



# INTRODUÇÃO ÀS TÉCNICAS DE PROJETO PARA OBRAS DE INSTALAÇÃO DE REDES POR MND – FURO DIRECIONAL (HDD)

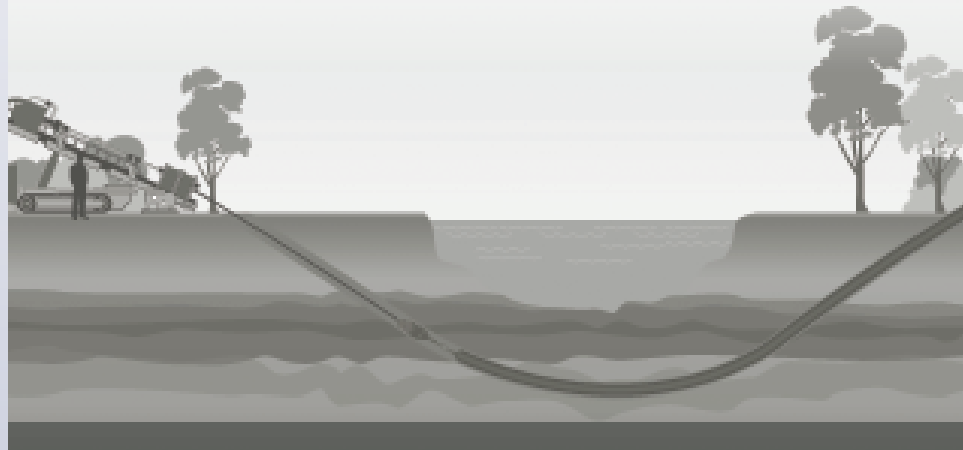
Autor: SERGIO A. PALAZZO

Apresentação: CONGRESSO ABES FENASAN 2017



NASTT APRESENTA  
**HDD PERFURAÇÃO  
HORIZONTAL DIRECIONAL**  
GUIA DAS MELHORES PRÁTICAS

4ª EDIÇÃO



# Métodos utilizados no Brasil com frequência

---

## ☒ **Perfuração Horizontal Direcional**

- ☒ Para instalação de redes novas de águas e esgotos (Somente Pressurizadas)
- ☒ Para inserção de tubulações de PEAD em redes existentes.

## ☒ **Arrebetamento de Redes pelo Mesmo Caminhamento**

### ☒ **Estático**

- ☒ Para redes de águas

### ☒ **Dinâmico**

- ☒ Para redes de esgotos

## ☒ **Tubo Cravado**

### ☒ **Micro Túnel**

### ☒ **Túnel Escavado – Boring Machine**

### ☒ **Tubo Piloto**


## ☒ **Perfuração percussiva**

- ☒ Para cravação de tubos camisa – Pipe Ramming
- ☒ Para ligações domiciliares


# Métodos pouco usados ou em introdução no País

---


## CIPP

-  Utilizado para reabilitação de redes velhas, principalmente de águas, drenagem, e menos frequentemente de esgotos.

## Tubo Piloto

-  Frequentemente usado para instalação de redes de esgotos.

## Reparos Pontuais

-  Frequentemente utilizados para reparar um defeito em uma rede existente, mais frequentemente de esgotos.

Quando escavamos com uma retro ou escavadeira, lançamos o material escavado no caminhão, visualmente..



Quando trabalhando com HDD, o material escavado tem que sair do túnel em suspensão no fluido de perfuração



- Portanto, fluidos de perfuração são dependentes das propriedades físicas e químicas dos solos
- Sua aplicação requer estudos que envolvem reologia e outros aspectos científicos da combinação água e fluídos
- Não é matéria para ser dispensada





# Um pequeno desafio a enfrentar

---

- Transportar o material escavado (cortado) de dentro do túnel ou furo para a superfície pelo espaço anelar que existe entre a haste de perfuração e o diâmetro interno do furo, e depois quando com o produto, a diferença para este.
- Essa proporção geralmente é de 1 x 5, ou seja um m<sup>3</sup> de material escavado, requer 5 m<sup>3</sup> de fluidos para trazê-lo para fora em suspensão
- Um furo de 450 mm de diâmetro para instalação de um tubo de 300 mm de diâmetro externo, com 100 m de comprimento, produzirá quase 20 m<sup>3</sup> de solo, portanto requererá 100.000 l de fluidos para retirá-lo em suspensão

# PESQUISA

---

## ☒ Investigação Geotécnica:

- ☒ Em MND a determinação do tipo de solo é imprescindível para que se faça a recomendação do método adequado, e o seu conseqüente projeto executivo.
- ☒ O método mais expedito é a eletrorresistividade.
  - ☒ Trata-se de um método indireto que todavia nos dará indicações muito seguras do tipo de ocorrência no subsolo, e permitirá conduzir um certame mais eficaz e econômico de sondagem percussiva ou a trado.
- ☒ Outra informação pode ser obtida pelos ensaios já existentes de outras instalações anteriores.
- ☒ Depressões na superfície no caso de HDD, Hidrofratura e calço hidráulico, se evita conhecendo-se o tipo de solo e tendo um bom projeto de fluido.

# TIPOS DE SOLOS

## I Coesivos (finos)

- Argilas
- Areia (Siltosos)
- Argilo-Arenosos e etc.
- **Requerem escavação e são compactáveis**

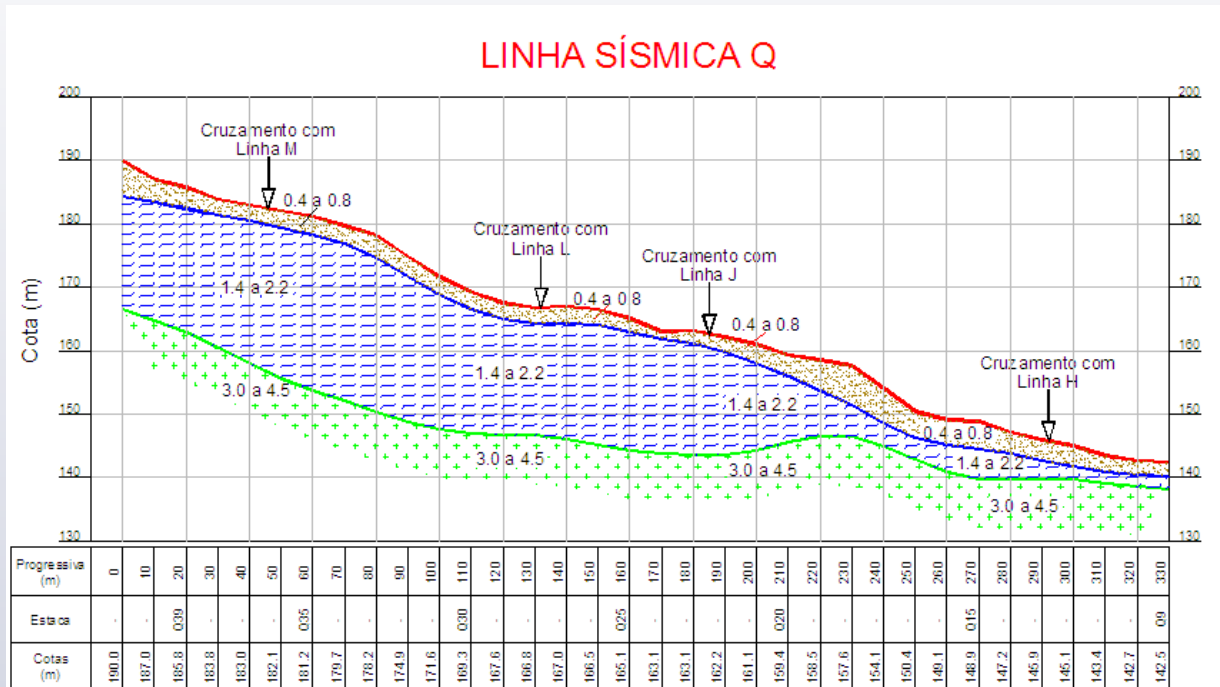
## I Granulares (não coesivos)

- Areia
- Cascalhos
- Matacos
- **Requerem escavação e compactação**

## I Rochas

- Sedimentárias
- Metamórficas
- Igneas
- **Requerem escavação, ou penetração**

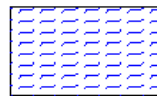
# PESQUISA - ELETRORRESISTIVIDADE



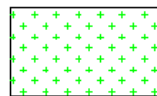
## CORRELAÇÃO ENTRE VELOCIDADES DE ONDA P E TIPOS DE MATERIAL



**CAMADA 1: 0.4 a 0.8 km/s (Primeira Categoria - Escavável)**  
Material Pouco Compactado  
Solos Superficiais



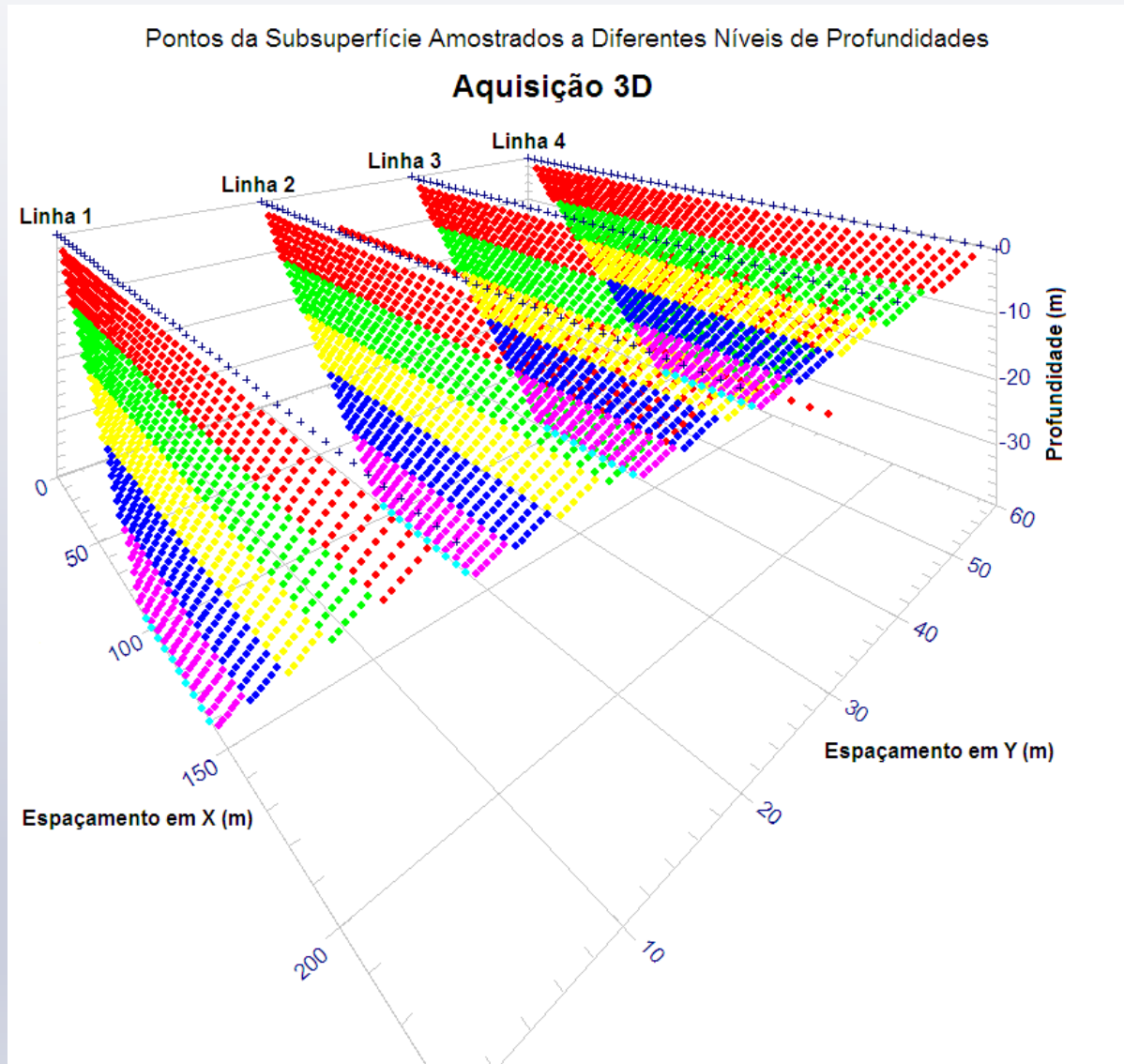
**CAMADA 2: 1.4 a 2.2 km/s (Primeira Categoria - Escarificável)**  
Material medianamente a bastante compactado  
Solos Residuais Compactos (Provavelmente Saturados)  
e/ou Material Rochoso Bastante Alterado/Fraturado  
(A Compactação deve Aumentar em Profundidade)



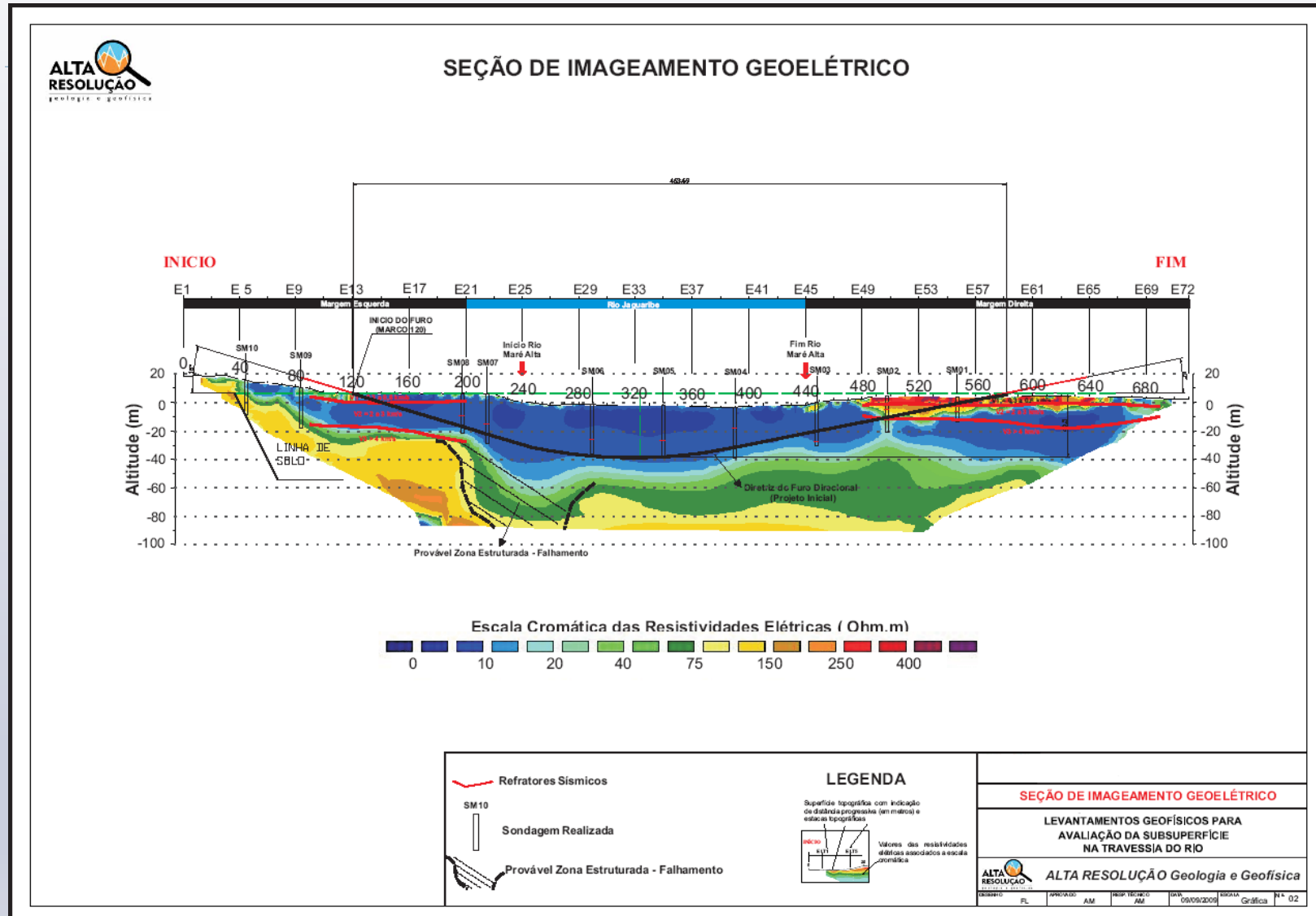
**CAMADA 3: 3.0 a 4.5 km/s (Terceira Categoria)**  
**Remoção por explosivo**  
Material Rochoso

imagens cedidas pela ALTA RESOLUÇÃO

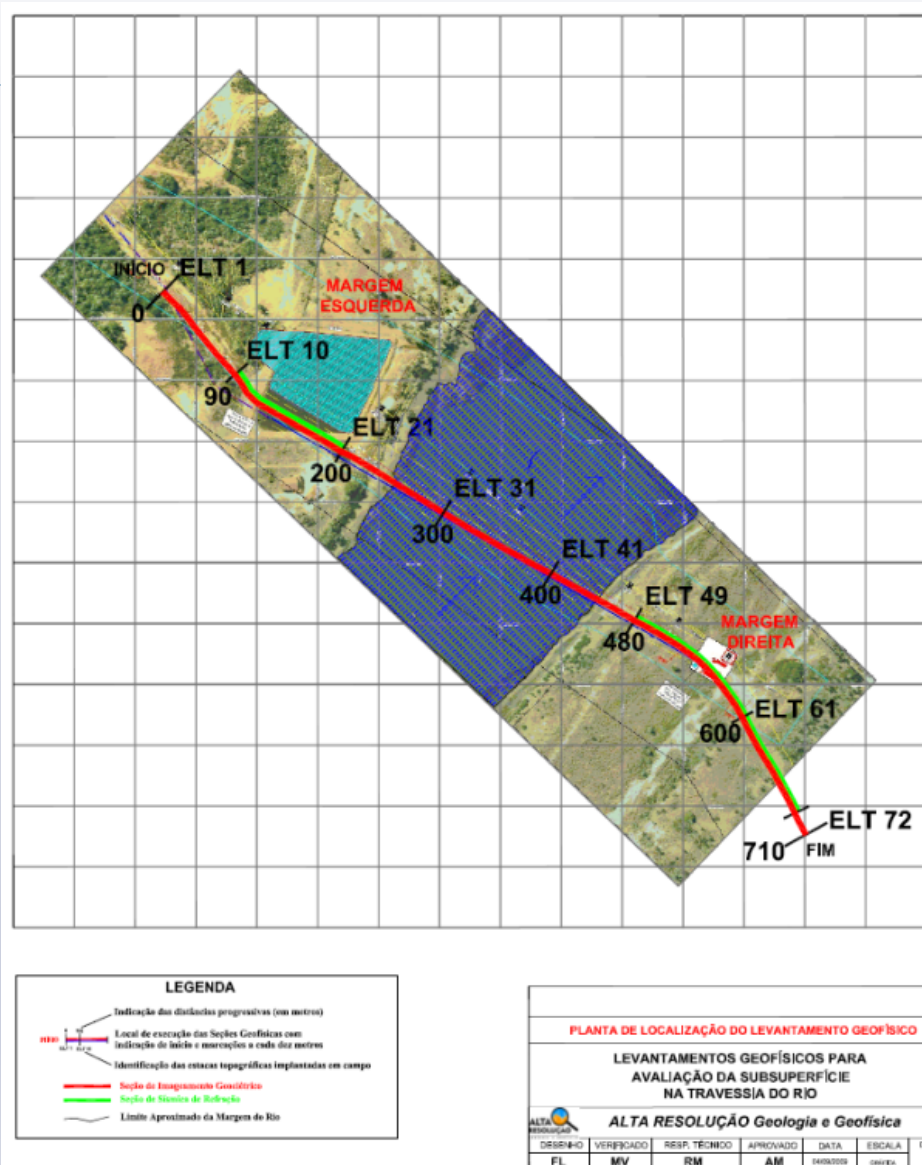
# PESQUISA - ELETORRESISTIVIDADE



# PESQUISA – ELETORRESISTIVIDADE PARA FURO DIRECIONAL



# PESQUISA – ELETRORRESISTIVIDADE PARA FURO DIRECIONAL



# AValiação Na visita ao local

- ☒ Primeira preocupação é a superfície:
  - ☒ Acesso de veículos e máquinas de porte;
  - ☒ Espaço para instalação de máquinas e/ou canteiros;
  - ☒ Levantamento planialtimétrico;
  - ☒ Calçadas, edificações, postes, árvores (tipo – ficus) e estado das mesmas (cuidado com o meio ambiente) e etc.
  - ☒ Locação dos pits de entrada ou shafts de emboque e saída.
  - ☒ Córregos
  - ☒ Instalações de redes visíveis (drenagem, esgoto, água, comunicação, energia)
  - ☒ Estruturas e restrições no alinhamento da rede.
  - ☒ Estruturas danificadas (devem ser registrados) que podem vir a ser mais danificadas, ou reclamadas sem razão.
  - ☒ A coleção de dados de todas as ruas, georeferenciadas, deve ser cuidadosamente levantada.



# PESQUISA – GEOTECNICA/GEOLOGIA

---

- ❏ Com todos esses recursos queremos determinar (para o MND é simplesmente indispensável):
  - ❏ A natureza do solo e sua estratificação;
  - ❏ Obtenção de amostras de solos para análise visual;
  - ❏ A profundidade e natureza de rocha (se houver);
  - ❏ Observação da drenagem de fora para dentro e vice versa;
  - ❏ O nível do lençol freático;
  - ❏ O Projeto do Fluido de Perfuração

# PESQUISA

---

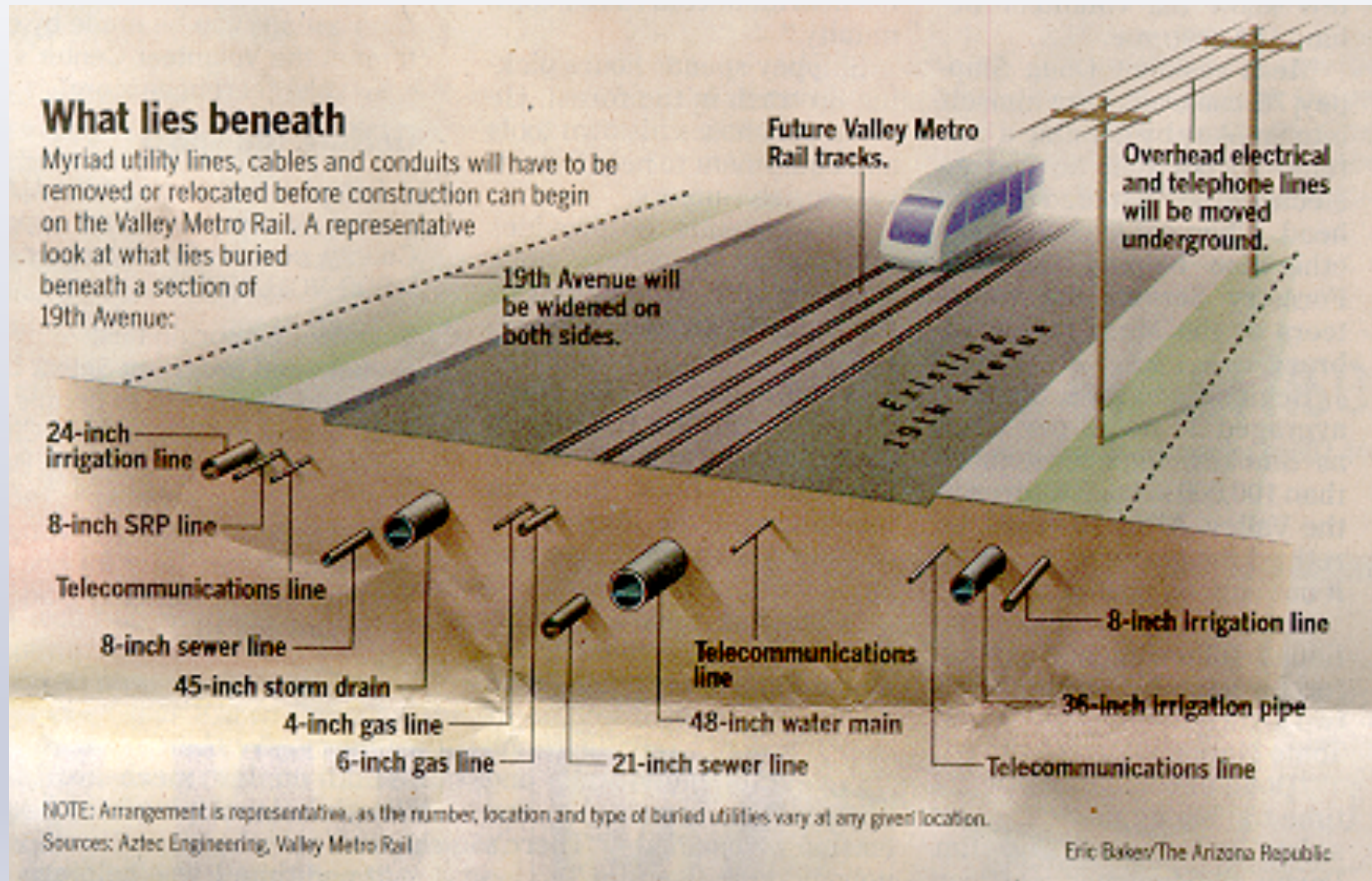
## ☒ Instalações no subsolo:

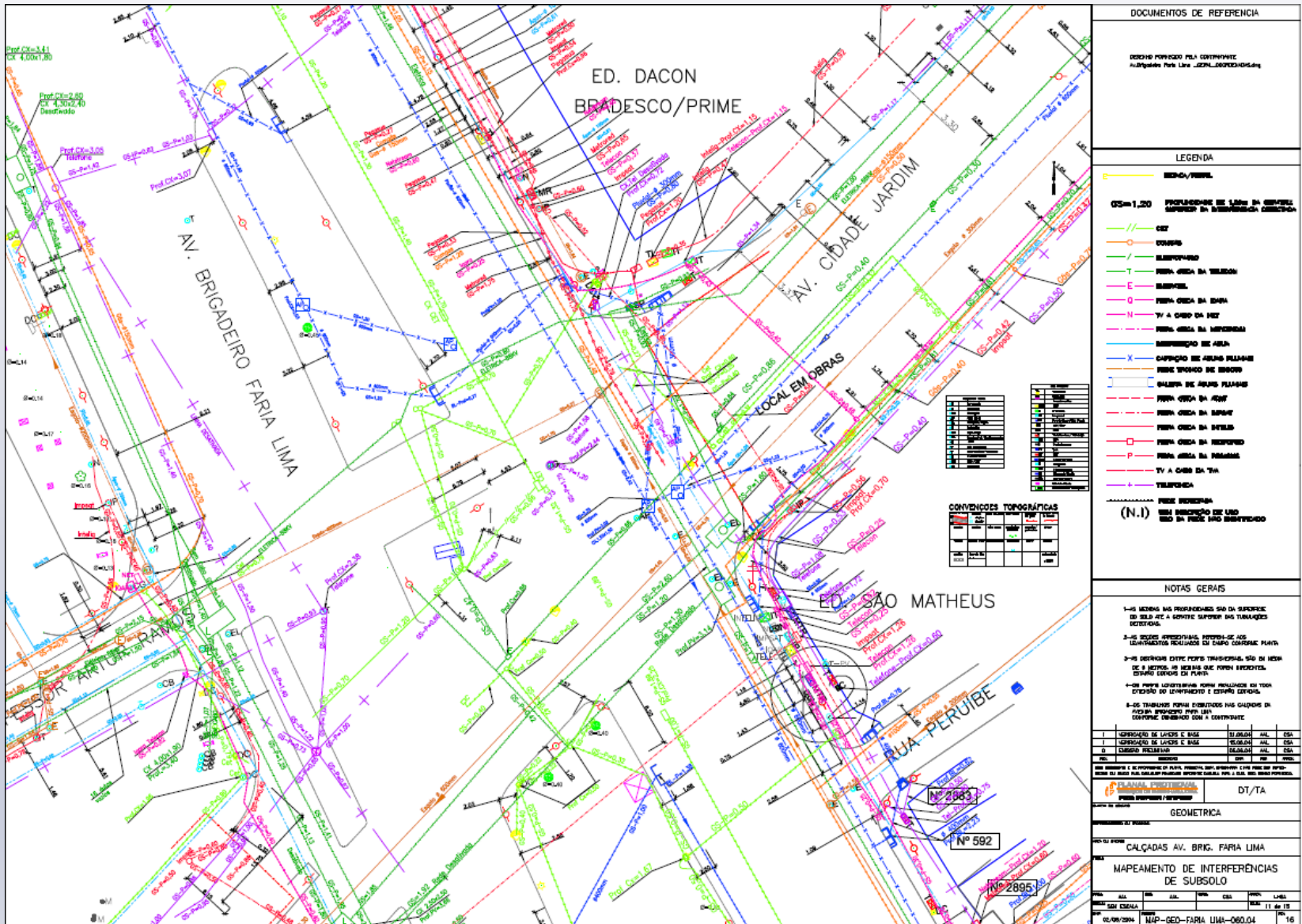
- ☒ Plantas com o cadastro de todos os concessionários (com ou sem qualidade ou ainda confiabilidade).
- ☒ Chegagem de todas as redes a partir de:
  - ☒ Inspeção com pipe-locator
  - ☒ Inspeção com géoradar
  - ☒ Abertura de vala de sondagem (ou no futuro escavação a vácuo) em até 3 m para cada lado do eixo da instalação
  - ☒ Hoje existe uma matéria (SUE) Subsurface Utility Engeneering (Engenharia de Instalações no Subsolo), ainda não praticada no Brasil. Ela avalia, inclusive as relocações de redes de outras concessionárias, ou do proprietário da própria rede, por exemplo.

# INTERFERÊNCIAS



# Remanejamentos e Ampliações alteram as locações de redes constantemente





# AVALIAÇÃO NA VISITA AO LOCAL

---

- ☒ Escolas, Hospitais, Bombeiros, e outros prédios no entorno da obra que não podem ter seus acessos impedidos, devem estar relatados antes do projeto;
- ☒ Raio mínimo de giro de veículo de emergência (seu reciclador de lama, ou sua máquina podem impedir este tipo de manobra)
- ☒ Desvio de tráfego pesado para ruas sem suporte para isso;
- ☒ Sinalização (mão e contramão podem vir a ser um problema):
- ☒ Em HDD, pense no espaço para a tubulação e para a solda.
- ☒ APPs











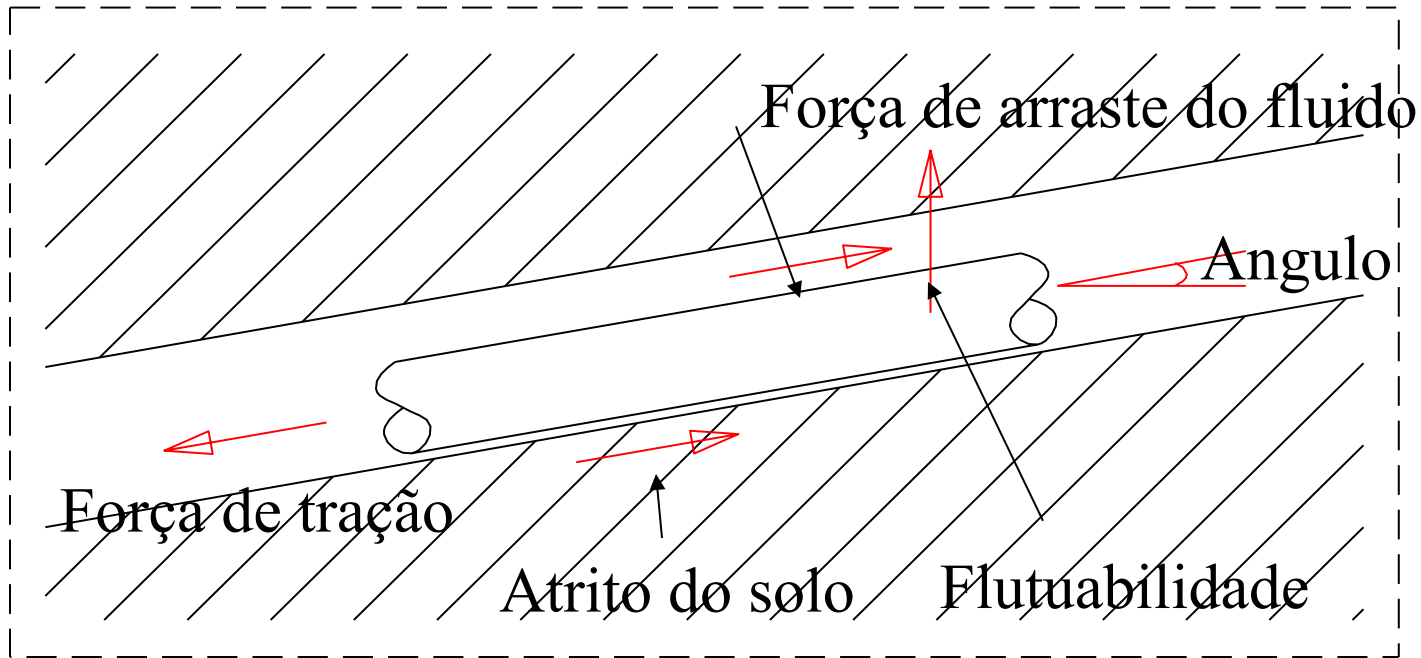
# ISTO É O QUE NÃO QUEREMOS, MAS ACONTECE



Isto pode acontecer....



# Avaliação das tensões nas tubulações devem fazer parte do plano de furo



## ☒ Estresses a serem considerados:

- ☒ Tração nas ferramentas e produtos
- ☒ Torção nas hastes e ferramentas
- ☒ Flambagem nas hastes
- ☒ Atritos diversos

PORTANTO UM PLANO DO FURO DEVE SER APRESENTADO, ELE É FUNDAMENTAL PARA O SUCESSO DA OBRA

PODE-SE PROJETER O PLANO DE FURO, MAS TAMBÉM PODE-SE SERVIR DE SOFTWARES EXISTENTES NO MERCADO  
(AS PRÓXIMAS IMAGENS FORAM CEDIDAS PELO ENGº RENÉ ALBERT DA VERMEER)

## Pressure drop calculations for return fluids!

### Input

Hole diameter (mm)  
 Product/pipe outside diameter (mm)  
 Distance (m)  
 Depth (m)  
 Pump output (Liters/minute)

### Metric

500	mm
413	mm
250	m
3	m
1200	Liters/minute

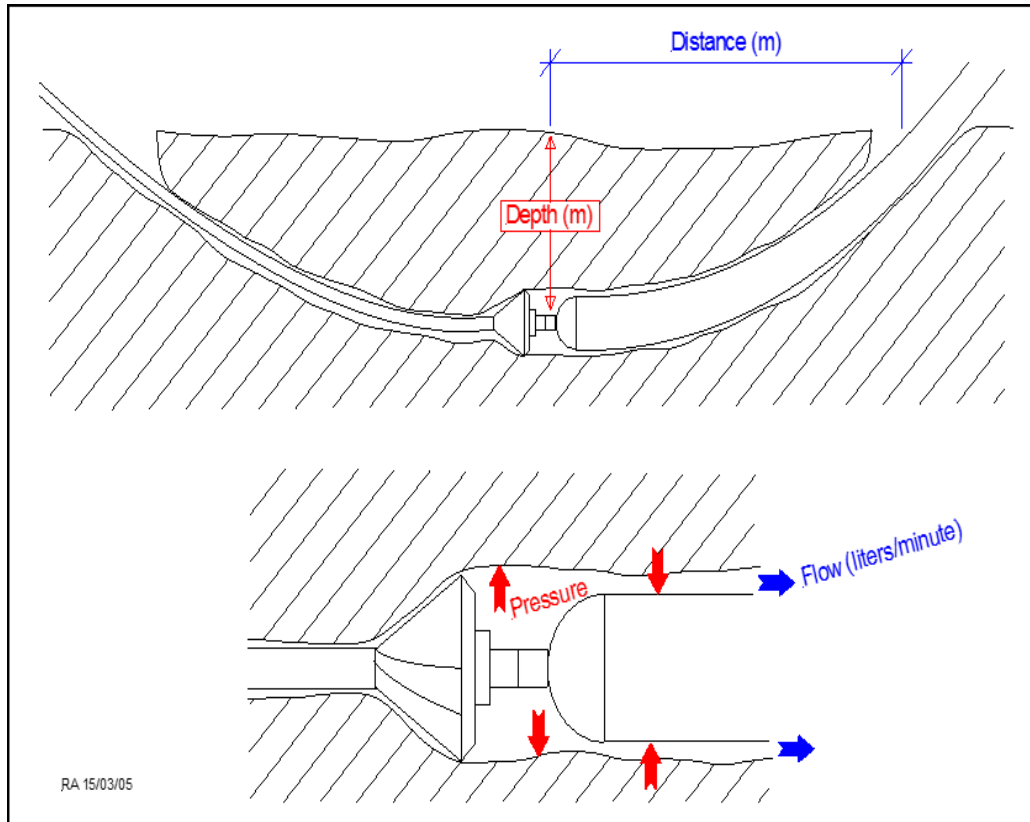
19,7	Inches
16,3	Inches
820,2	Ft
9,8	Ft
311,7	Gallons/minute

### Return fluid properties

Yield point  
 Plastic viscosity

60
34

60,0
34,0



## Estimated pulling forces in a HDD operation

Following program calculates an estimated pulling force on the product taking the buoyancy, soil friction and mud friction in consideration for a project with entry and exit at the same height .

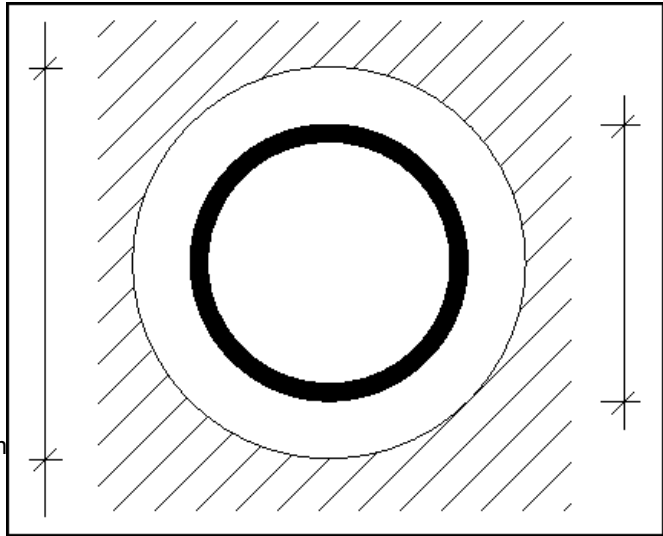
Input	Product outside diameter(mm)	500mm	
	Product inside diameter(mm)	413mm	
	Calculated weight for HDPE(0.99Kg/dm <sup>3</sup> )		61,76Kg/m
	Calculated weight for STEEL(7.8Kg/dm <sup>3</sup> )		486,60Kg/m
	Product weight (Kg/m)	88Kg/m	
	Mud density	1,25Kg/dm <sup>3</sup>	(Default 1.25)
	Length(m)	250m	

Please give the rest of the input on Reaming, Mud volumes before continuing this program !!!



This section gives an estimate on the required holesize and amount of fluid needed for a given productdiameter and length.

Recommended minimum hole size		
HDPE	664,5833mm	26,16"
STEEL	750mm	29,53"



Hole size	450mm
Reaming steps ( 1 > 5 )	3
Mud/Soil ratio ( 1 > 10 )	5
Machine pump output (L/min)	1200L/min
Rodlength (cm)	450cm

Fluid velocity		m/min
Soil volume (m3)	39,76m3	
Mud volume (m3)	198,80m3	198803,9Liters
Total Pumping time needed	166min	2,76Hours

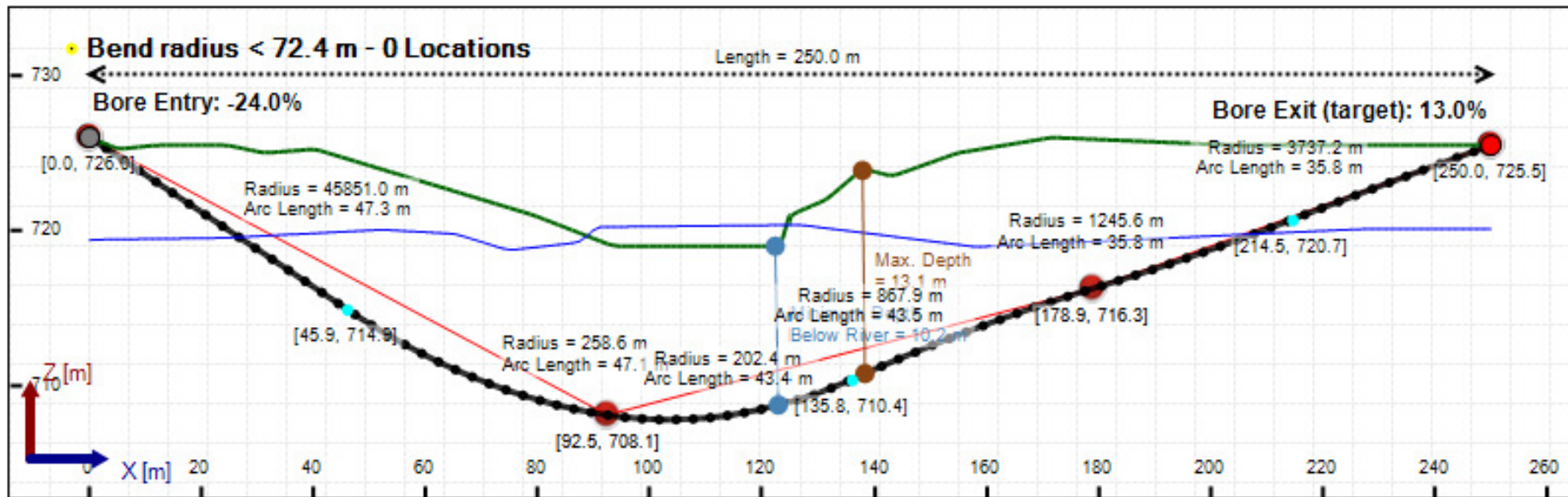
Reamer sizes (mm)	260mm >	367mm >	450mm >	450mm >	450mm
Reamer sizes (")	10,19"	14,41"	17,65"	17,65"	17,65"

Time needed per reaming stage	55min	0,92Hours	
Speed per reaming stage	4,53m/min	0,99min/rod	59sec/rod

## COST COMPARISON CLASSIC > RECYCLING

GIVEN	HOLE DIAMETER (mm)	670	soilvolume (m3)	88		
	BORE LENGTH (m)	250				
	MIXING UNIT VOLUME (cubic m)	50				
	RECYCLING VOLUME (cubic m)	20				
	MUD PITs VOLUME (cubic m)	100				
	ADDITIONAL VOLUME (cubic m)	10				
	WATER COST/Cubic m (USD)					
	MUD / SOIL RATIO	4				
	BENTONITE % (%)	7,5	COST/Kg			
	POLYMER % (%)	0,1	COST/(Kg or Lt)			
SODA ASH % (%)	0	COST/Kg				
ADDITIONAL % (%)	0,1	COST/(Kg or Lt)				
NEEDED	WITHOUT RECYCLING		RECYCLING			
		Quantity	Cost			
	WATER (lt)	352561	0	WATER (lt)	335175	0
	BENTONITE (Kg)	26442	0	BENTONITE (Kg)	25138	0
	POLYMER (Lt)	352	0	POLYMER (Lt)	335	0
	SODA ASH (Kg)	0	0	SODA ASH (Kg)	0	0
	ADDITIONAL (Kg)	352	0	ADDITIONAL (Kg)	335	0
Total cost	0		0			

## Bore Cross-Section View



| BoreAid®

Generated Output

# A MÁXIMA

---

**MND (HDD)  
NÃO É UMA CIENCIA EXATA!**

**MND  
NÃO É UMA SOLUÇÃO PARA  
TODOS OS CASOS**

# Participe dos CURSOS DE MND pela INTERNET



[www.cursosmnd.com.br](http://www.cursosmnd.com.br)

FAÇA UM CURSO COMPLETO  
OU ESPECÍFICO DE MND  
PRESENCIAL OU ONLINE

**ENGENHEIRO SÉRGIO A. PALAZZO**

Especialista na aplicação dos Métodos Não Destrutivos para: Construção de Redes Novas, Reabilitação ou Renovação de Redes Velhas, Água, Esgotos, Gás, Energia e Telecom.



**AGUARDEM  
O LANÇAMENTO  
EM BREVE.**

- OS CURSOS TÊM UM DIA DE AULA PRÁTICA DE CAMPO
- AULAS COM DINÂMICA DE GRUPO E EXERCÍCIOS PRÁTICOS
- VISITA A OBRAS
- SEJA PATROCINADOR DO PROGRAMA.
- CONSULTE AS CONDIÇÕES

**FAÇA SEMPRE UM PROJETO  
DETALHADO QUANDO  
UTILIZA MND**

**SAP SERVICE ENGENHEIROS CONSULTORES**  
Rua Picadilly, 20 - Valinhos - SP / Brasil - 13278-280



**(19) 3869-1000 • (19) 99219-5511 • [spalazzo@sapervice.com.br](mailto:spalazzo@sapervice.com.br)**