

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**



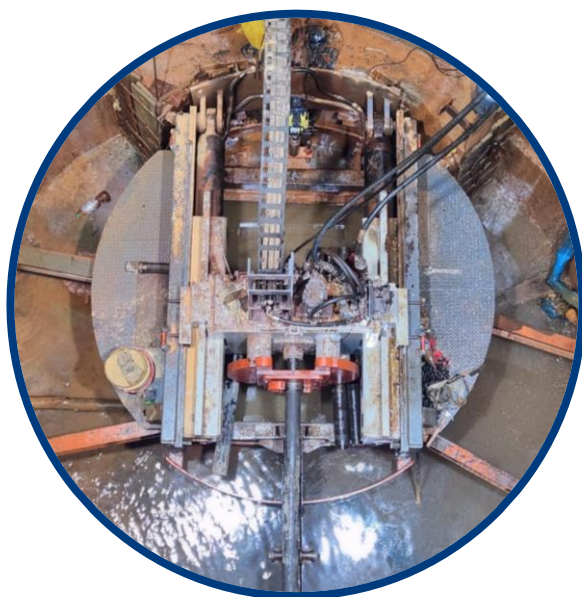
**PIPE
JACKING**



DESARROLLO REGIONAL Y DISPONIBILIDAD DE LAS TSZ



Tecnologías emergentes con cierto uso actual



**AUGER BORING
GUIADO**



**PILOT PULL-
BACK**



DIRECT PIPE

Fuente: HK

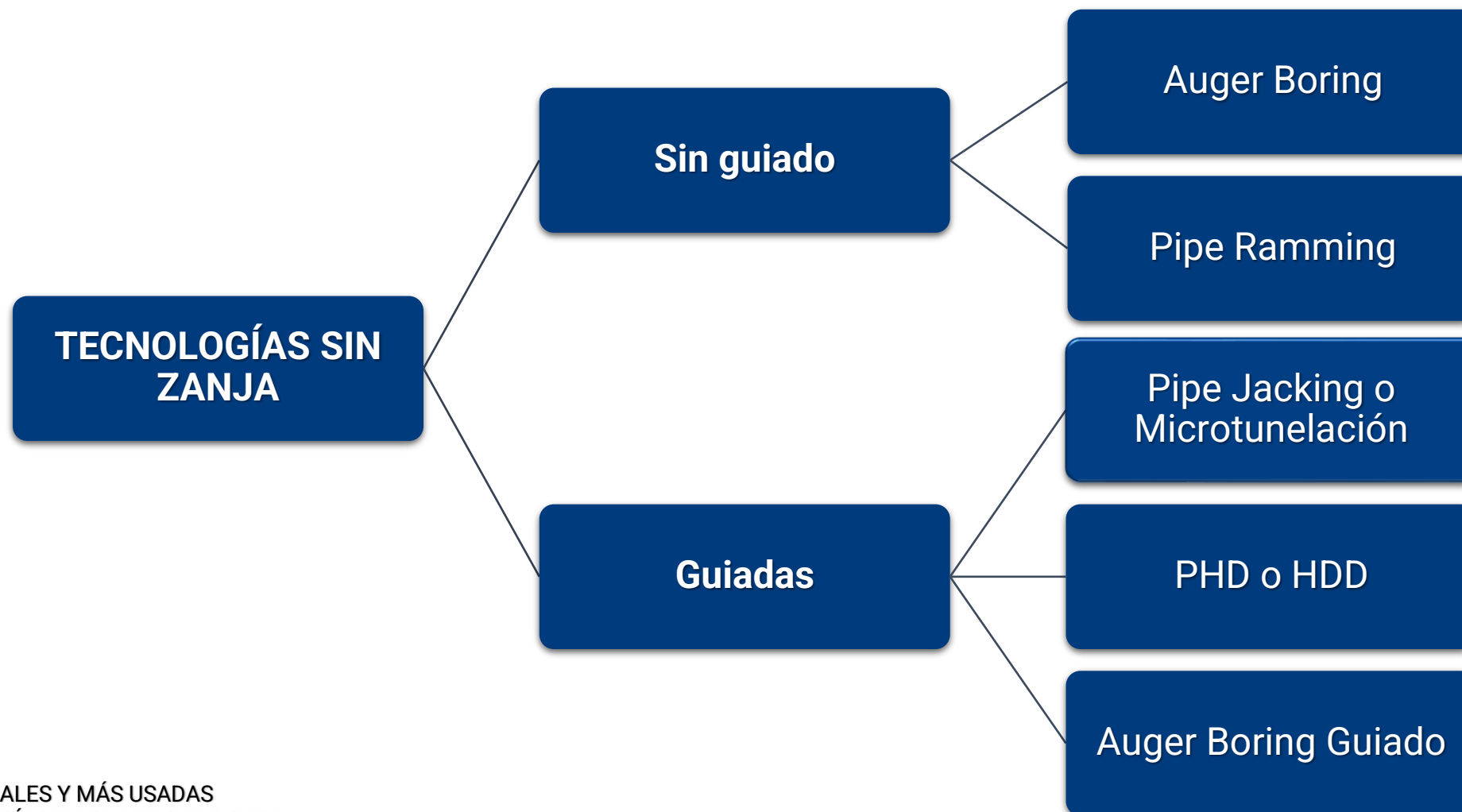
PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



Definición de las principales tecnologías



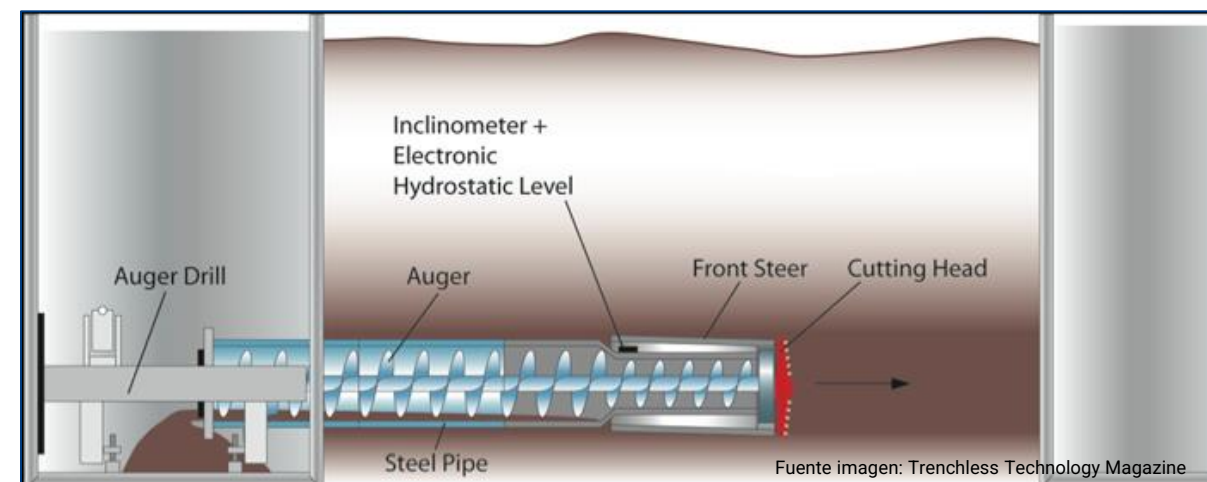
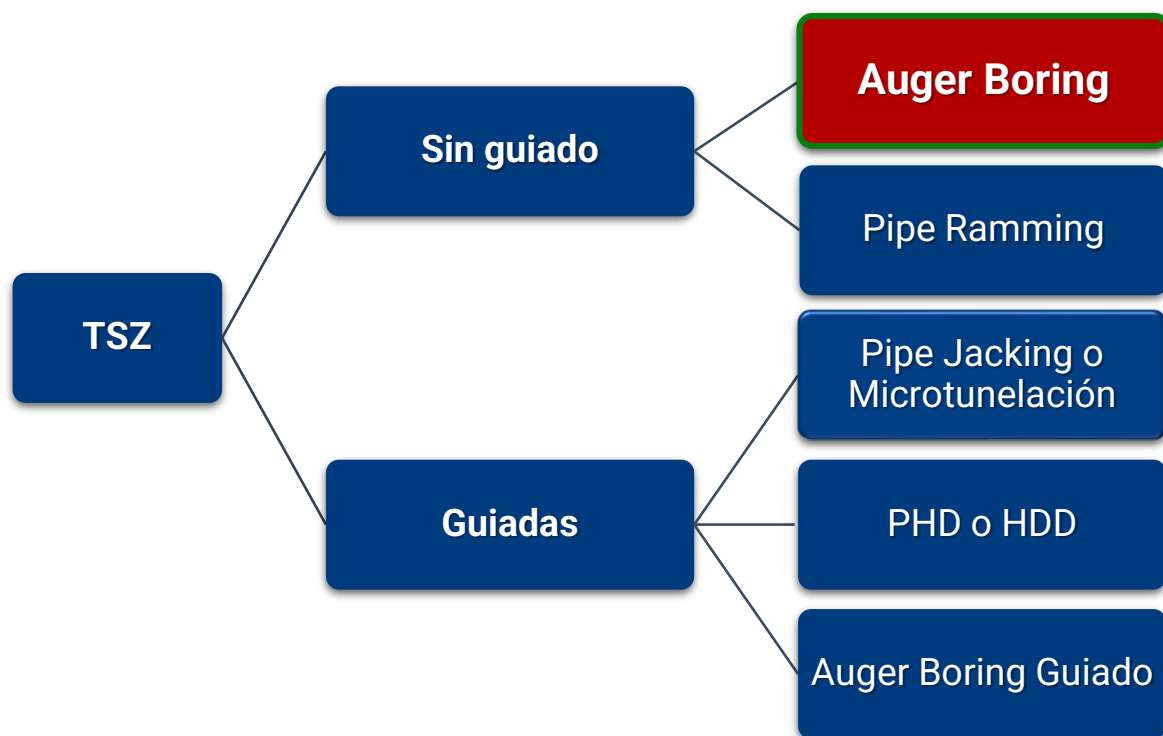
DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



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



DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



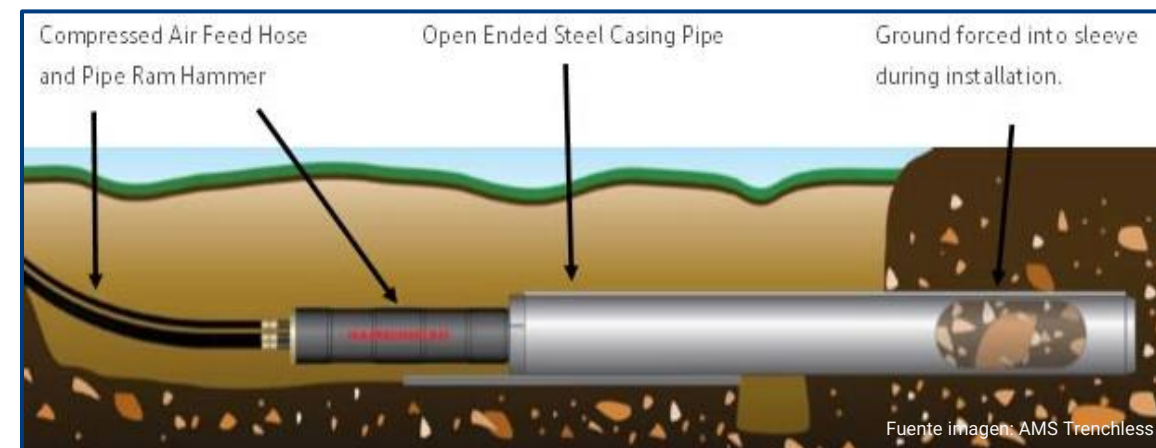
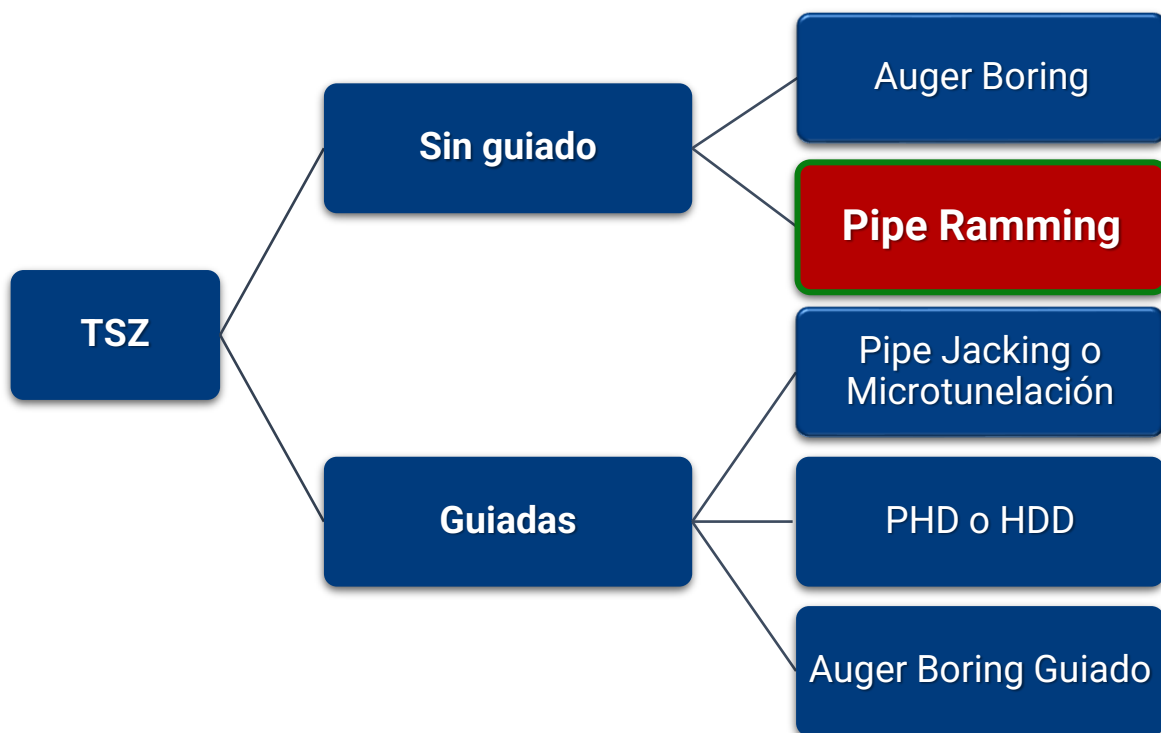
INSTALACIÓN DE UNA CAMISA METÁLICA MEDIANTE EMPUJE HORIZONTAL

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



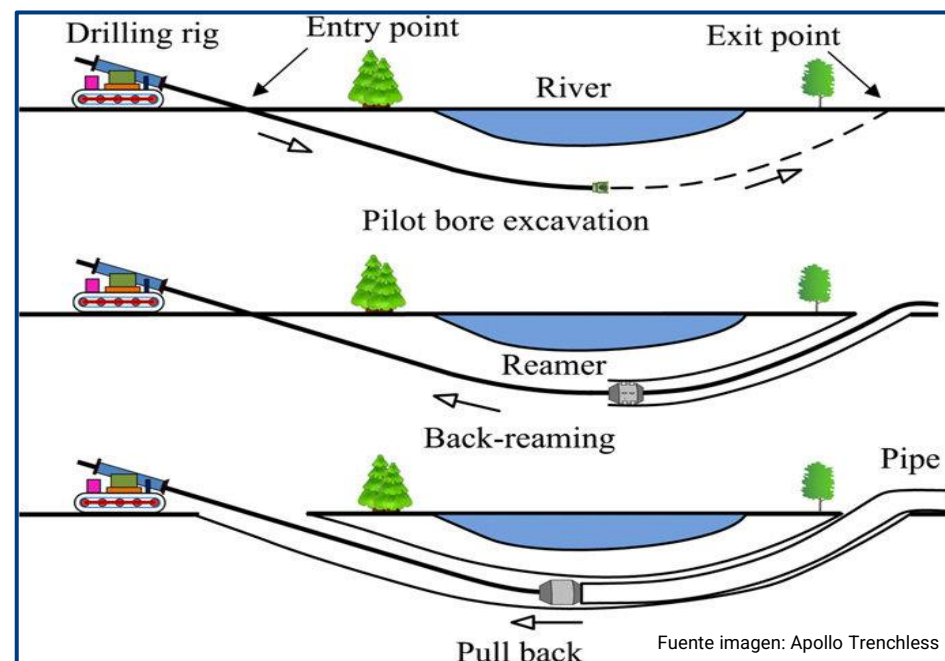
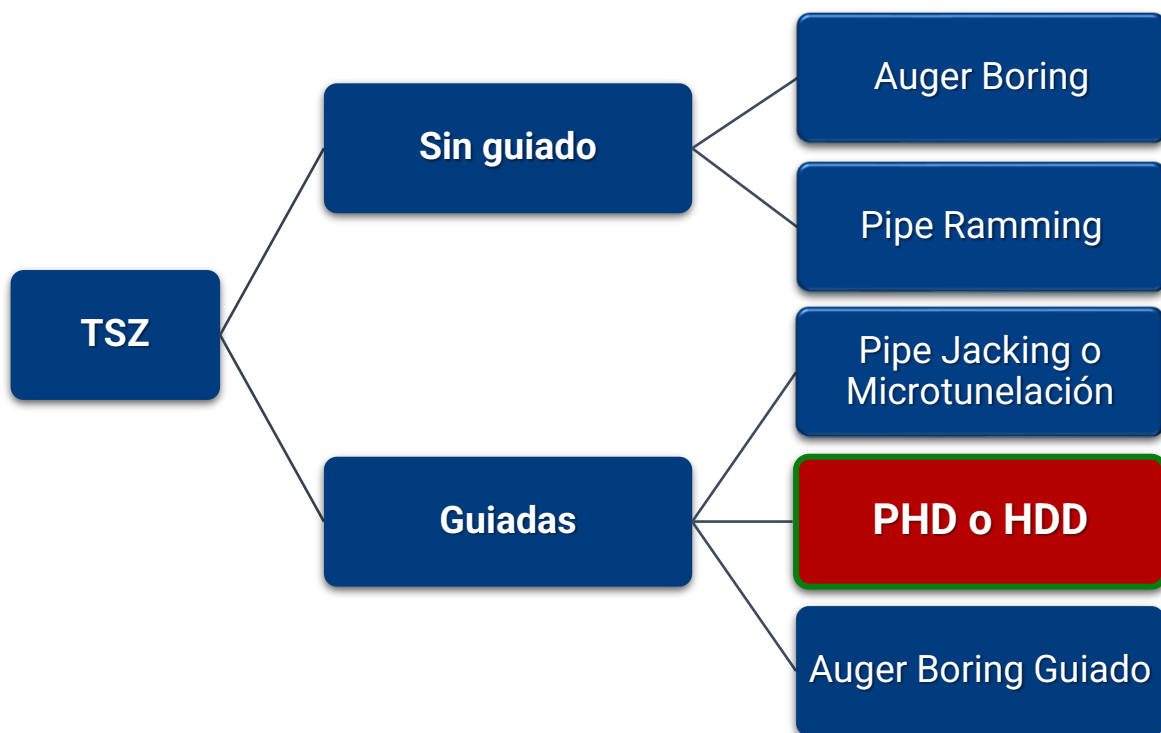
INSTALACIÓN DE UNA CAMISA METÁLICA MEDIANTE EMPUJE HORIZONTAL NEUMÁTICO (rammer)

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



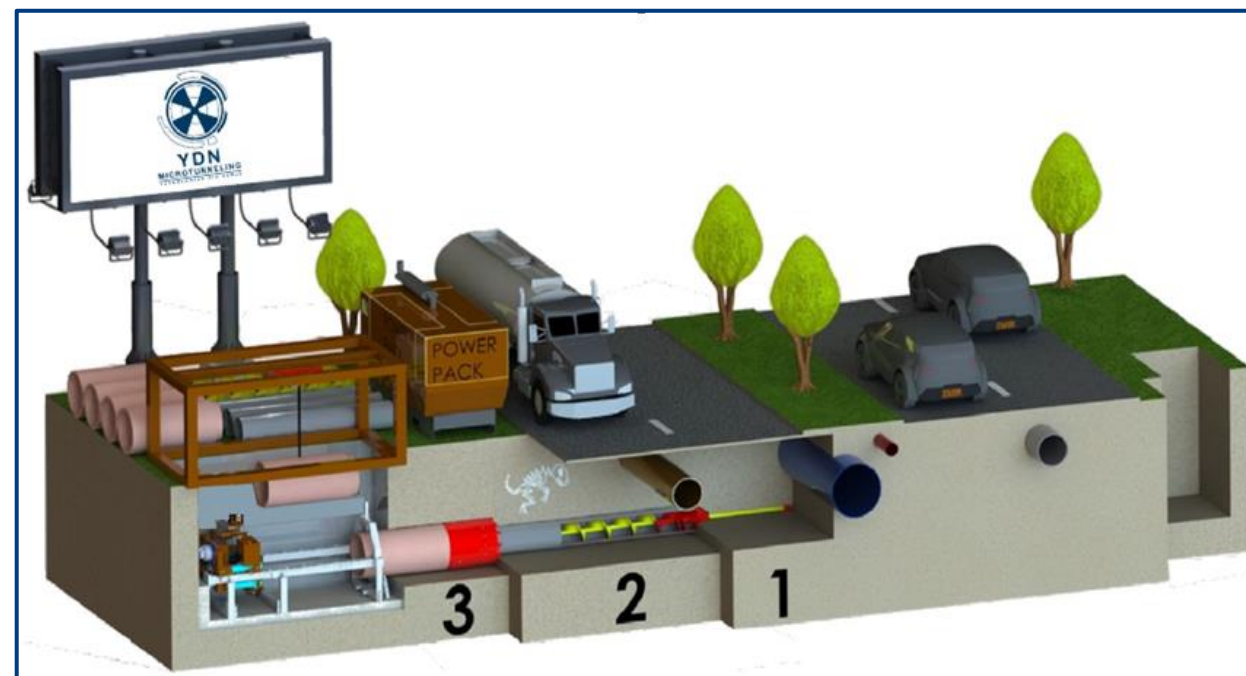
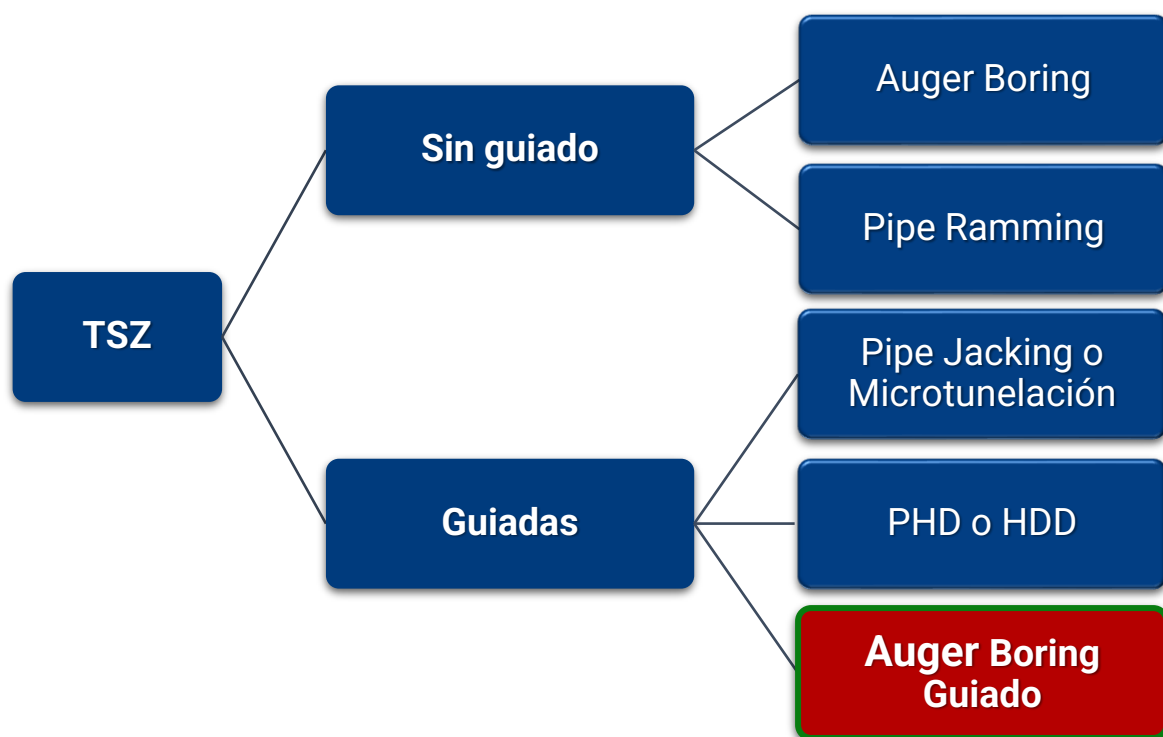
EXCAVACIÓN INICIAL GUIADA DE PEQUEÑO DIÁMETRO EN FORMA DE "SIFÓN", SIN POZOS

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



LARGOS TRAMOS Y VARIABILIDAD DE DIÁMETROS

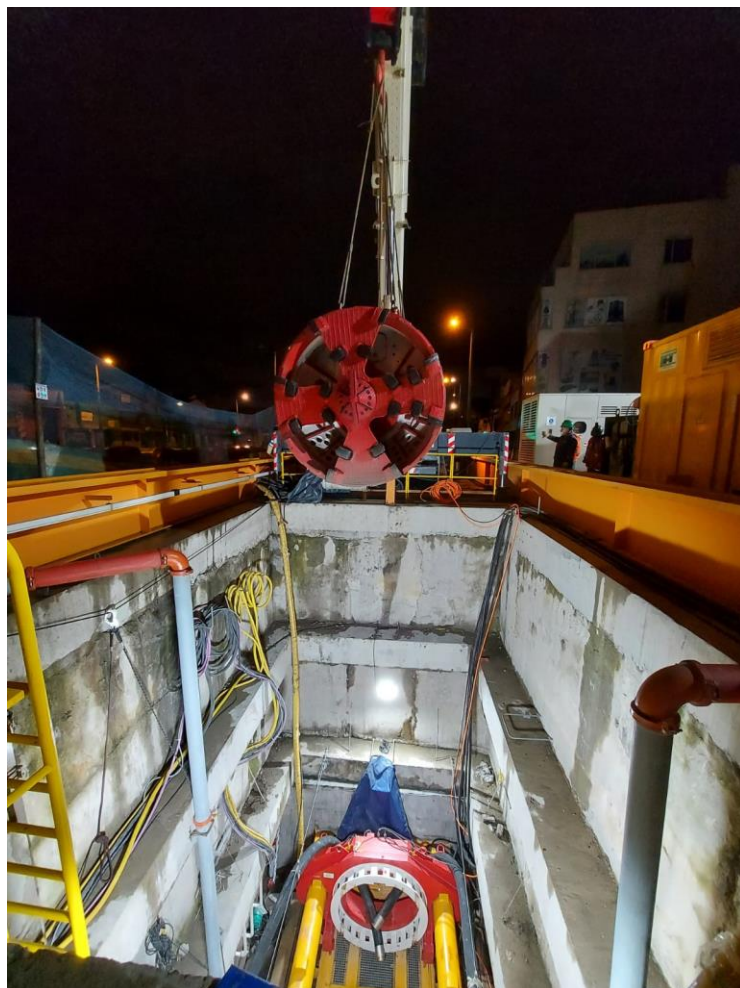
POZO DE SALIDA
(Rescate MTBM)



DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



LANZAMIENTO DE LA MICROTUNELADORA

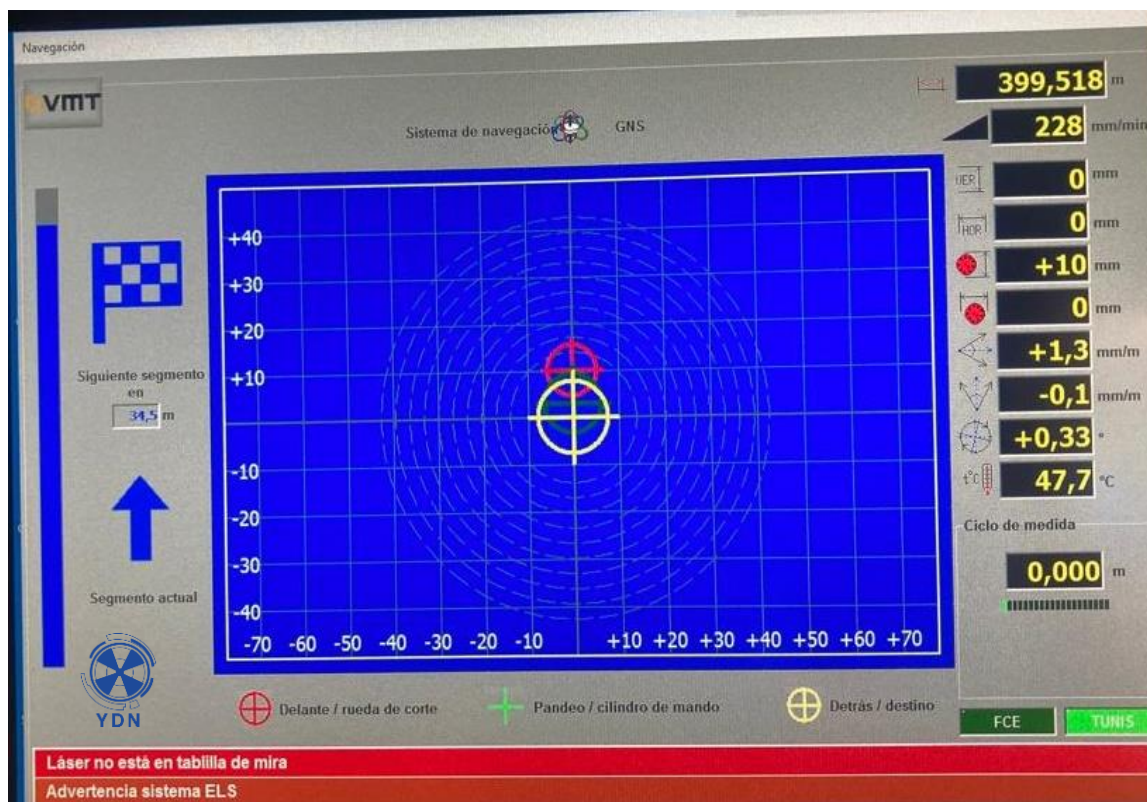




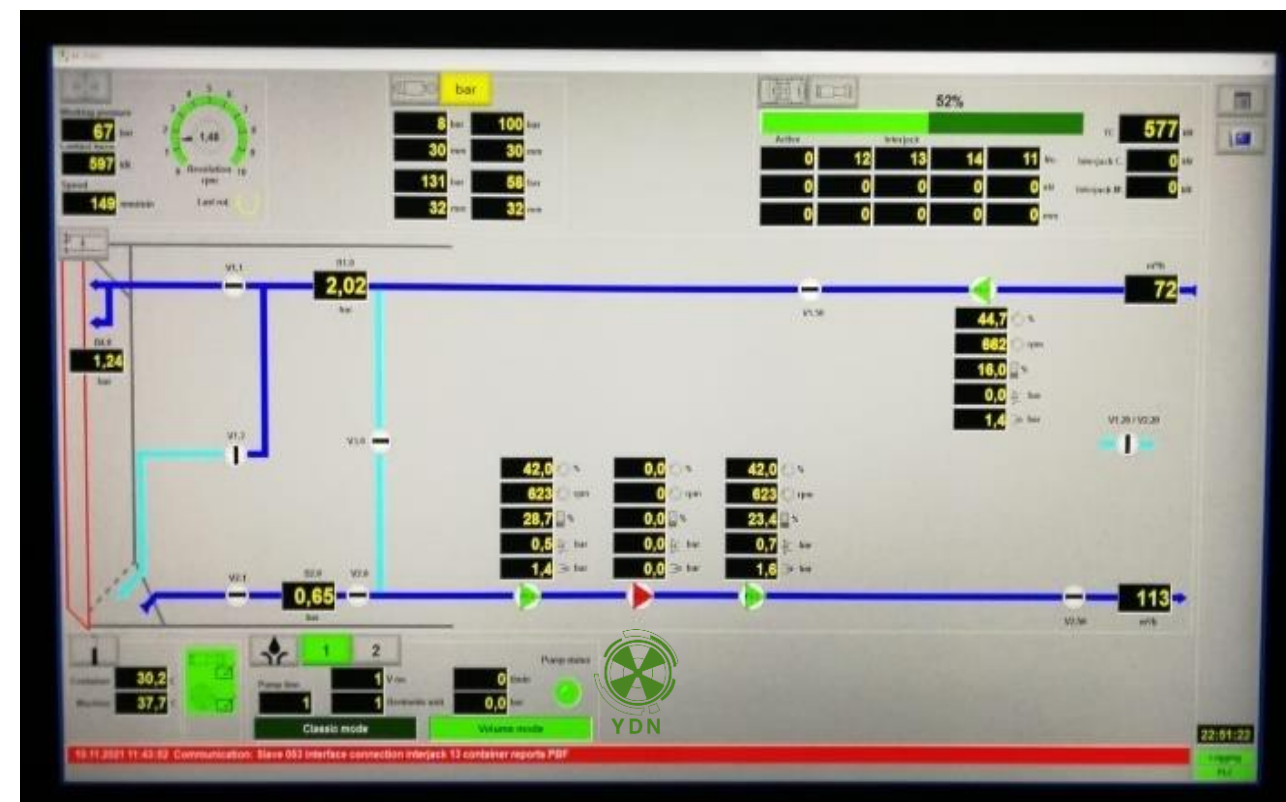
DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



PANTALLAS DE OPERACIÓN



CONTROL DEL GUIADO



CONTROL DE PARÁMETROS DE EXCAVACIÓN



DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



SECUENCIA DE AVANCE DE INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

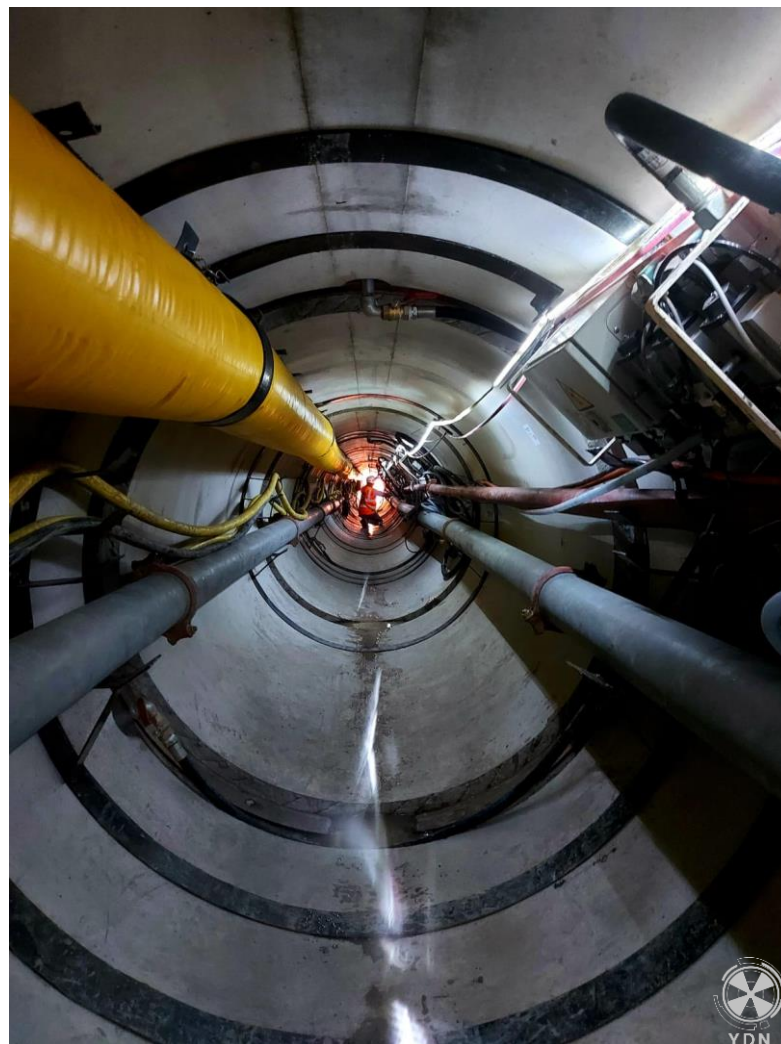




DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



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° 5' 39"
Avenida Carrera 72, B



DEFINICIÓN DE LAS PRINCIPALES TSZ



MICROTUNELADORAS PIPE JACKING

Escudos abiertos

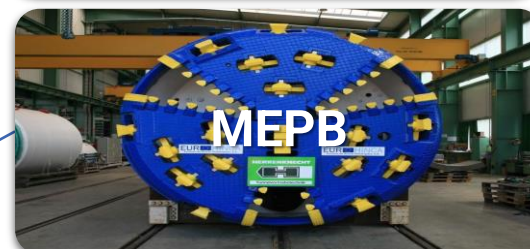


Retroexcavadora



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

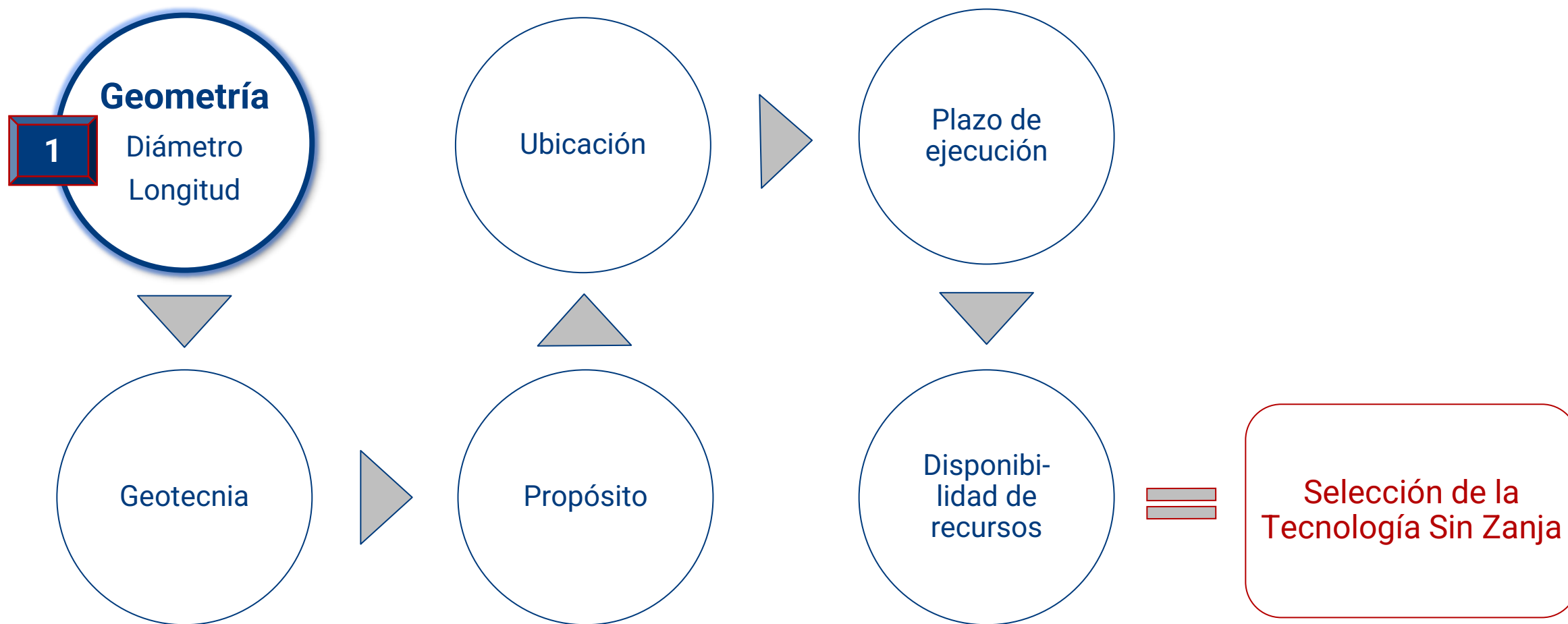




ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ





ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

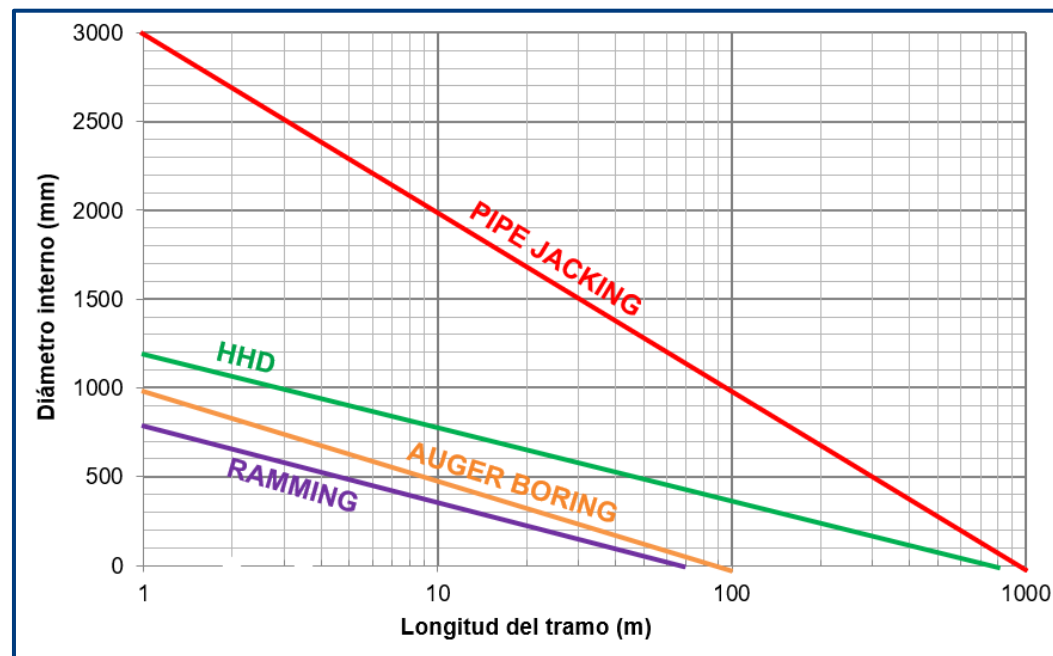


Geometría

1

Diámetro

Longitud



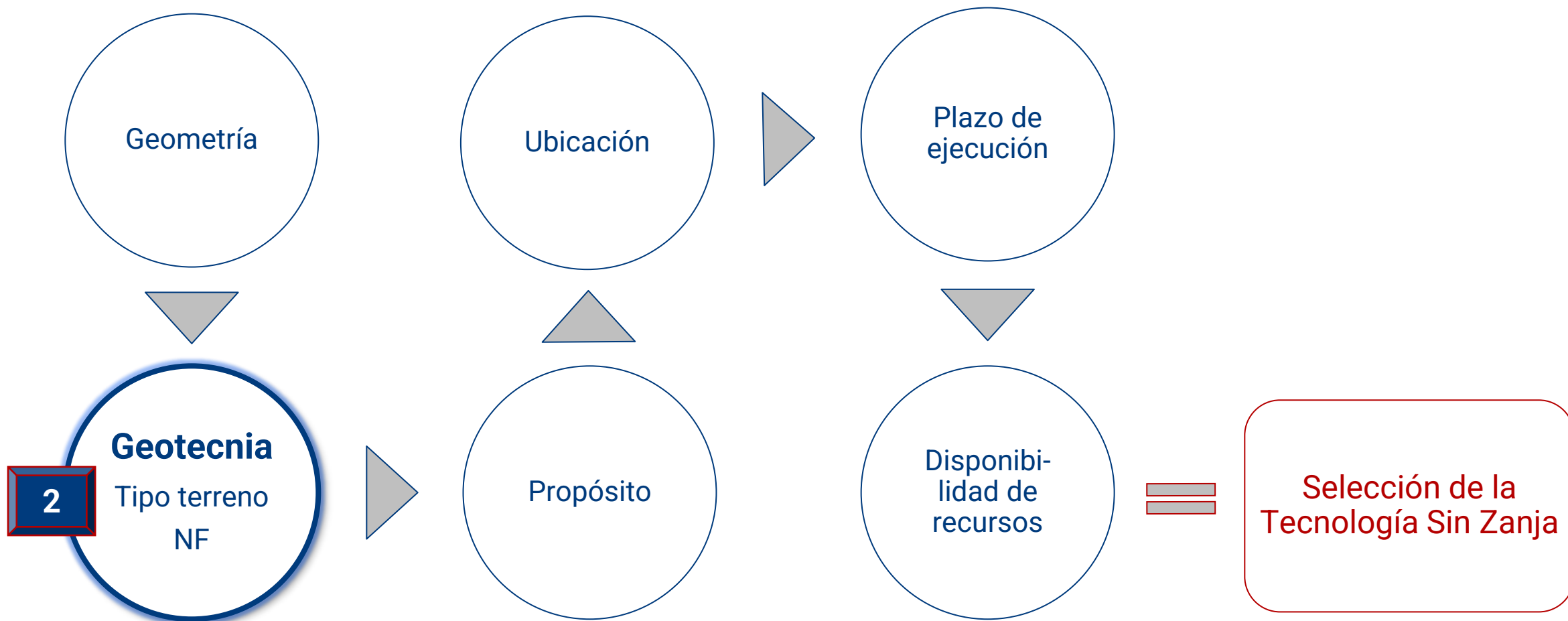
TECNOLOGÍA	AUGER BORING		PIPE RAMMING		HDD		PIPE JACKING	
DIÁMETRO INTERNO (mm)	200	1000	150	800	200	1200	600	3000
LONGITUD DE TRAMO (m)	30	100	20	80	150	800	80	1000
INTERVALO DE APLICACIÓN	Mínimo habitual	Máximo recomendable	Mínimo habitual	Máximo recomendable	Mínimo habitual	Máximo recomendable	Mínimo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



ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ





ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

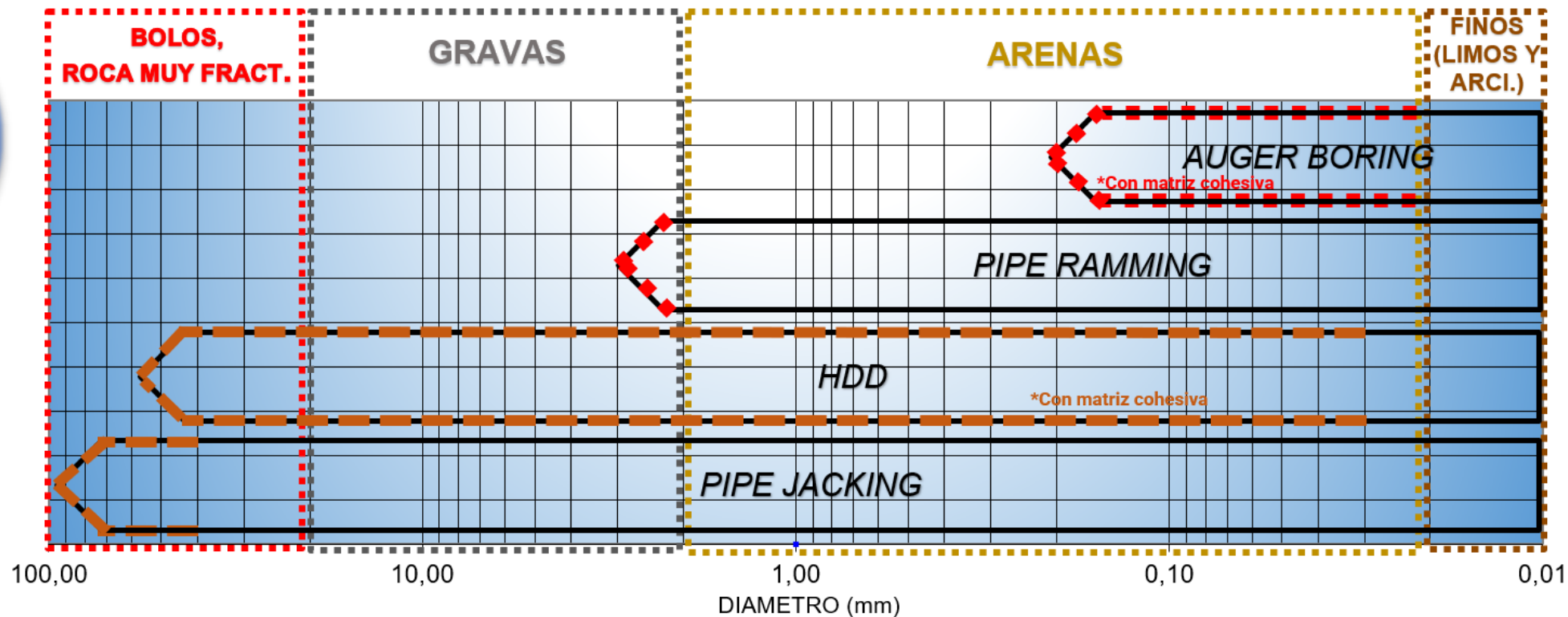


Geotecnia

2

Tipo terreno

NF



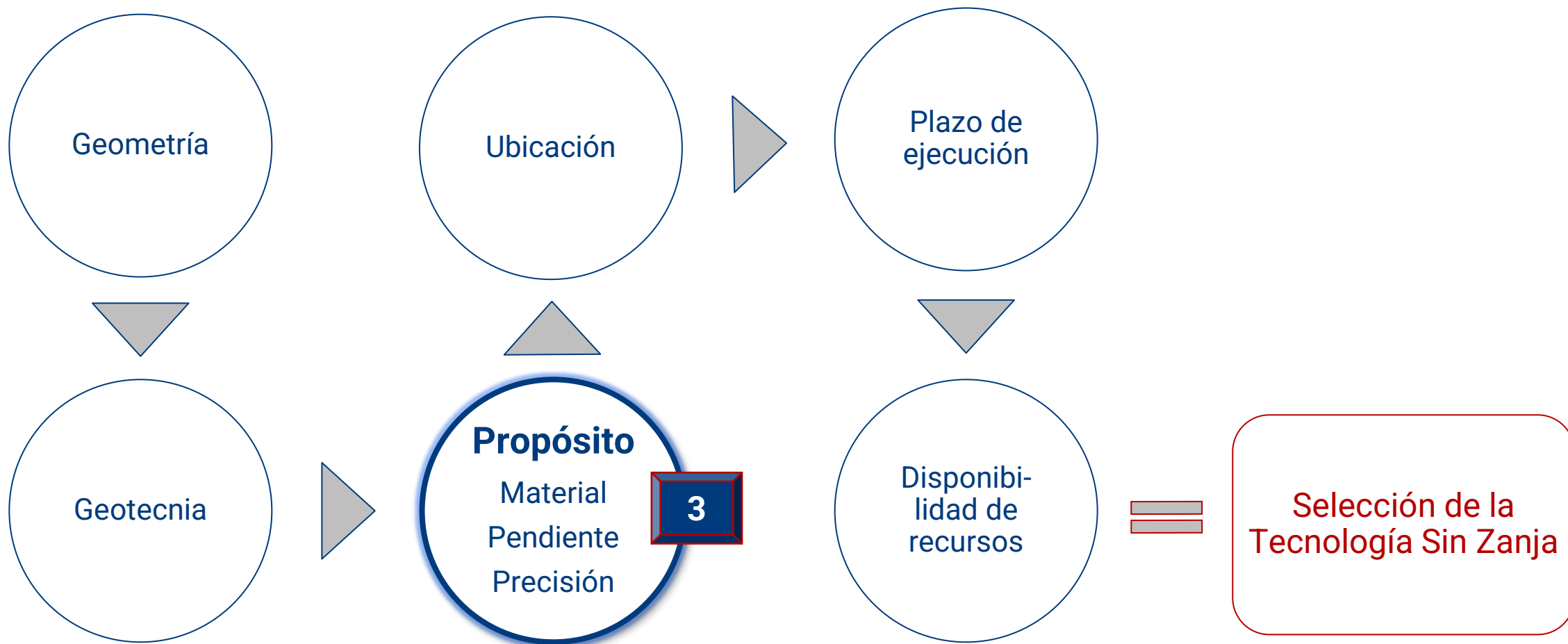
NIVEL FREÁTICO	AUGER BORING	PIPE RAMMING	HDD	PIPE JACKING
ALTO (elevada presión)	X	X	✓	✓
BAJO (baja presión)	✓	✓	✓	✓



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

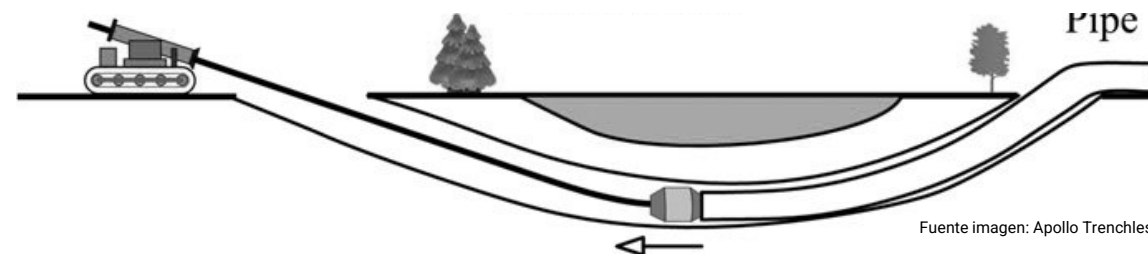
* Según prácticas habituales



ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

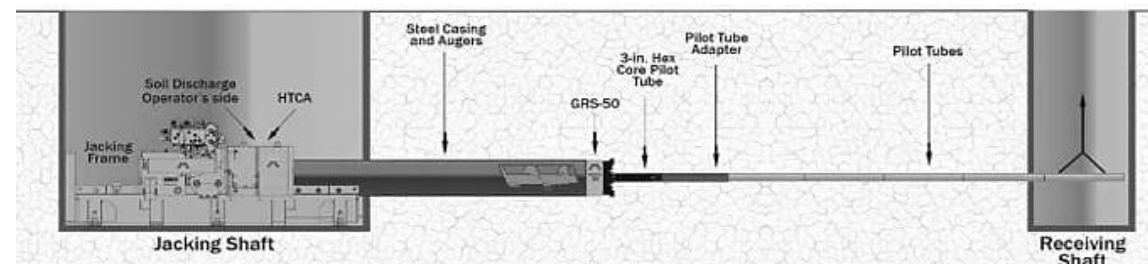


HDD:
CURVO-"SIFÓN"



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



**ALCANTARILLADOS
A GRAVEDAD**



**ACUEDUCTOS E
IMPULSIONES**



REDES SECAS

Dia. pequeño
(<600mm)

Long. corta
(<100m)

Dia. pequeño
(<600mm)

Long. larga
(>150m)

Dia. mediano
(≈1000mm)

Long. corta
(<100m)

Dia. mediano
(≈1000mm)

Long. larga
(>200m)

Dia. grande
(>1500mm)

**Long.
kilométrica**

Auger Boring
Guiado

Pipe Jacking*
(doble tubo o modifc.)

Auger Boring
Guiado
Pipe Jacking

Pipe Jacking

Pipe Jacking

HDD
Auger Boring
Pipe Ramming

HDD

HDD
Auger Boring
Pipe Ramming

HDD

Pipe Jacking

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
PIPE RAMMING	Baja	Corta	No	Sí	Baja
AUGER BORING	Baja	Corta	No	Sí	Media
PHD	Alta	Larga	No	No	Alta
PIPE JACKING	Alta	Larga	Sí	Sí	Muy Baja



ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

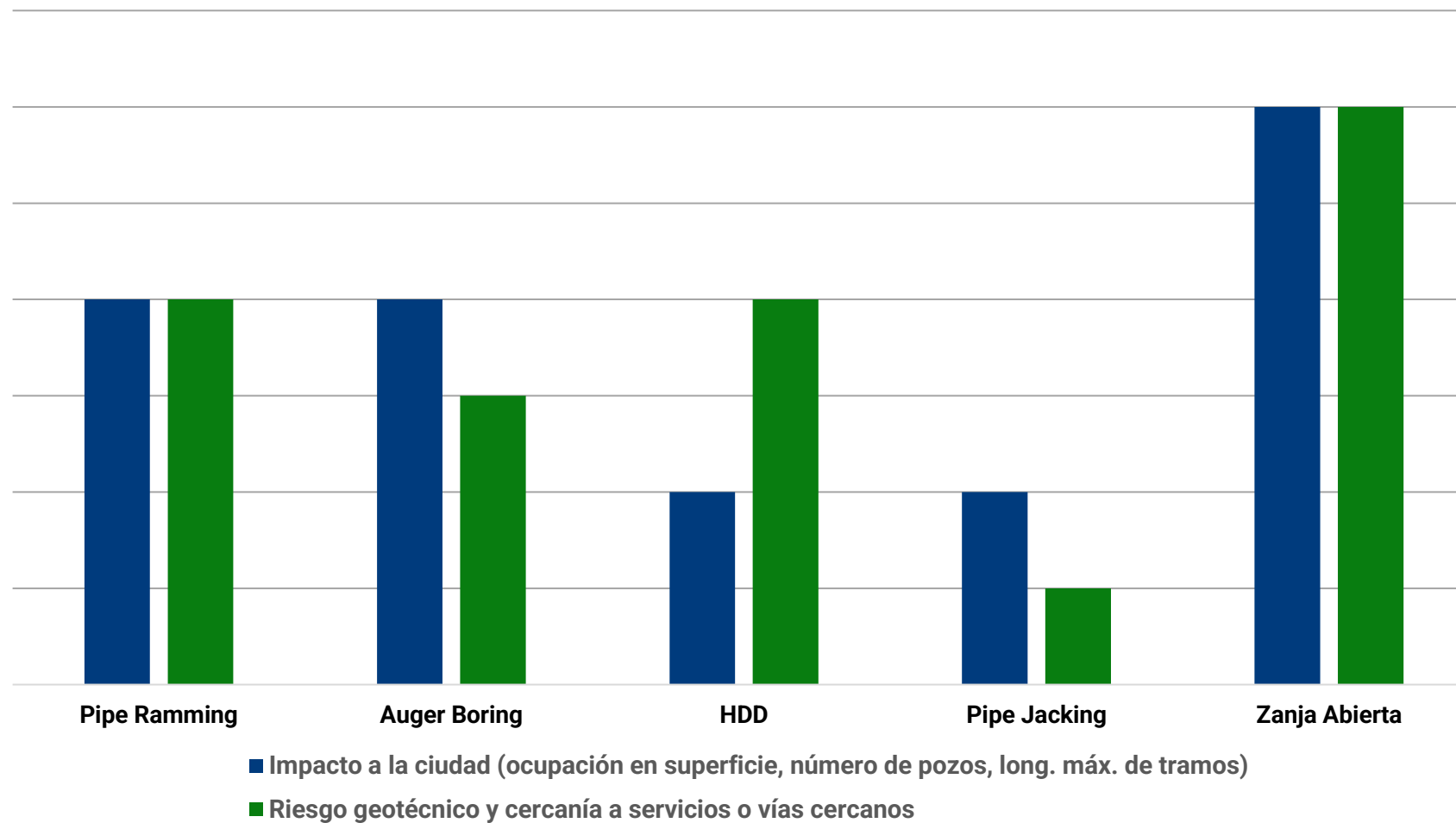


Ubicación

4

Limitaciones

Riesgos

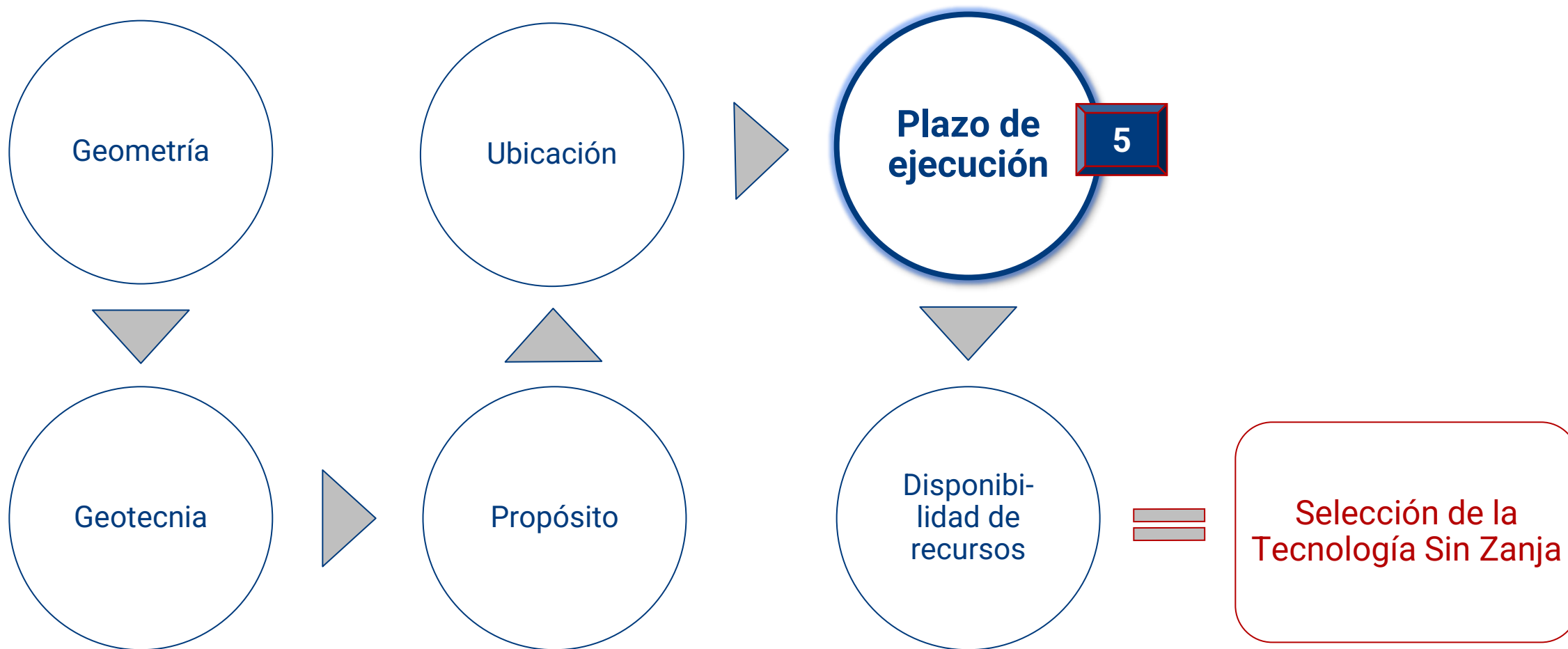




ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

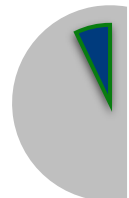


Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ





ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



Diseño conceptual



Trámites y Permisos iniciales



Estudios y Diseños



Accesos y Plataformas



Construcción de Pozos



Instalación Sin Zanja



Cámaras definitivas y Trabajos finales

Identificación de interferencias
Campaña geotécnica
Diseños geométricos
Diseños geotécnicos
Diseños estructurales



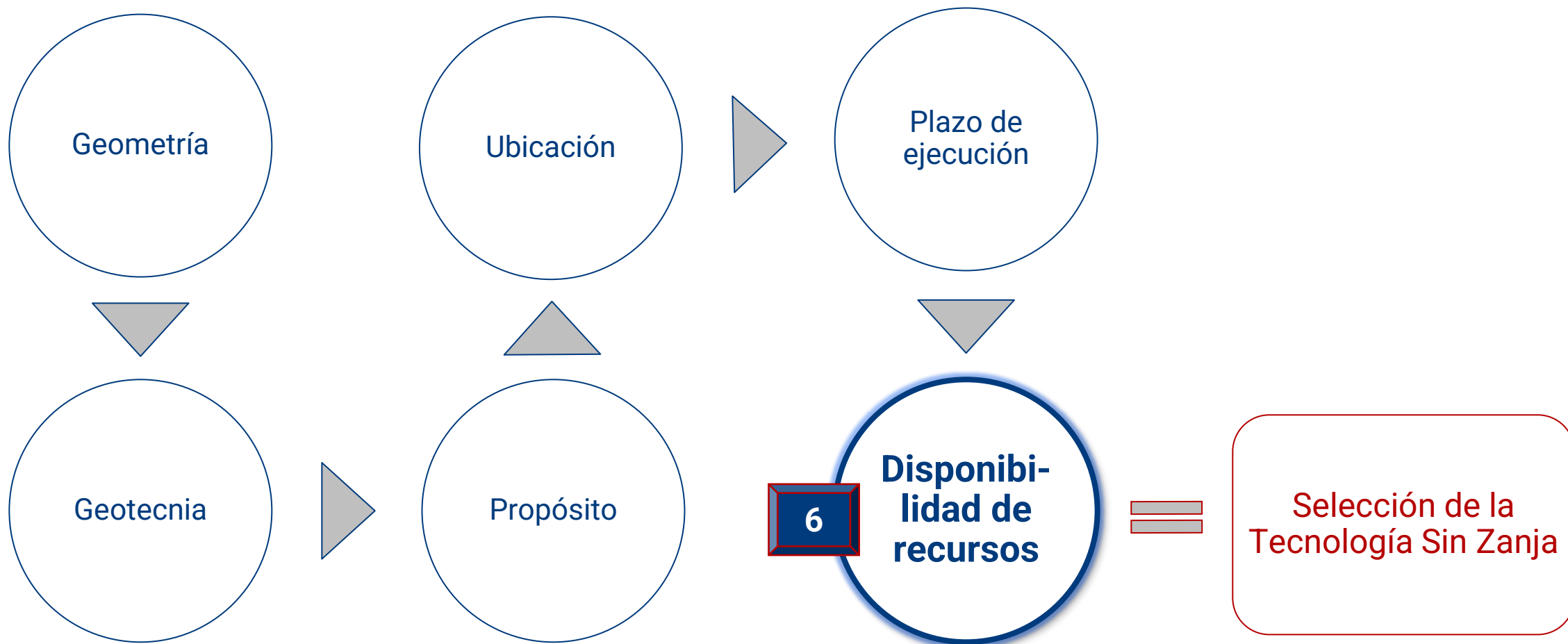
Ajustes a los diseños
Revisión de permisos



ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



Consideraciones básicas iniciales para la selección de la TSZ



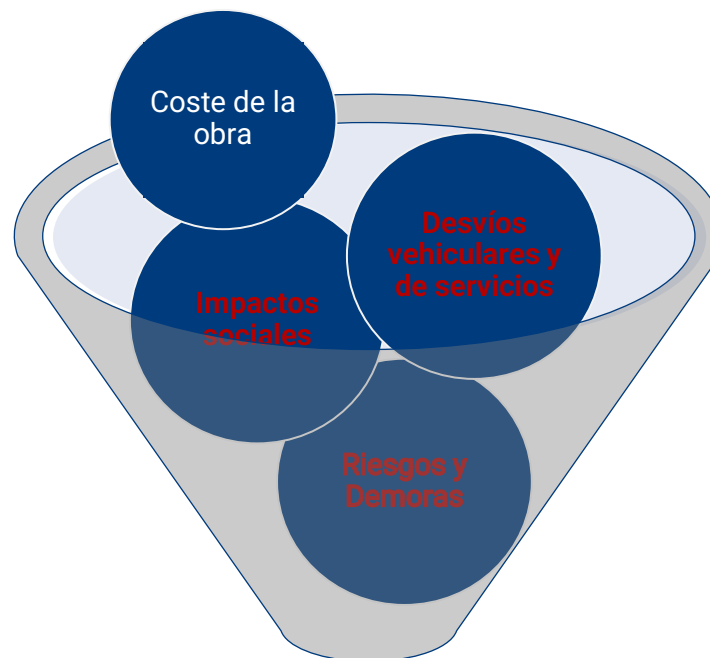


ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN



6

Disponibilidad de recursos

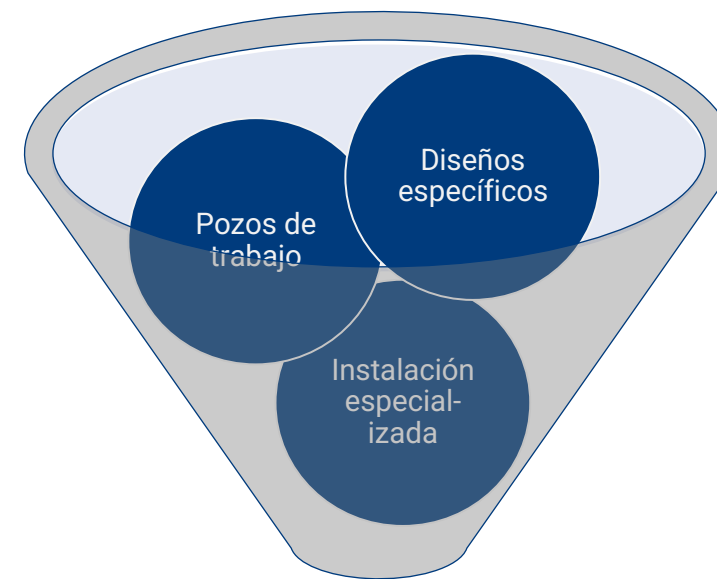


Zanja abierta



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

$\text{¿} > \text{ó} < \text{?}$



Sin Zanja

Coste obra Sin Zanja



ASPECTOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN

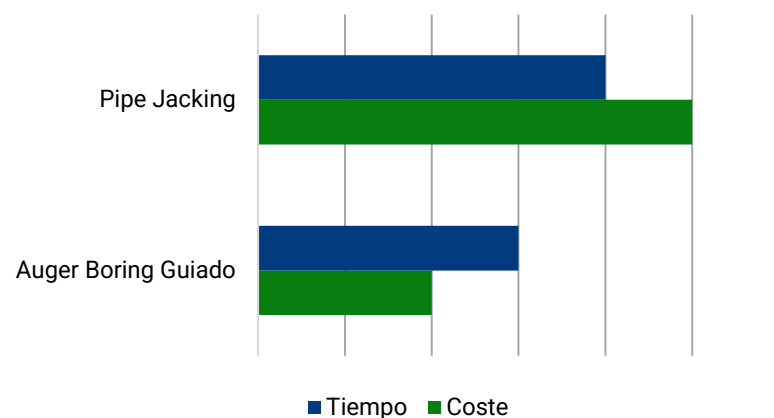


6

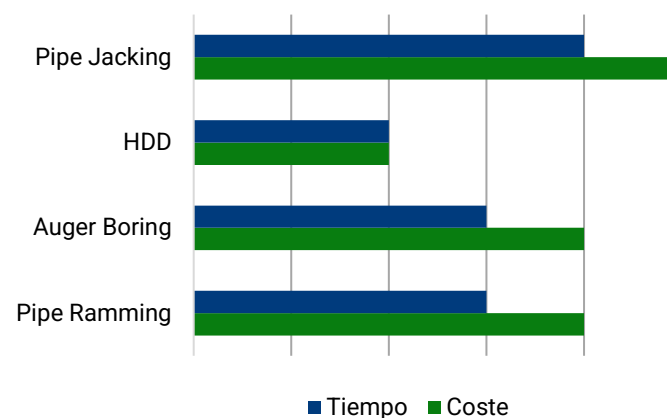
Disponibilidad de recursos

Idoneidad de las tecnologías según los requerimientos del proyecto

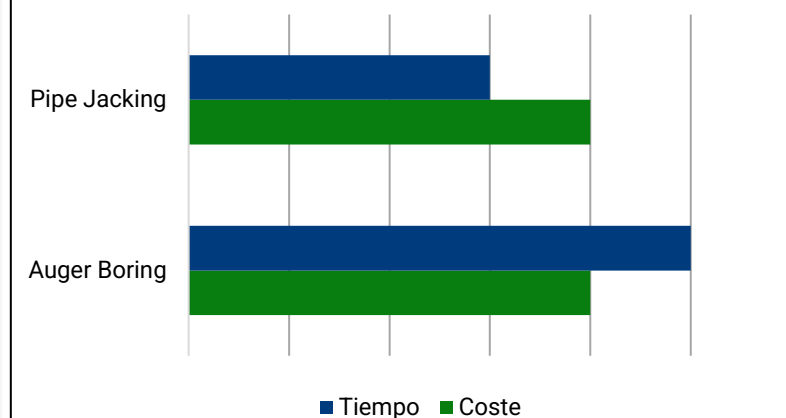
Escenario 1: Cruce corto alcantarillado gravedad
DI 900mm L<80m



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

