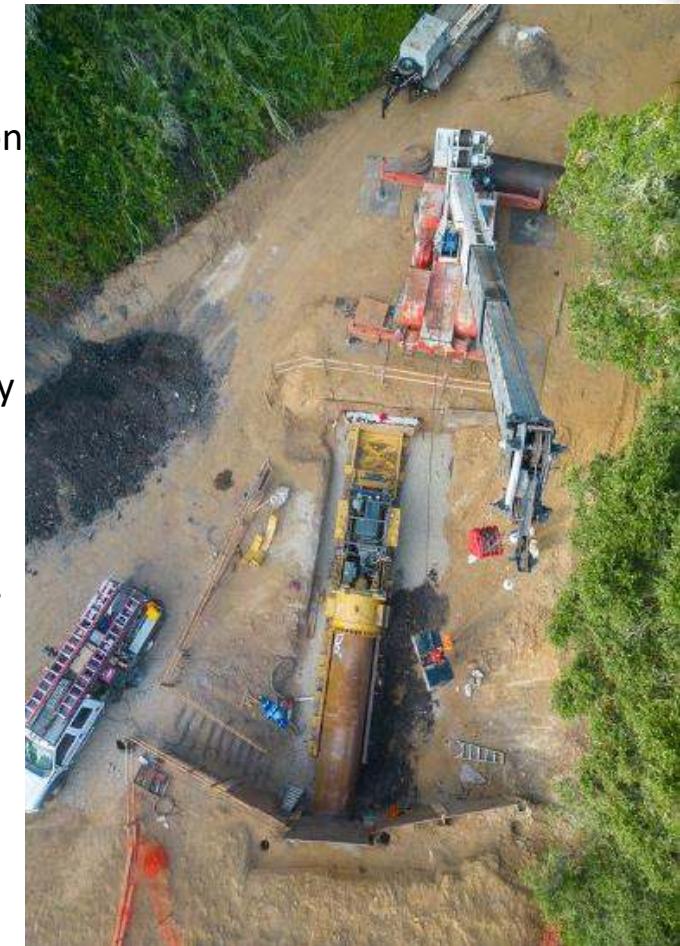
CALIFORNIA CALTRANS

Contexto: Años de sequía e incendios forestales devastaron la estructura del suelo que estabilizaba la zona. Posteriormente, 406 mm de lluvia en solo dos días arrasaron una gran sección de la autopista, dejando completamente aisladas a dos comunidades.

Desafío civil: La restauración de emergencia de la vía requería instalar 80 m de una camisa de 1500 mm con una inclinación del 15%. Además, el sitio de trabajo era muy estrecho, con poco espacio para equipos y para la gestión del material excavado (spoils).

Solución: Una ABM personalizada equipada con: Riel de cremallera (gear rack track). Combinación de motor hidráulico y caja de engranajes (motor/gearbox). Conexión estriada (splined connection) en el piñón de accionamiento, permitió ejecutar la perforación con la inclinación requerida y en las condiciones restrictivas del sitio.

Resultados: Se mantuvo una inclinación del 15% mientras se realizaron múltiples arranques y detenciones para retirar grandes rocas durante la perforación, sin presentar deslizamientos.





Caso de Estudio – Auger Boring de Alta Inclinación



Reparación de vía férrea de mas de 175 Años de antigüedad

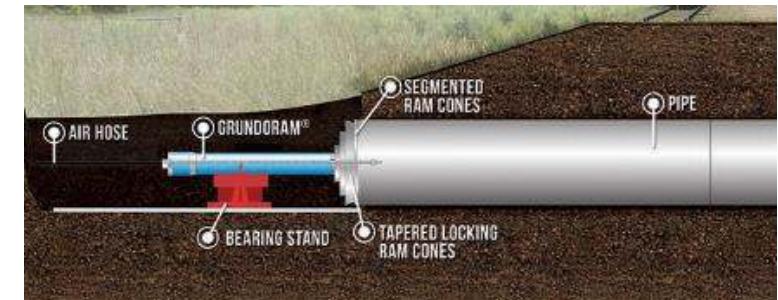
Contexto: Una tubería de ladrillo que estaba fallando, estaba provocando deficiente drenaje bajo unas vías férreas construidas a mediados de 1800, generando problemas para la línea activa.

Desafío civil: Las porciones aguas arriba y aguas abajo de la tubería de drenaje estaban bajo el agua.

La vía se encuentra en una zona pantanosa, con malas condiciones del suelo, y había sido removida y reemplazada varias veces durante la Guerra Civil. No existía documentación de infraestructura subterránea.

Solución: Se instalaron sistemas de censado para monitorear tanto el asentamiento de la vía férrea como la alineación de la perforación.

Resultados: El Casing Compass pudo: 1) Mantener la alineación a través de suelos licuados e inestables, 2) Proporcionar detección temprana de obstáculos, y 3) Mantener con precisión la trayectoria crítica necesaria para no afectar la vía férrea activa.



Preguntas?

- Debido al tiempo adicional requerido para la traducción de esta presentación, muchos detalles fueron omitidos. Si desea más información sobre cualquiera de estos proyectos o una descripción detallada de los casos de estudio, por favor contáctenos y con gusto se la proporcionaremos.

Craig Allan

craig@cascadepartner.com

WhatsApp: +1-206-963-6447

Luciano Rodriguez

luciano@cascadepartner.com

WhatsApp: +57-320-267-2438



www.cascadepartner.com