

# PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



**TECNOLOGÍAS SIN ZANJA: UNA REALIDAD  
PARA CONSTRUIR SIN ROMPER. SELECCIÓN Y  
ASPECTOS CLAVES PARA LA  
ESTRUCTURACIÓN Y DISEÑO**



**Cada día, cientos de metros de tuberías se instalan en el mundo sin que nadie lo note... gracias a tecnologías que han revolucionado la instalación de servicios enterrados. Lo que hace unos años parecía un recurso escaso y difícilmente alcanzable en la Región, hoy es una herramienta imprescindible: Las 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)
- GERENTE DE YDN MICROTUNNELING
- ASESOR EN TECNOLOGÍAS SIN ZANJA Y GEOTECNIA EN PROYECTOS INTERNACIONALES
- >74.000m DE TUBERÍAS MEDIANTE TECNOLOGÍA SIN ZANJA COMO CONTRATISTA Y CONSULTOR EN 9 PAÍSES DISTINTOS



# CONTENIDO



- 1. Disponibilidad y desarrollo** de las tecnologías en América Latina
- 2. Definición** de las principales tecnologías
- 3. Aspectos claves para el diseño** y toma de decisión para la selección

# PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



Disponibilidad y desarrollo de las  
tecnologías en América Latina



# DESARROLLO REGIONAL Y DISPONIBILIDAD DE LAS TSZ



Países con **uso frecuente y sostenido** de TSZ y **amplia oferta** de contratistas especialistas en TSZ

Países con un **futuro cercano de uso extendido** de las TSZ



# DESARROLLO REGIONAL Y DISPONIBILIDAD DE LAS TSZ



## Tecnologías extendidas y know-how afianzado en la Región



Fuente: Catalana de Perforacions

### PHD o HDD



Fuente: Midwest Mole

### AUGER BORING TRADICIONAL



Fuente: Allen Watson

### PIPE RAMMING



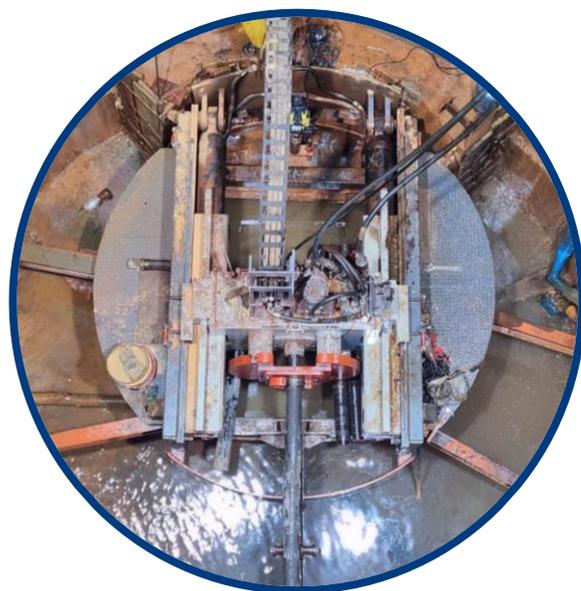
### PIPE JACKING



# DESARROLLO REGIONAL Y DISPONIBILIDAD DE LAS TSZ



## Tecnologías emergentes con cierto uso actual



**AUGER BORING  
GUIADO**



**PILOT PULL-  
BACK**



**DIRECT PIPE**

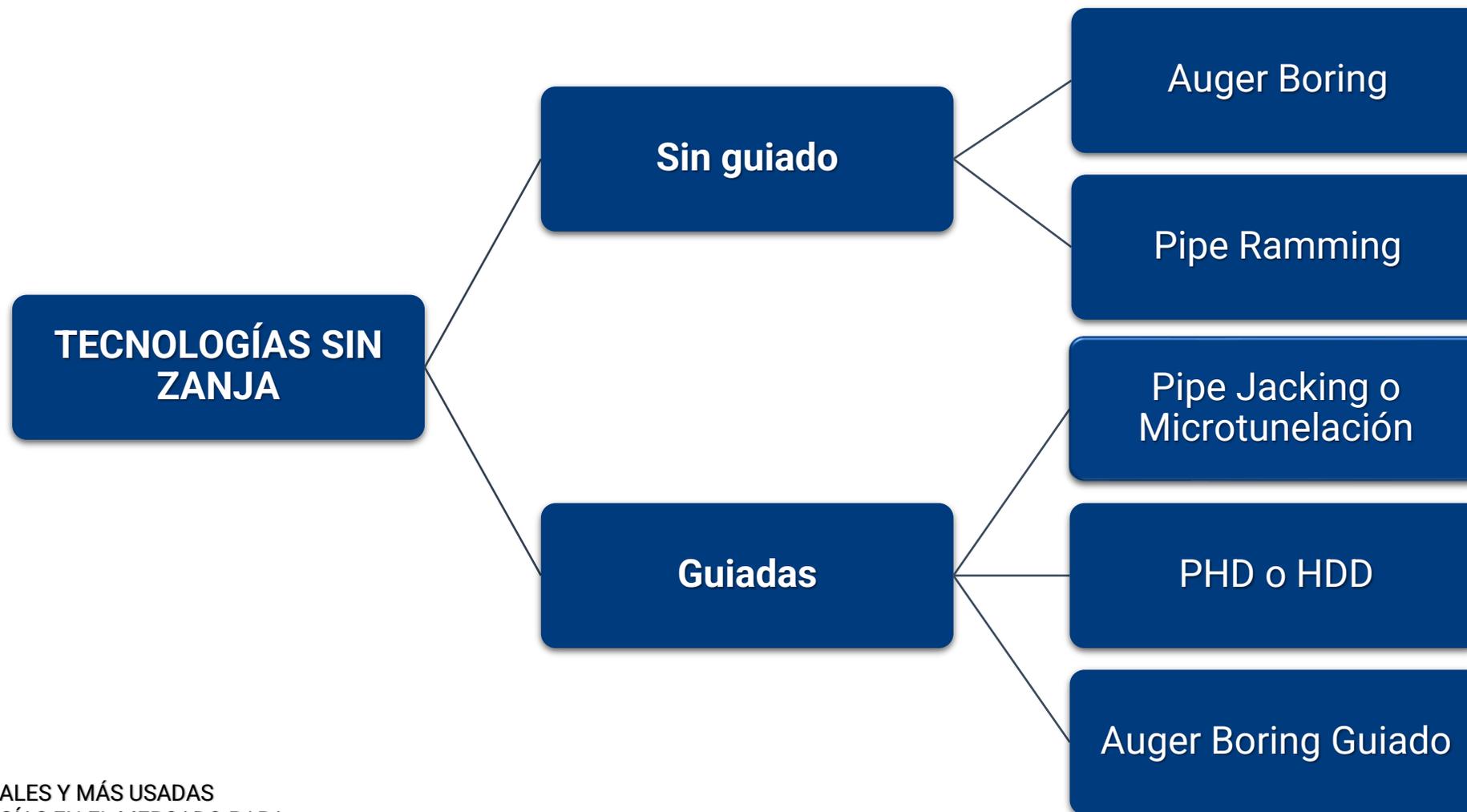
# PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



Definición de las principales tecnologías



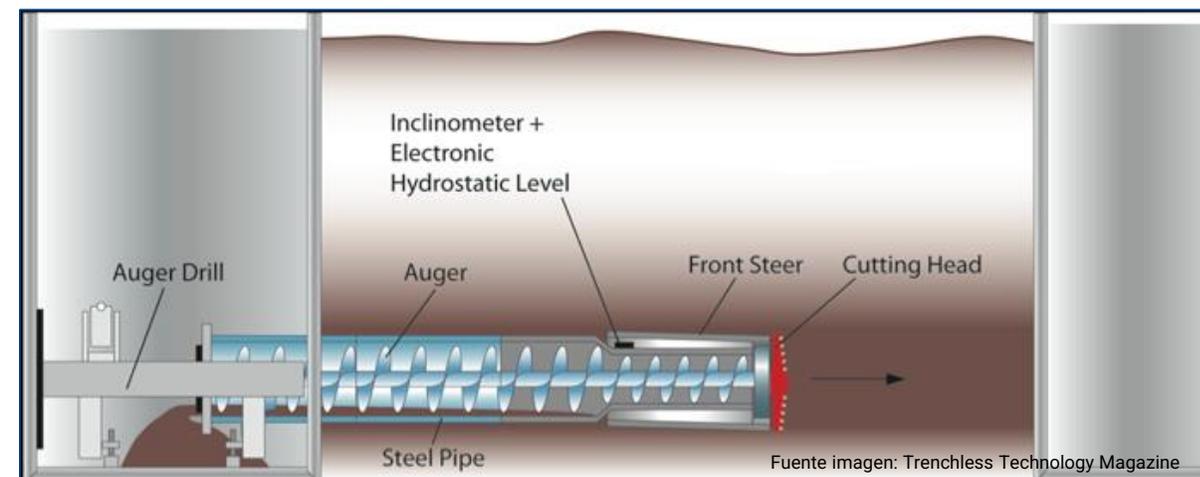
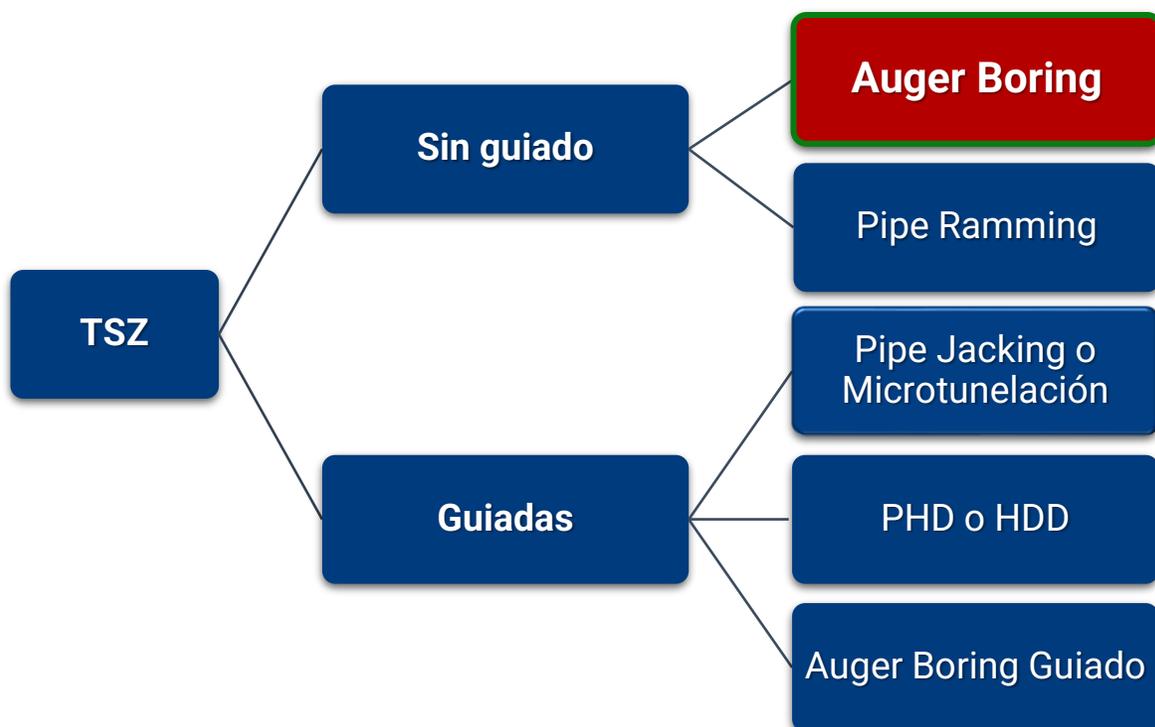
# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



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



# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



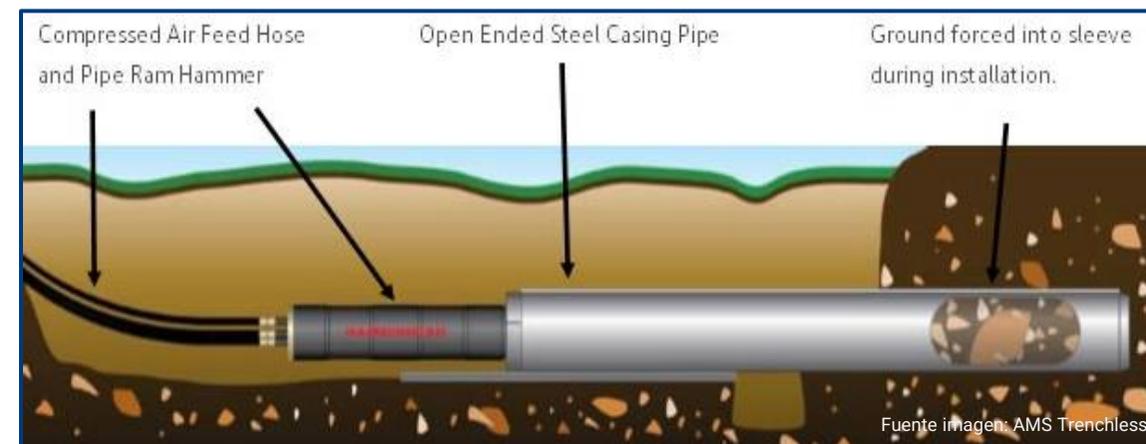
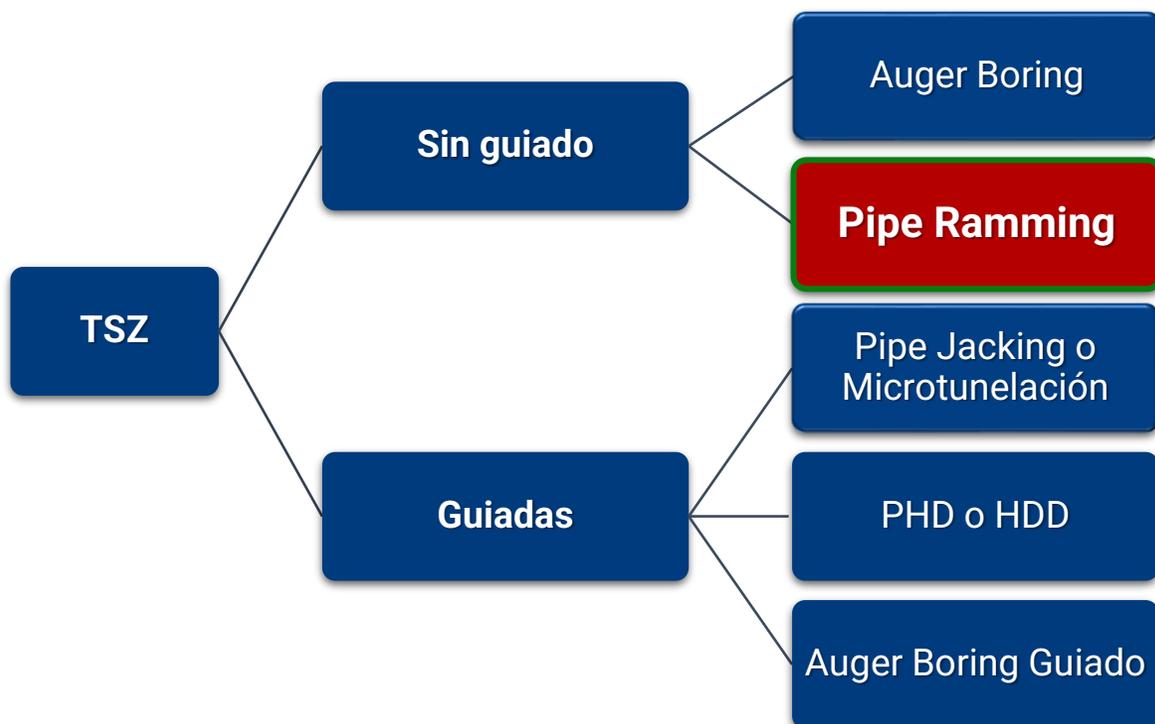
INSTALACIÓN DE UNA CAMISA METÁLICA MEDIANTE EMPUJE HORIZONTAL

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

NORMALMENTE INSTALACIÓN DEL TUBO DEFINITIVO AL INTERIOR DE LA CAMISA



# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



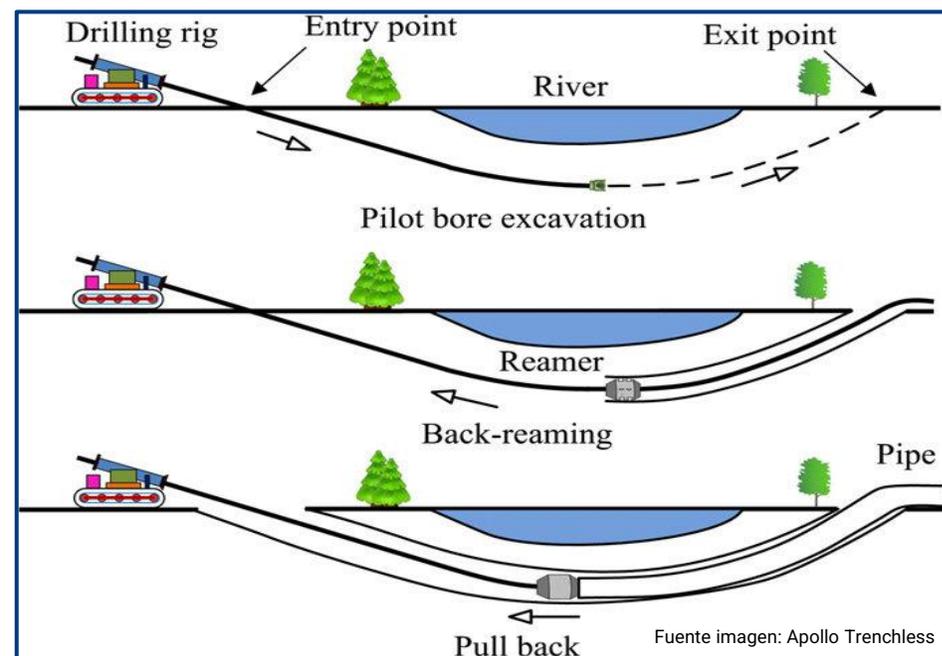
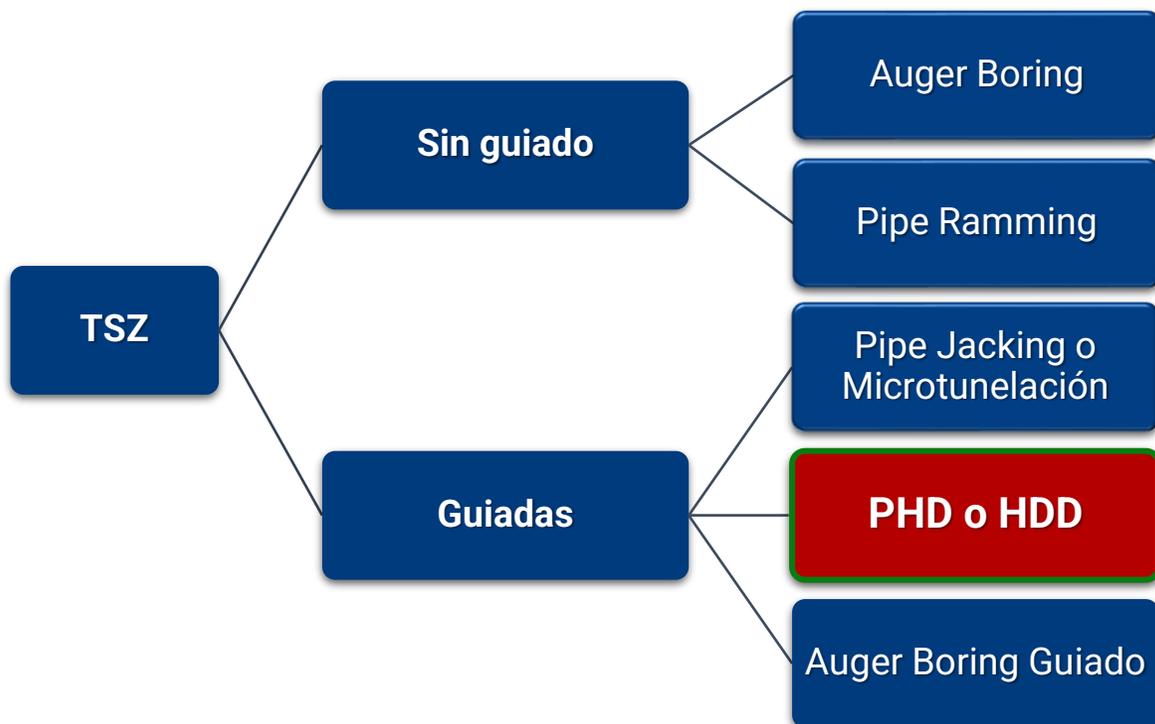
INSTALACIÓN DE UNA CAMISA METÁLICA MEDIANTE EMPUJE HORIZONTAL NEUMÁTICO (rammer)

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

INSTALACIÓN DEL TUBO DEFINITIVO AL INTERIOR DE LA CAMISA



# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



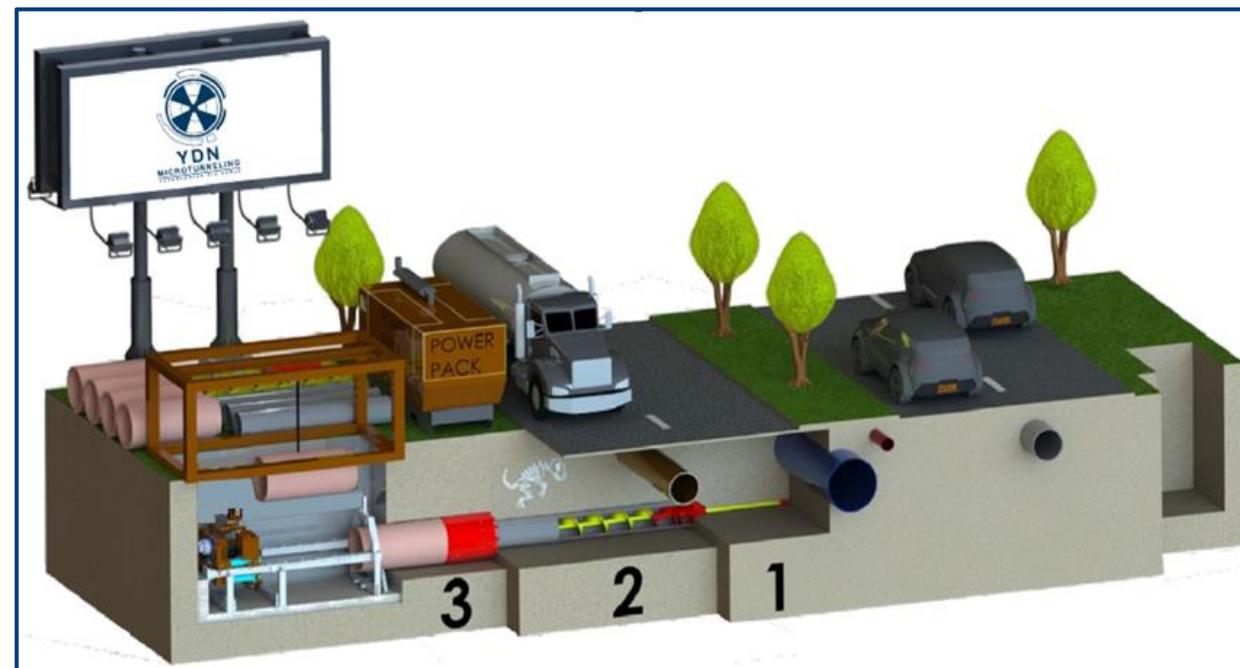
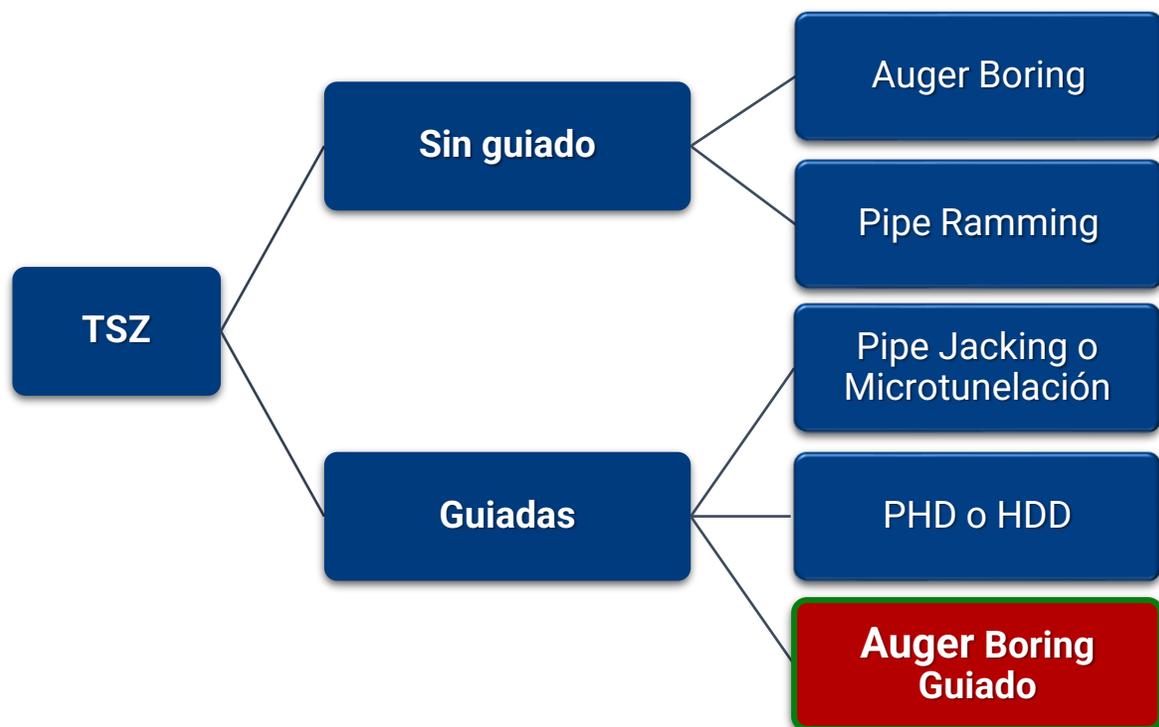
EXCAVACIÓN INICIAL GUIADA DE PEQUEÑO DIÁMETRO EN FORMA DE "SIFÓN", *SIN POZOS*

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



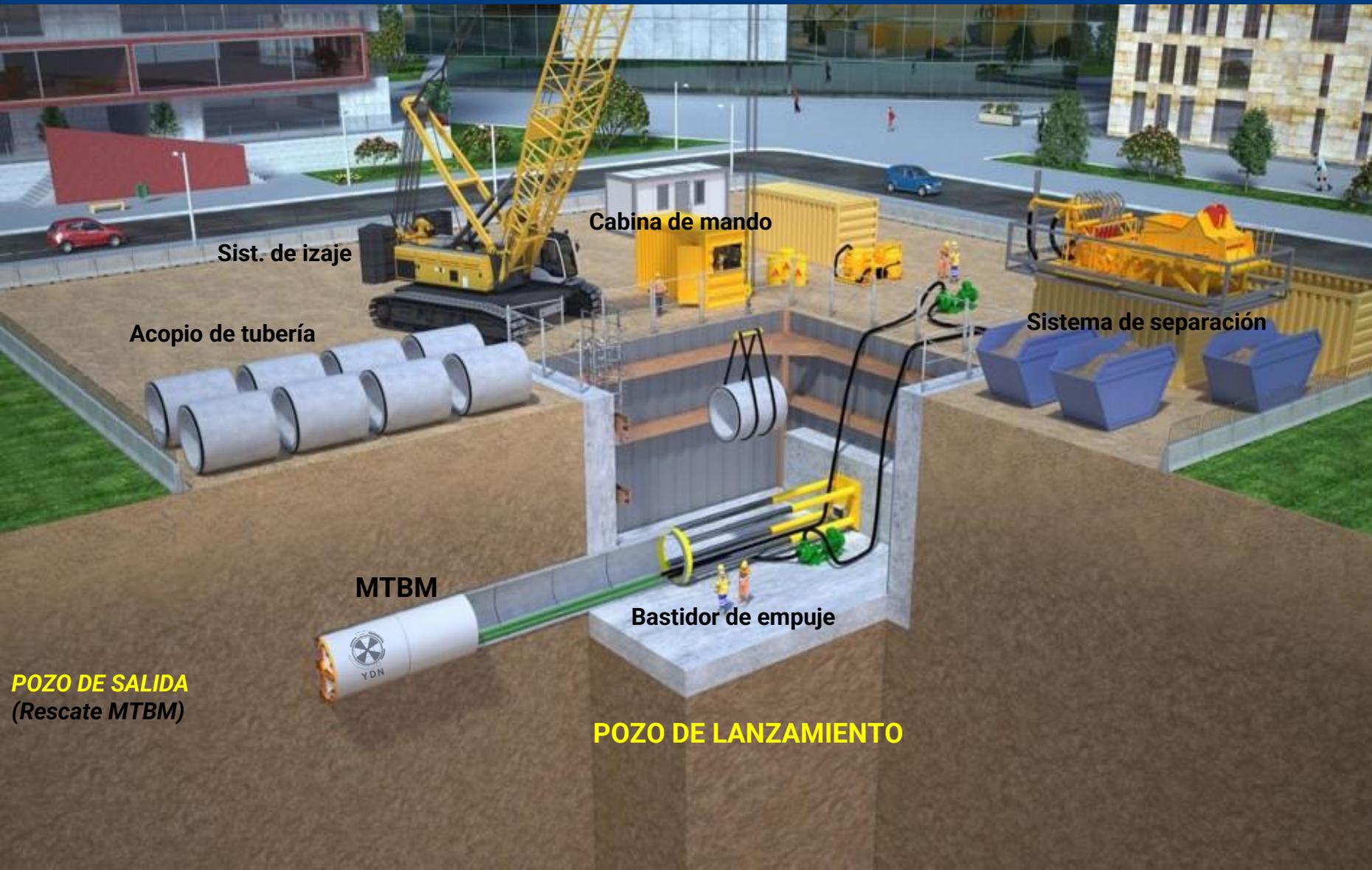
# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



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



# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



## PIPE JACKING O MICROTUNELACIÓN

**EXCAVACIÓN = AVANCE =  
INSTALACIÓN**

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

**PRECISIÓN MILIMÉTRICA**

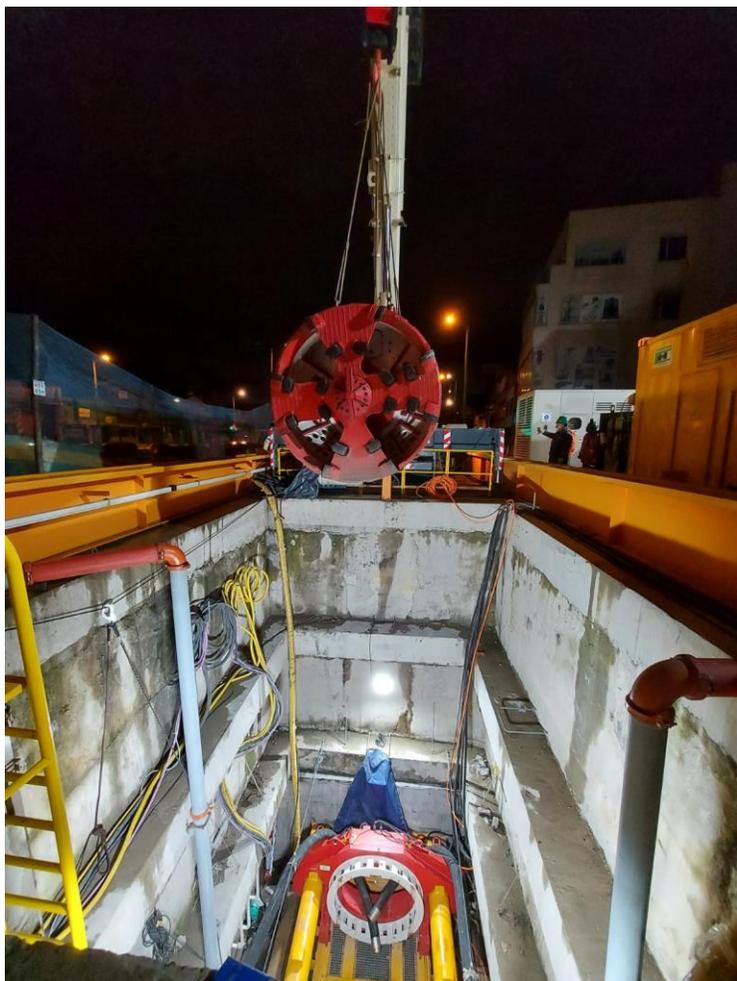
**LARGOS TRAMOS Y  
VARIABILIDAD DE  
DIÁMETROS**



# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



## LANZAMIENTO DE LA MICROTUNELADORA







# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



## SECUENCIA DE AVANCE DE INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

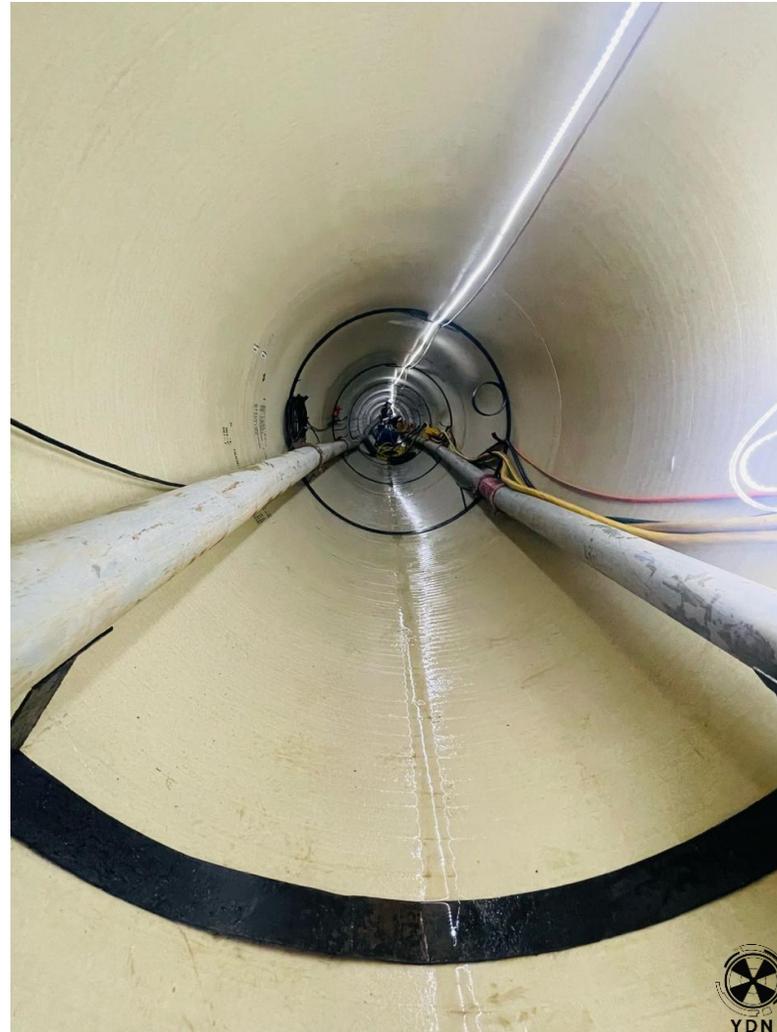
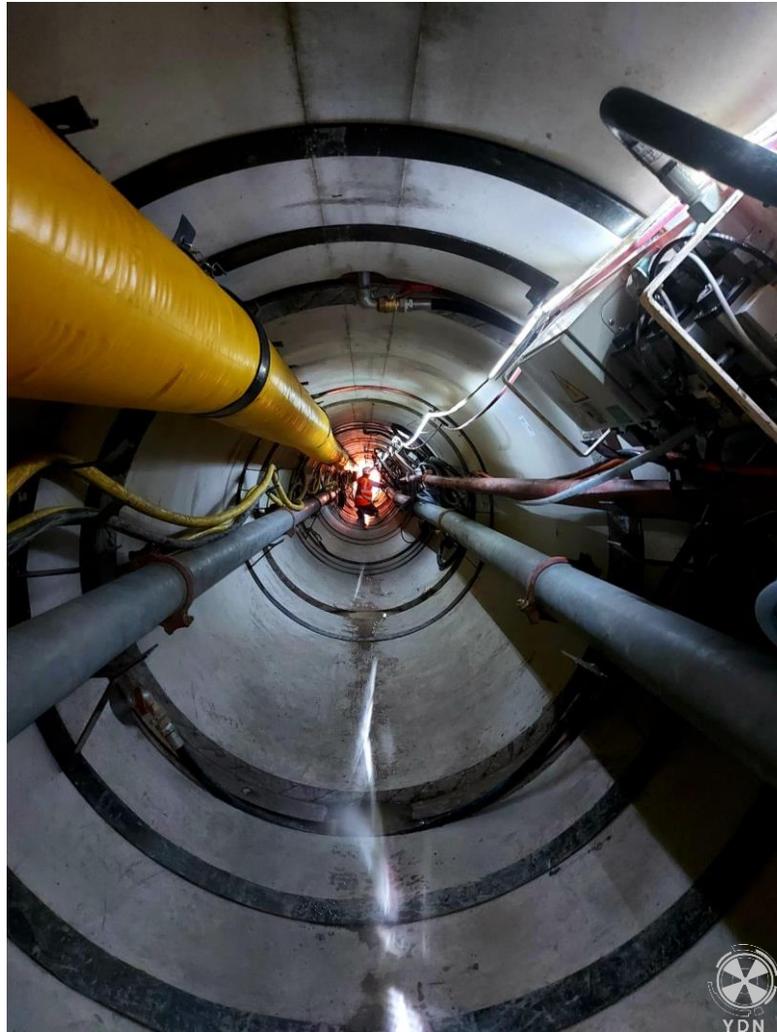




# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



## VISTA DEL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN





# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



## FIN DE LA INSTALACIÓN, CALE Y RESCATE DE LA MTBM



Red: 19/04/2022, 3:07:05 p.m.  
N: 42° 41' 13.619", W: 74° 51' 31"  
Avenida Carrera 72, B



# DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



## MICROTUNELADORAS PIPE JACKING

### Escudos abiertos

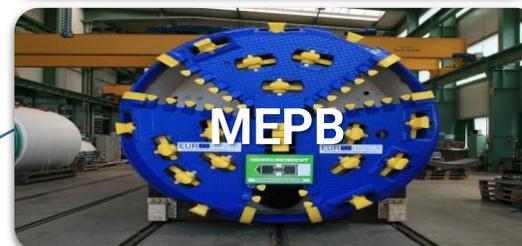


Retroexcavadora



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



# POZOS DE TRABAJO



## CONTENCIÓN POSTERIOR A LA EXCAVACIÓN



**ENTIBADOS**



**ENTIBADOS  
DESLIZANTES**



**CAISSONS DE  
CONCRETO**



**CONCRETO LANZADO Y  
MALLAZO**

- **ECONÓMICOS Y SENCILLOS DE EJECUTAR**
- **TERRENOS SIN NIVEL FREÁTICO Y AUTOPORTANTES**
- **ÁREAS PEQUEÑAS-MEDIANAS Y PROFUNDIDADES BAJAS-MODERADAS**
- **POSIBLES DEFORMACIONES DEL TERRENO**



# POZOS DE TRABAJO



## EXCAVACIÓN AL ABRIGO DE UNA CONTENCIÓN



**PILOTES PREEXCAVADOS**



**PANTALLAS PREEXCAVADAS**



**TABLESTACADO HINCADO**

- **MAYOR COSTE Y DIFICULTAD DE EJECUCIÓN (especializada)**
- **TERRENOS CON NIVEL FREÁTICO Y NO COMPETENTES**
- **ÁREAS GRANDES Y PROFUNDADES ALTAS**
- **MITIGACIÓN DE DEFORMACIONES DEL TERRENO**

# PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



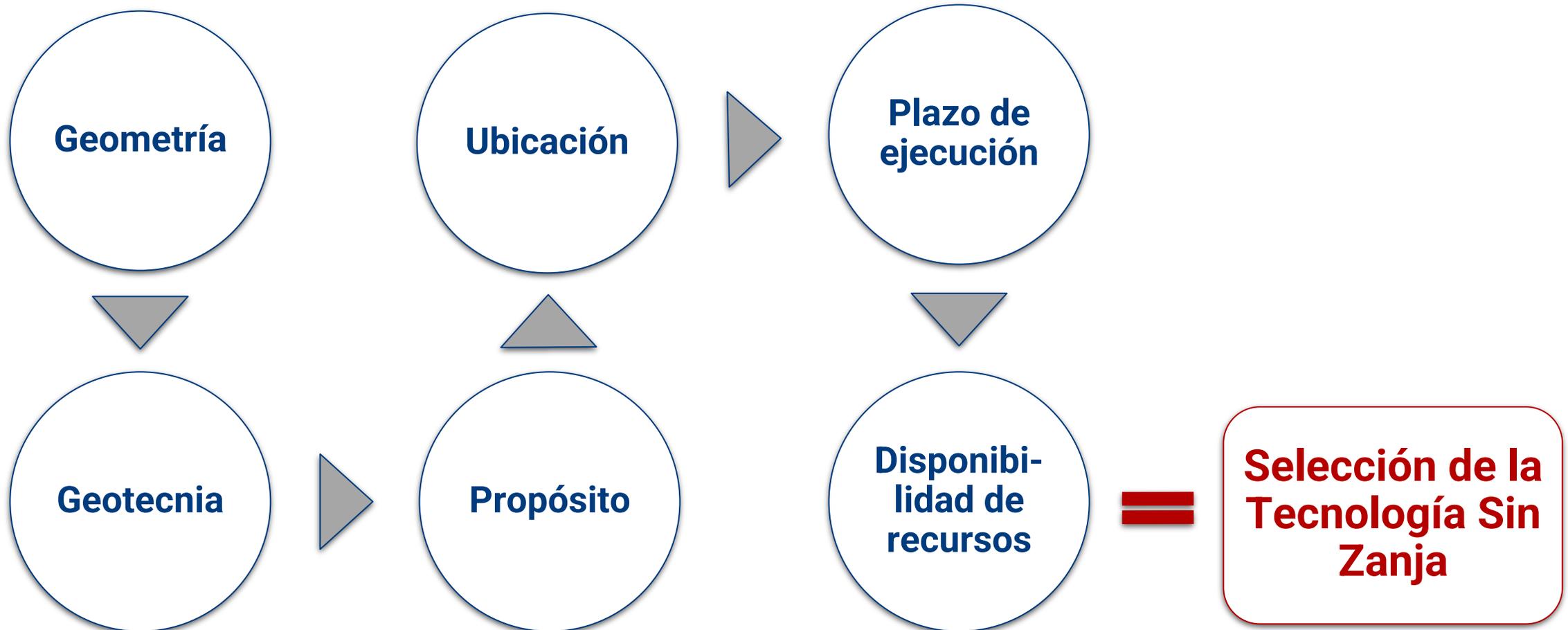
Aspectos claves para el diseño y la selección  
de la tecnología sin zanja



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



## Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ

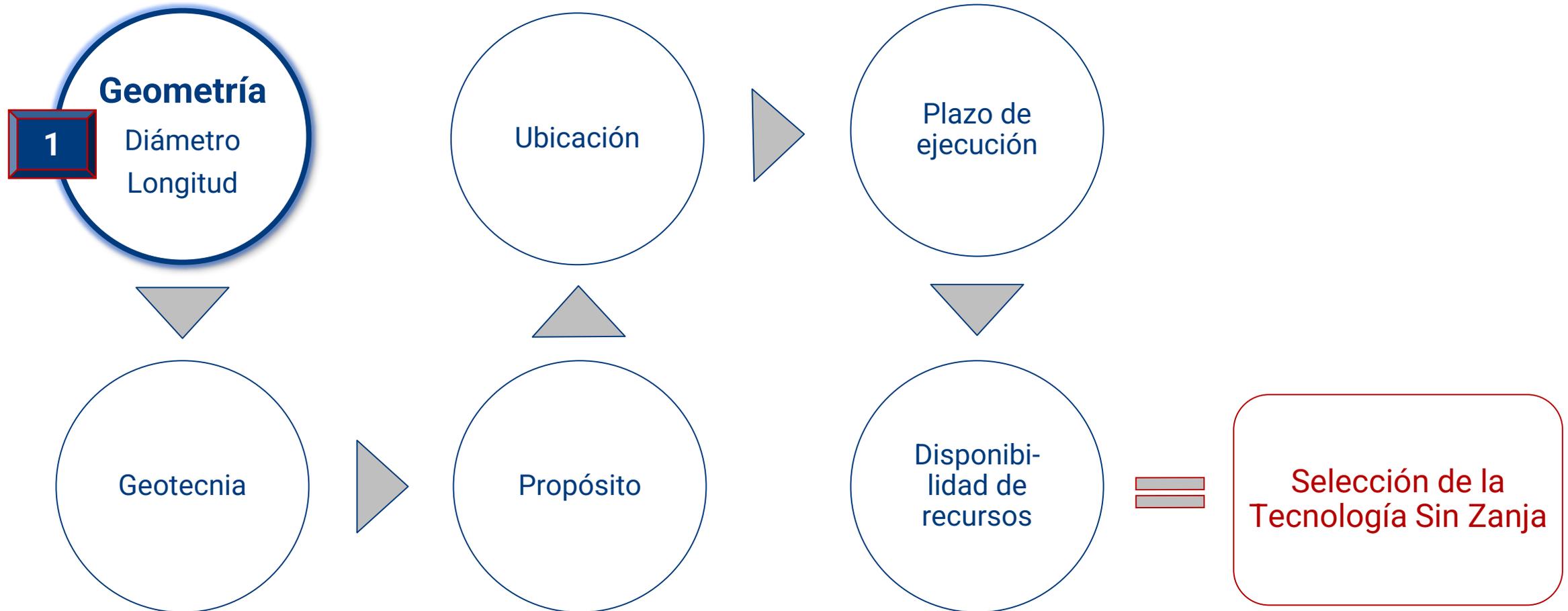




# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



## Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ





# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

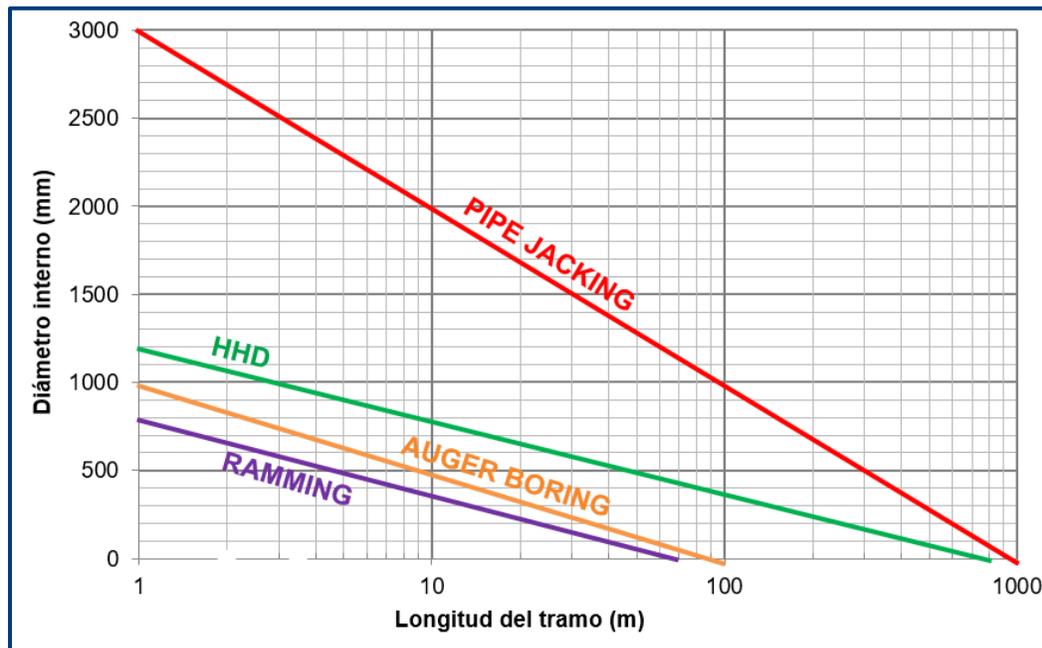


**1**

**Geometría**

**Diámetro**

**Longitud**



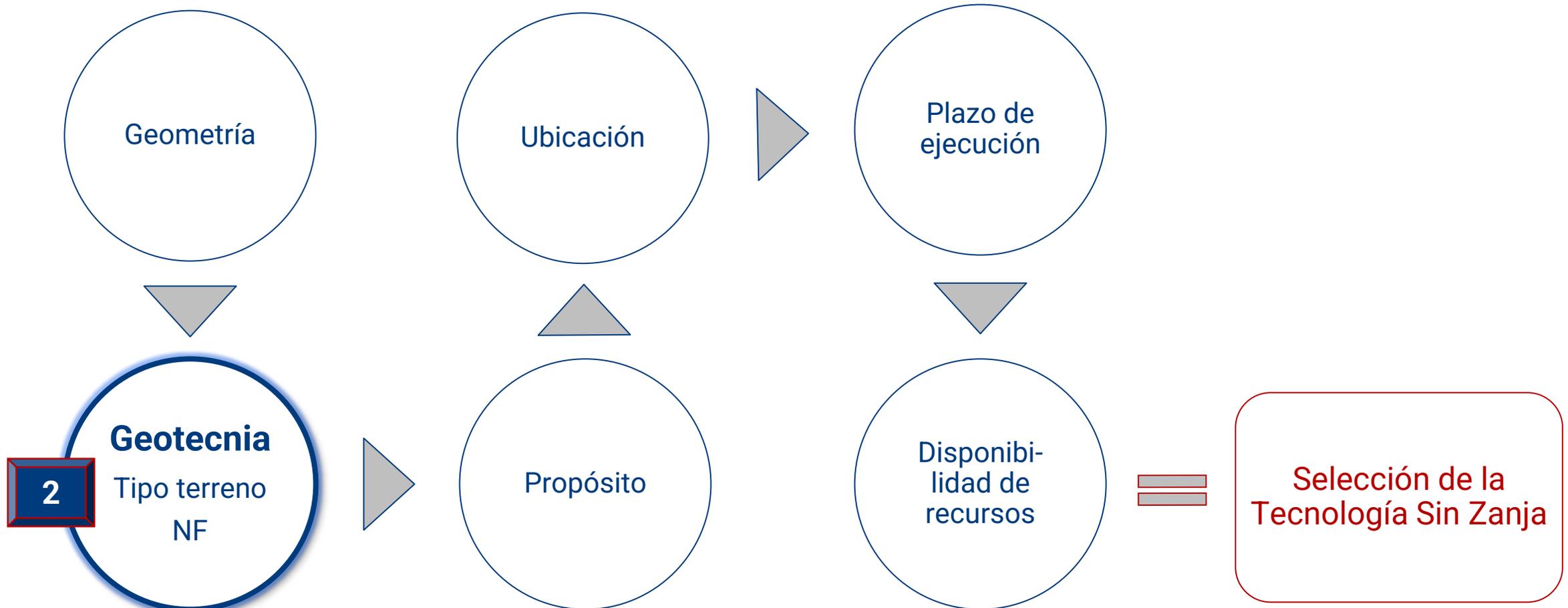
TECNOLOGÍA	AUGER BORING		PIPE RAMMING		HDD		PIPE JACKING	
DIÁMETRO INTERNO (mm)	200	<b>1000</b>	150	<b>800</b>	200	<b>1200</b>	<b>600</b>	<b>3000</b>
LONGITUD DE TRAMO (m)	30	<b>100</b>	20	<b>80</b>	150	<b>800</b>	80	<b>1000</b>
INTERVALO DE APLICACIÓN	Mínimo habitual	<b>Máximo</b> recomendable						



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



## Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ





# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

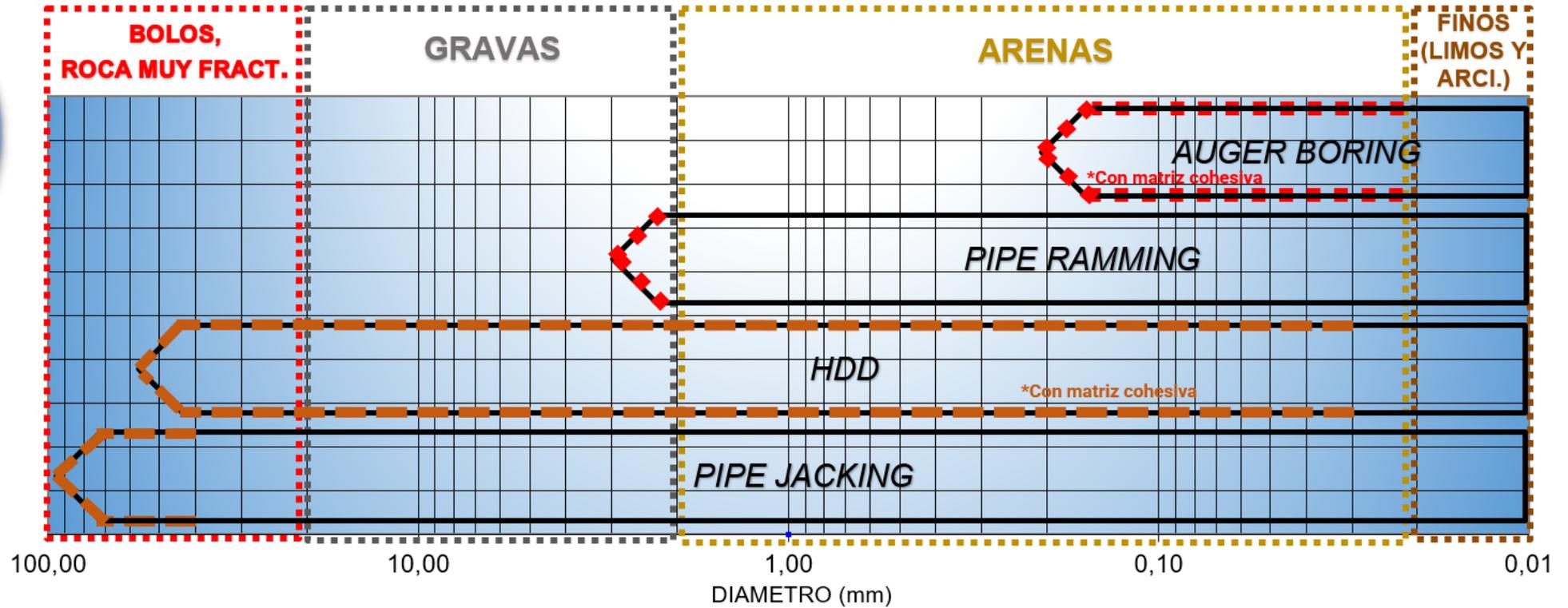


**2**

**Geotecnia**

**Tipo terreno**

**NF**



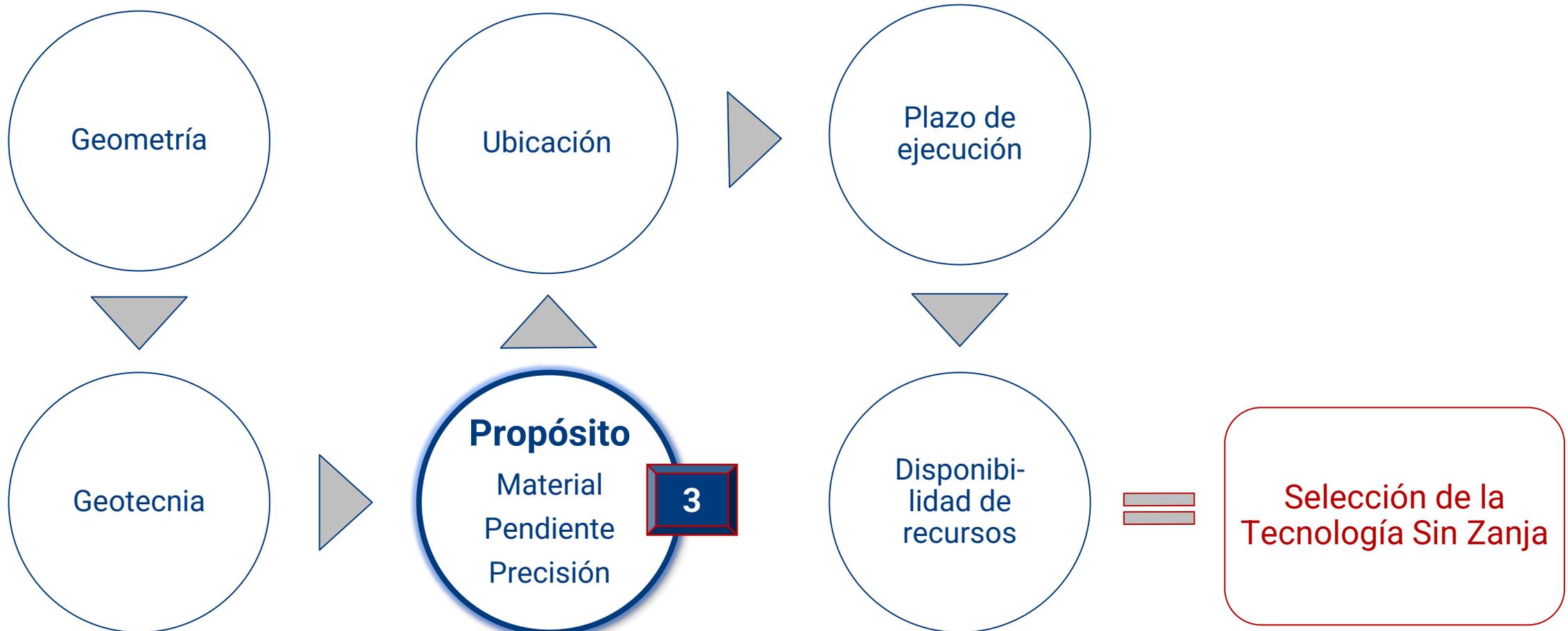
NIVEL FREÁTICO	AUGER BORING	PIPE RAMMING	HDD	PIPE JACKING
ALTO (elevada presión)	X	X	✓	✓
BAJO (baja presión)	✓	✓	✓	✓



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



## Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ





# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



3

## Propósito

**Material**

Pendiente  
Precisión

	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

\* Según prácticas habituales



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



**3**

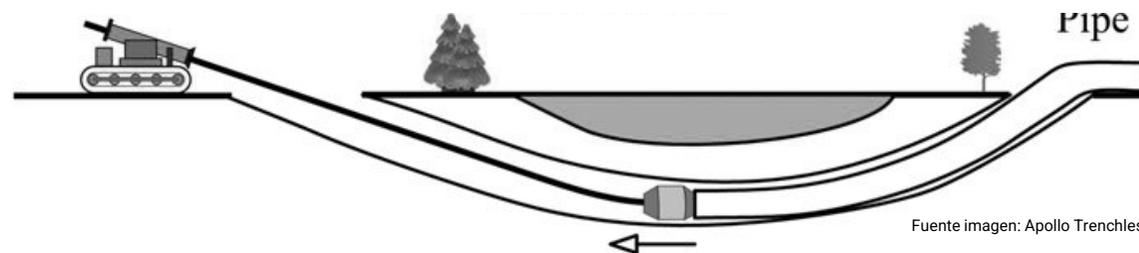
**Propósito**

Material

**Pendiente**

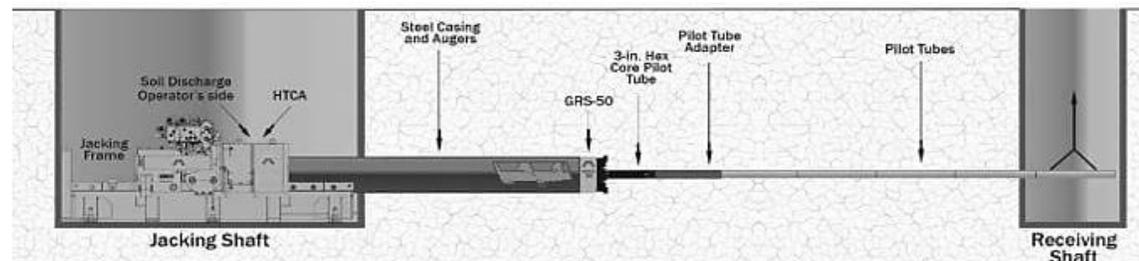
**Precisión**

**HDD:**  
**CURVO-"SIFÓN"**



Fuente imagen: Apollo Trenchless

**AB, PR, PJ:**  
**RECTO**



Fuente imagen Akkerman

	AUGER BORING TRADICIONAL	AUGER BORING GUIADO	PIPE RAMMING	HDD	PIPE JACKING
NIVEL DE PRECISIÓN	Muy bajo	Medio-Alto	Muy bajo	Medio-Alto	Muy alto

\* Según prácticas habituales



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



3

## Propósito

### Funcionalidad

	Dia. pequeño (<600mm)	Dia. pequeño (<600mm)	Dia. mediano (≈1000mm)	Dia. mediano (≈1000mm)	Dia. grande (>1500mm)
	Long. corta (<100m)	Long. larga (>150m)	Long. corta (<100m)	Long. larga (>200m)	Long. kilométrica
<b>ALCANTARILLADOS A GRAVEDAD</b>	Auger Boring Guiado	Pipe Jacking* <i>(doble tubo o modifc.)</i>	Auger Boring Guiado Pipe Jacking	Pipe Jacking	Pipe Jacking
<b>ACUEDUCTOS E IMPULSIONES</b>	HDD Auger Boring Pipe Ramming	HDD	HDD Auger Boring Pipe Ramming	HDD	Pipe Jacking
<b>REDES SECAS</b>	HDD Auger Boring Pipe Ramming	HDD	HDD Auger Boring Pipe Ramming	HDD	Pipe Jacking

\* Según idoneidad



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



## Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ





# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



4

Ubicación

Limitaciones

Riesgos

UBICACIÓN DE LA OBRA

Rural

URBANA

Disponibilidad de espacio en superficie

Impacto social y vehicular

Riesgos geotécnicos

Afectación a servicios cercanos



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



## Ubicación

4

**Limitaciones**

**Riesgos**

	Ocupación de obra en superficie	Longitud habitual de tramo (Dia. promedio)	Sostenimiento del frente de excavación	Sostenimiento de las paredes excavadas	Alteración del terreno adyacente
<b>PIPE RAMMING</b>	<b>Baja</b>	<b>Corta</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>Baja</b>
<b>AUGER BORING</b>	<b>Baja</b>	<b>Corta</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>Media</b>
<b>PHD</b>	<b>Alta</b>	<b>Larga</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>Alta</b>
<b>PIPE JACKING</b>	<b>Alta</b>	<b>Larga</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Muy Baja</b>



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

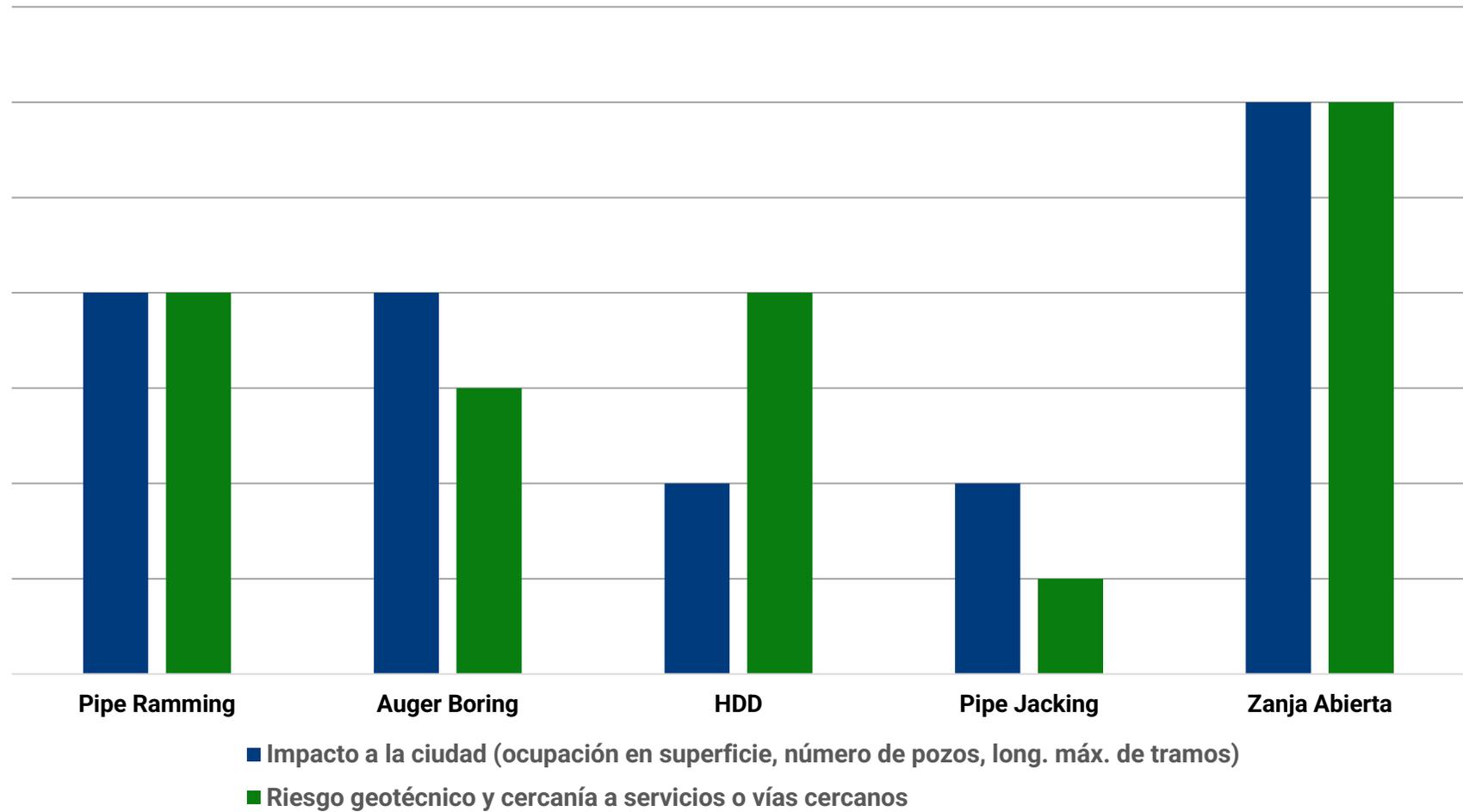


## Ubicación

4

**Limitaciones**

**Riesgos**

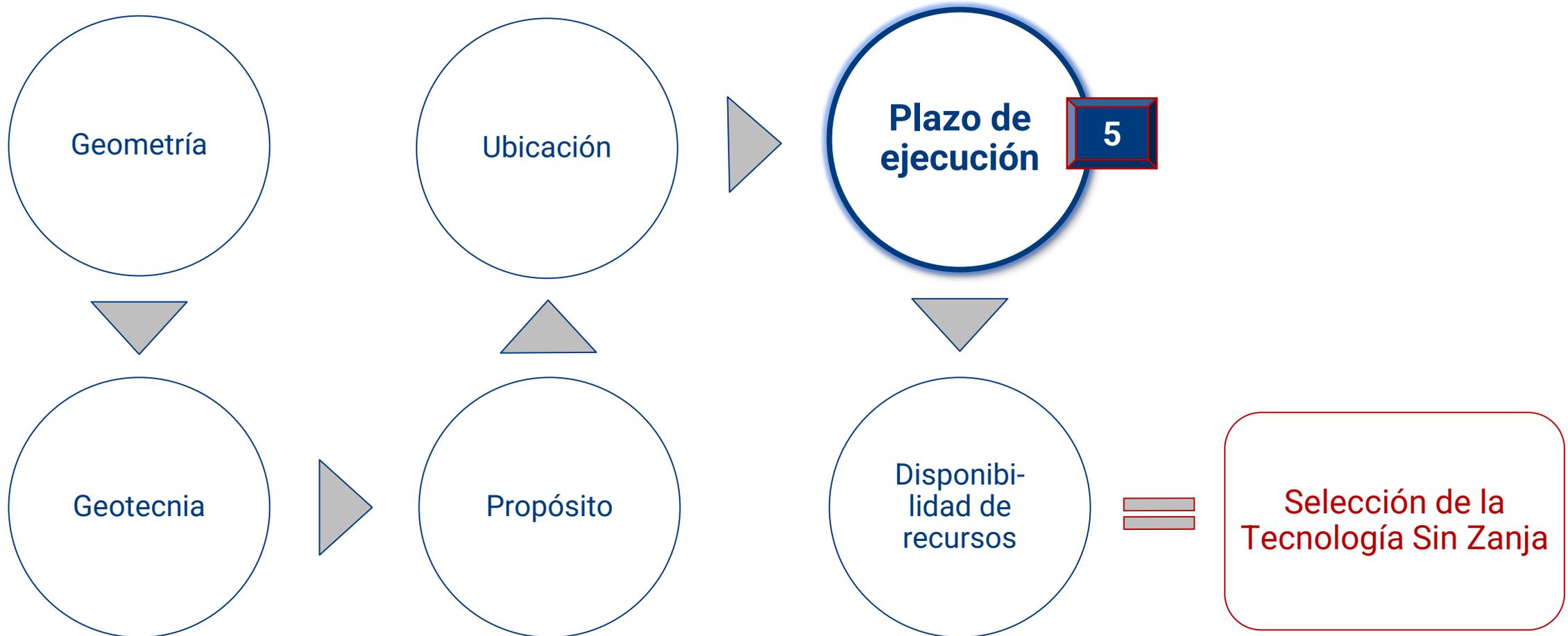




# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

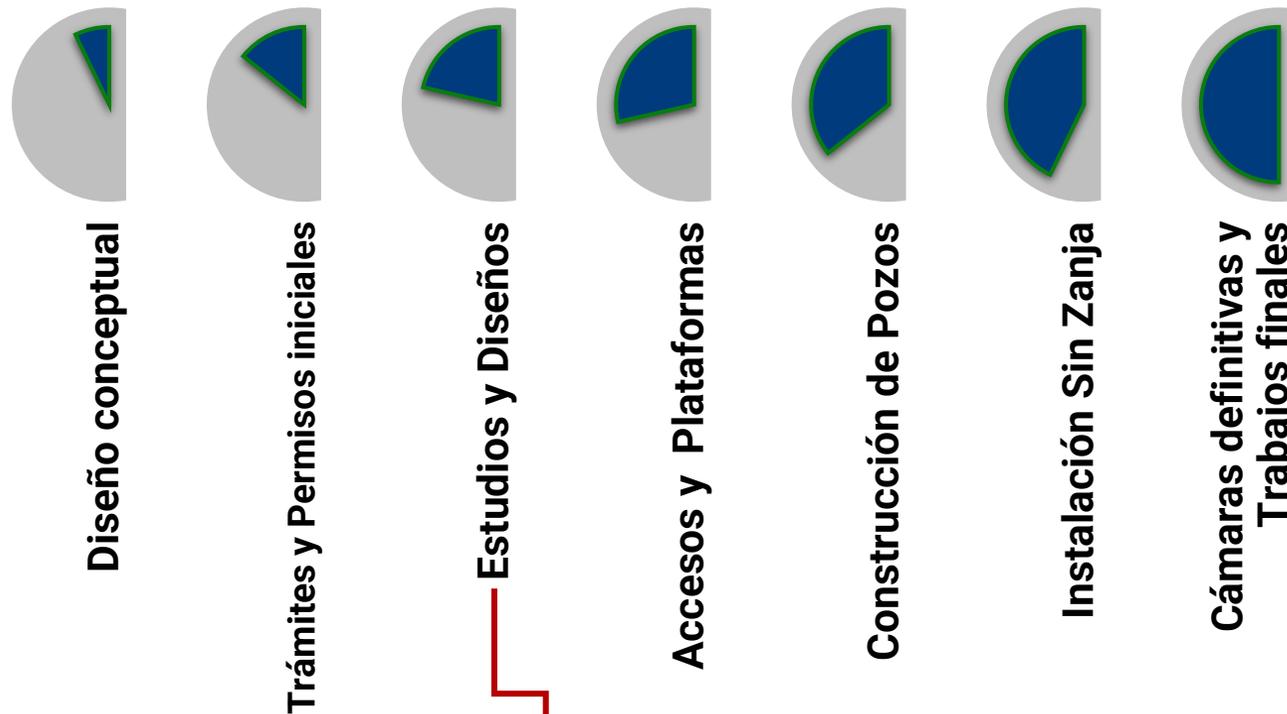


## Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ





# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



Identificación de interferencias  
Campaña geotécnica  
Diseños geométricos  
Diseños geotécnicos  
Diseños estructurales



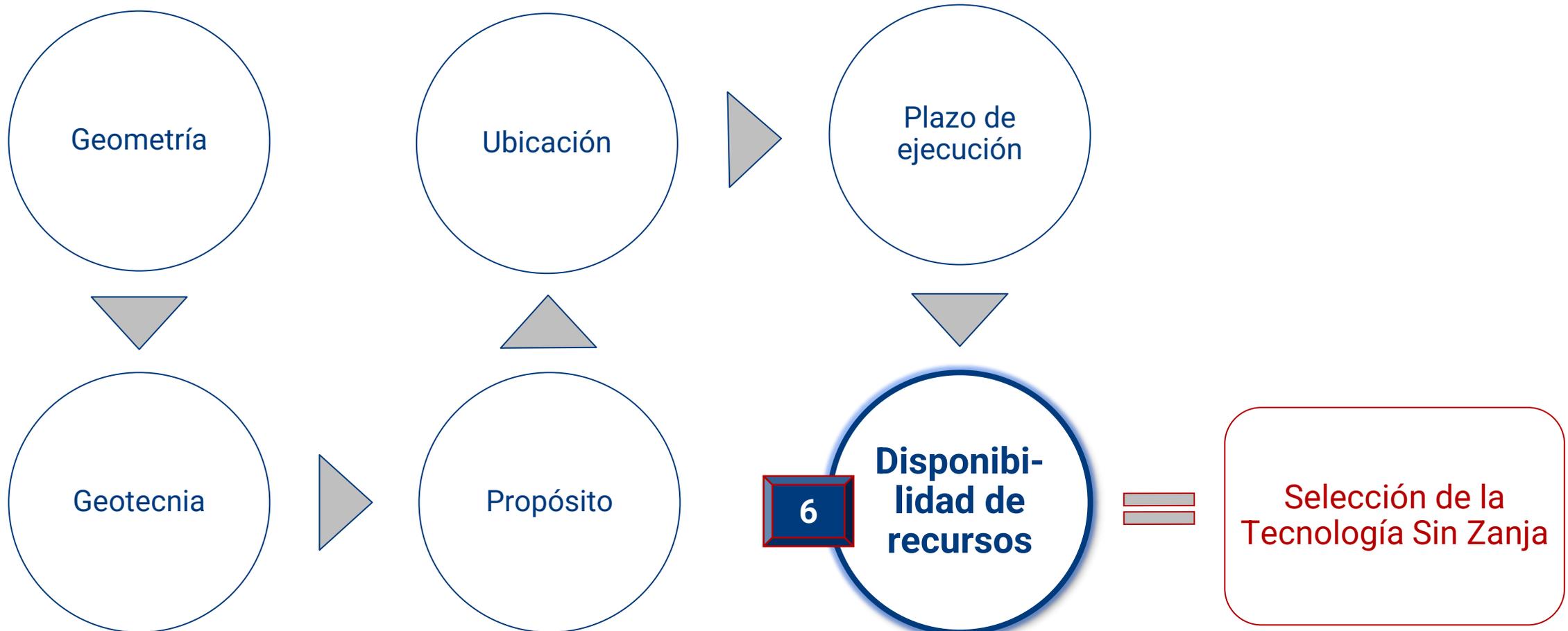
Ajustes a los diseños  
Revisión de permisos



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



## Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ



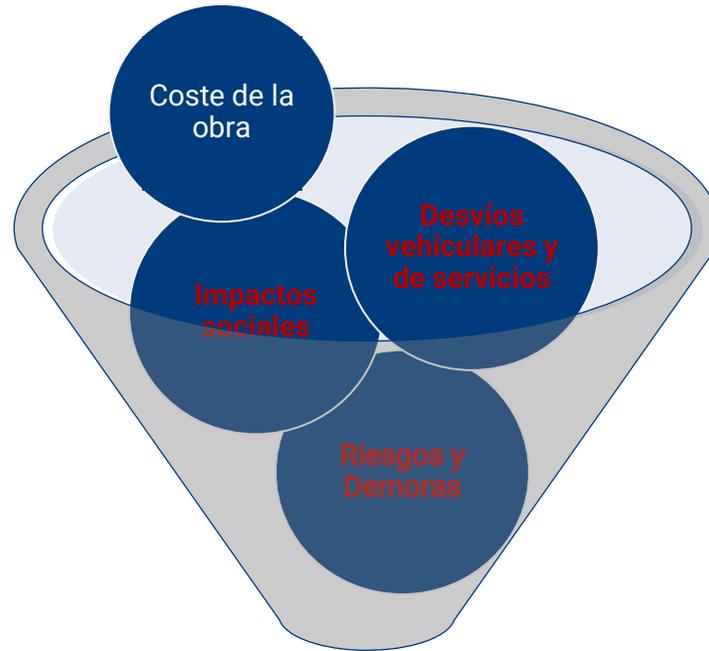


# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



6

Disponibilidad de recursos

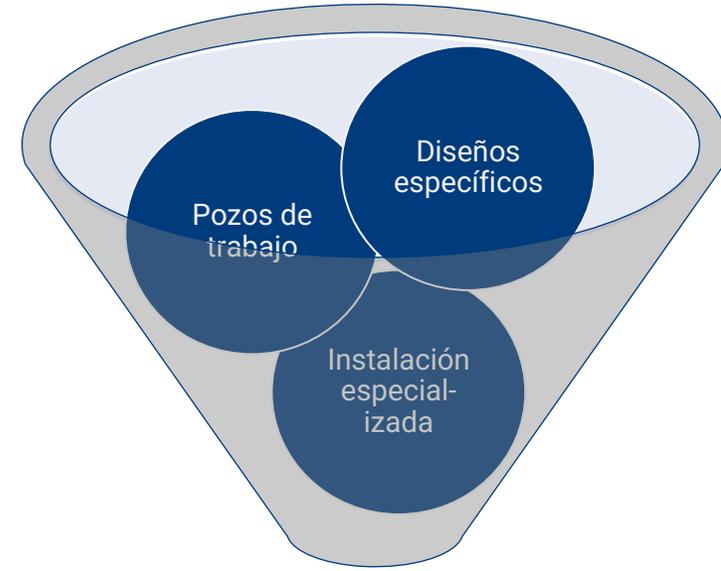


Zanja abierta



Coste previsto obra + Costes no previstos (demoras, riesgos, impactos...)

¿ > ó < ?



Sin Zanja

Coste obra Sin Zanja



# ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

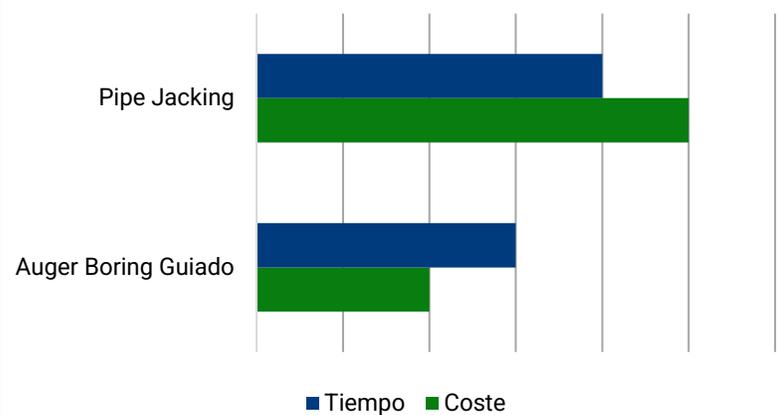


6

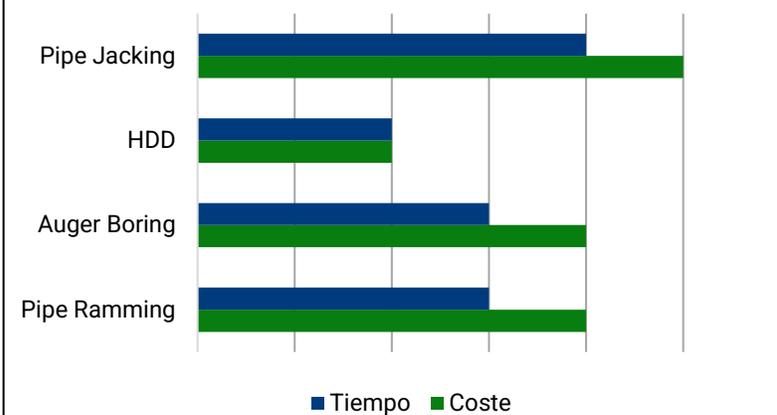
Disponibilidad de recursos

## Idoneidad de las tecnologías según los requerimientos del proyecto

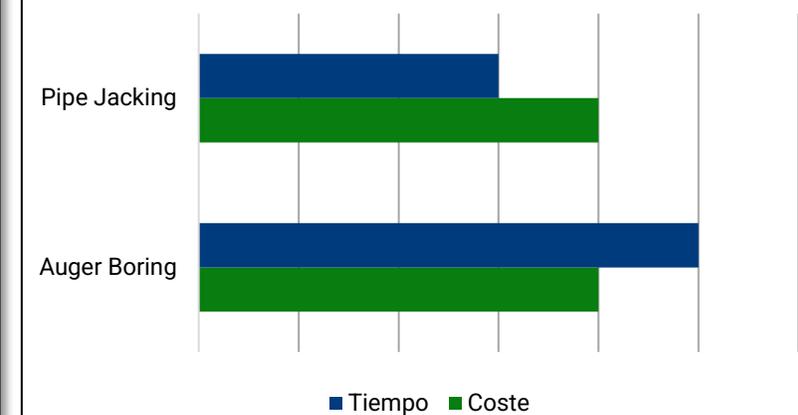
Escenario 1: Cruce corto alcantarillado gravedad  
DI 900mm L<80m



Escenario 2: Cruce corto para energía  
DI 600mm L<80m



Escenario 3: Sección alcantarillado  
DI 900mm L=700m





# GRACIAS



**Juan José Hoyo Rodríguez**

**YDN MICROTUNNELING**

