



14ª EDIÇÃO

CURSO TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES geofix

Realização

geofix

Parcerias


Universidade Presbiteriana
Mackenzie

Campus
Higienópolis


Associação Brasileira de Engenharia de Fundações e CONTENÇÕES

Lobe 

Participações
Especiais


APOIO APOIO
41 ANOS

MG&A
Engenharia de Qualidade

BRASFIX
FUNDAÇÕES DE OBRAS INDUSTRIAIS E PLANTAS


PRIME MUD
ENGINEERING IN BRILLIANT FLUIDS

CONSULTRIX


VIBES
ENGENHARIA


CONSTRUIR E CUIDAR

ZF 
ENGENHARIA
INDUSTRIAL

PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO E ROCHA

Eng. Marcio Abreu de Freitas
GEOFIX FUNDAÇÕES

- ÍNDICE

- Introdução;
- Origem histórica;
- Parede Diafragma em SOLO:
 - Conceito;
 - Mureta-guia;
 - Canteiro;
 - Lama bentonítica ou Polímero;
 - Ensaio da lama;
 - Preparação da Lama;
 - Escavação da Trincheira em solo;
 - Concreto;
 - Preparação e concretagem;
 - Tratamento da lama bentonítica.

- ÍNDICE

- Parede Diafragma em ROCHA: HIDROFRESA
 - Mureta-guia;
 - Canteiro;
 - Ferramenta;
 - Sequência executiva;
 - Preparação do emboque;
 - Controle de verticalidade;
 - Equipamentos;
 - Distância das divisas;
 - Dados necessários para projeto;
 - Juntas entre lamelas;
 - Central Recicladora.
- Caso de Obra:
 - FARIA LIMA;
 - TWO TOWERS.

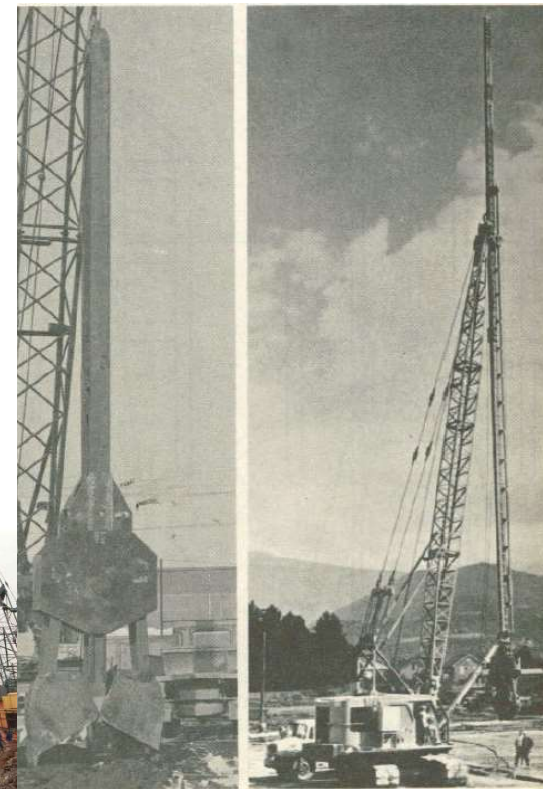
- INTRODUÇÃO

- Aumento da
- Aumento da
- Edificações
- Aumento da
- lençól freá



os;
s;
ades e

- ORIGEM HISTÓRICA



• ORIGEM HISTÓRIA

As primeiras aplicações foram para a impermeabilização de estruturas e para a construção de "off's" (parede plástica)

- Barragem

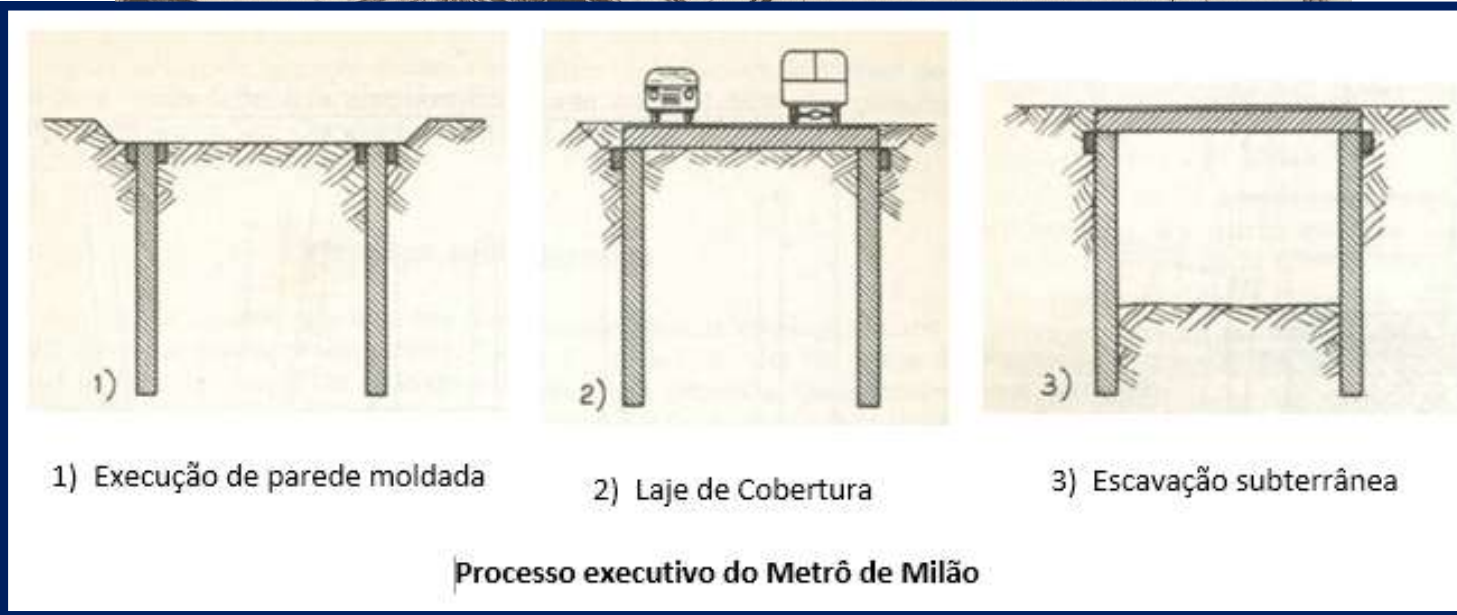
- Barragem

- Califórnia

- Diques de

1ª obra de

- Metro de



- ORIGEM HISTÓRIA – Outros métodos**

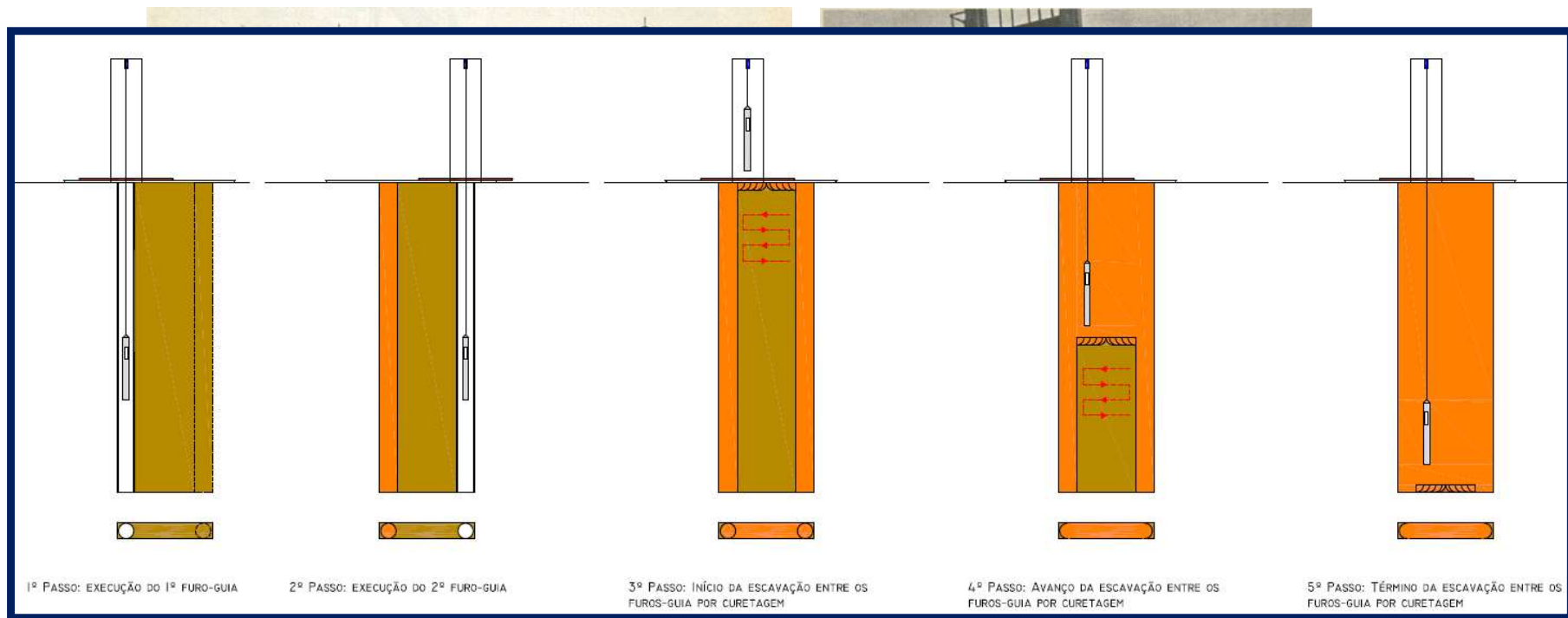
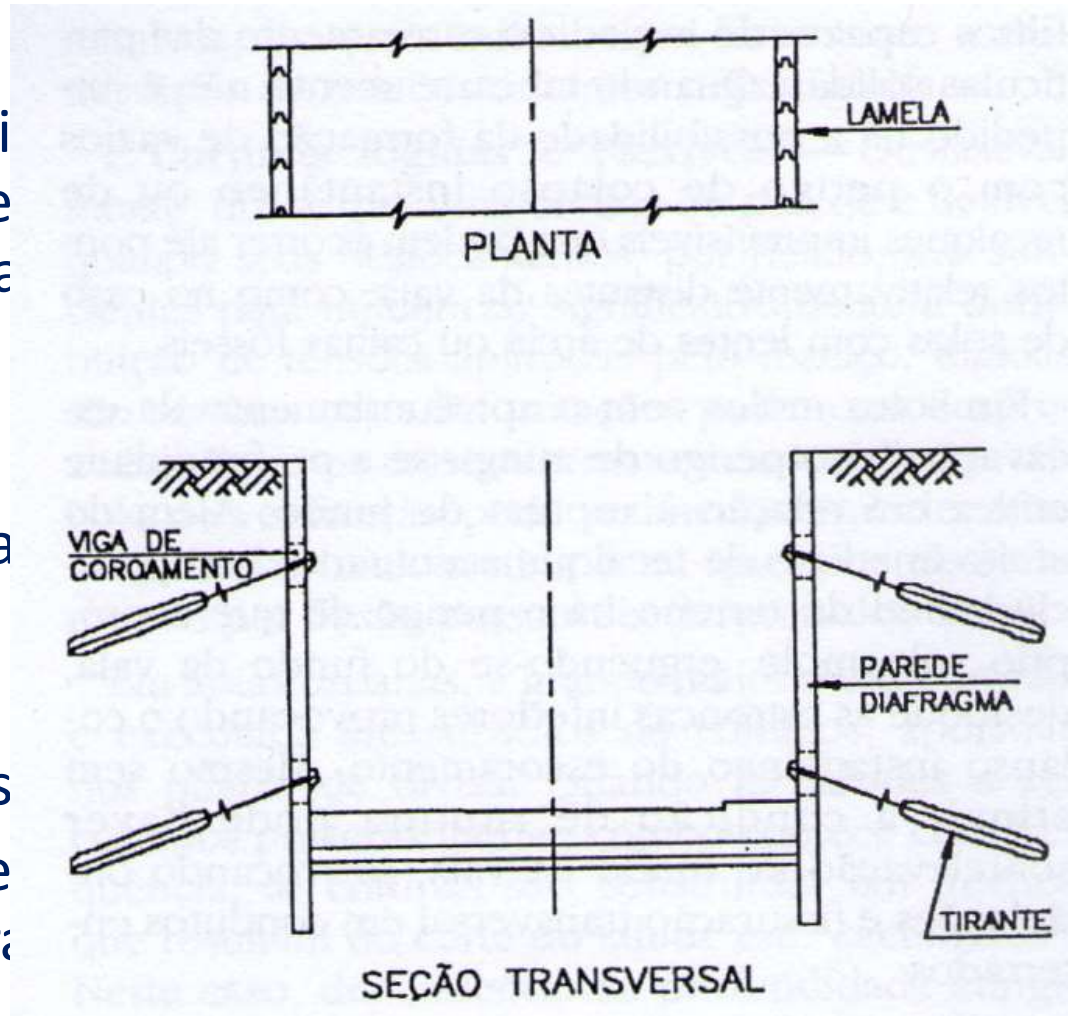


FIG. 2-11.

• PAREDE DIAFRAGMA

– Conceito:

São cortinas bentonita + cimento em trincheira aberta, estabilizadas com lama estabilizada



plástica (coulis: escavação de uma trincheira com o auxílio de uma

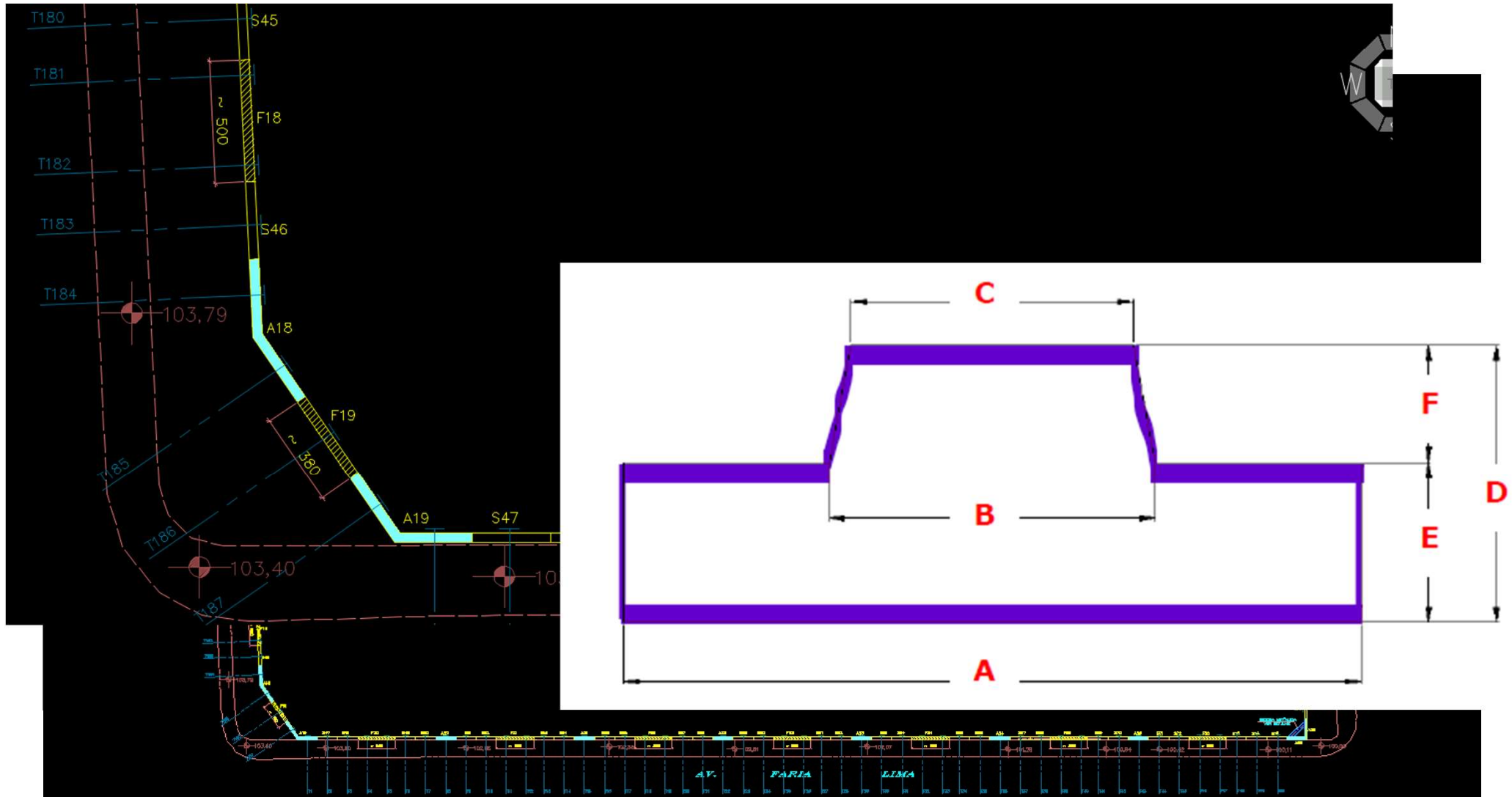
– Vantagens:

- Possibilidade de execução em áreas urbanas
- Possibilidade de execução em áreas com vibrações
- Execução rápida e com baixo custo
- Frequentemente utilizada em estruturas de contenção

estância;

utilização de estacas de concreto para a estabilização das paredes

• PAREDE DIAFRAGMA



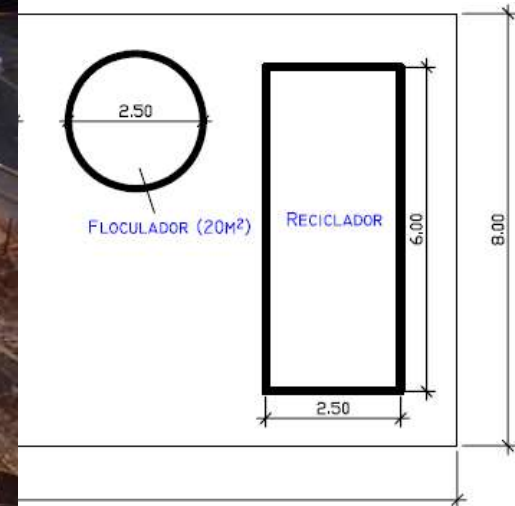
- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Mureta-guia:



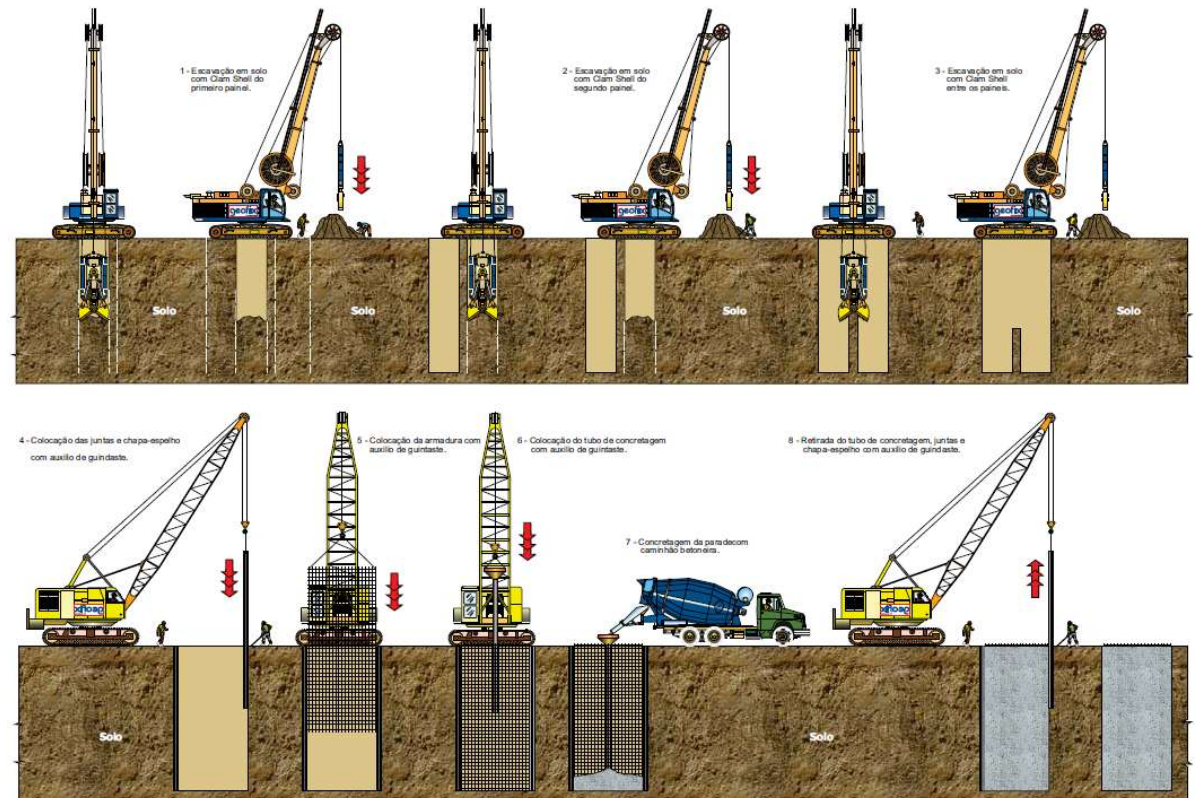
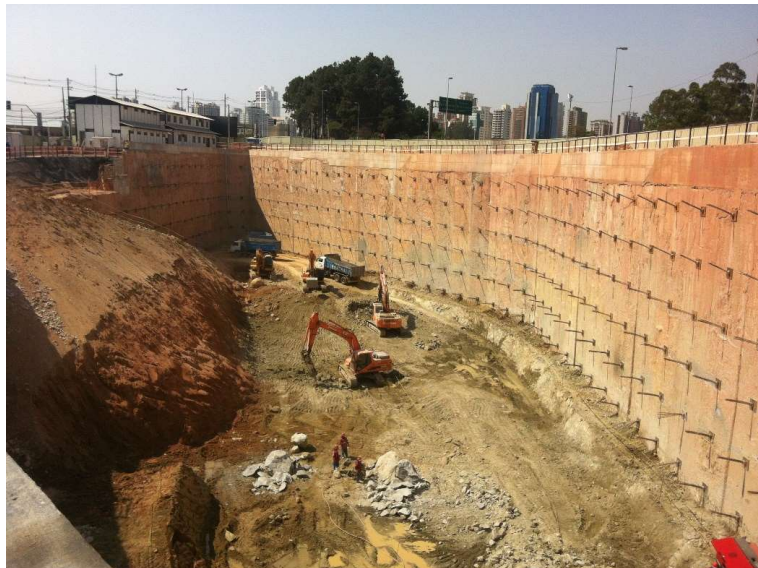
- PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO

– Cantei



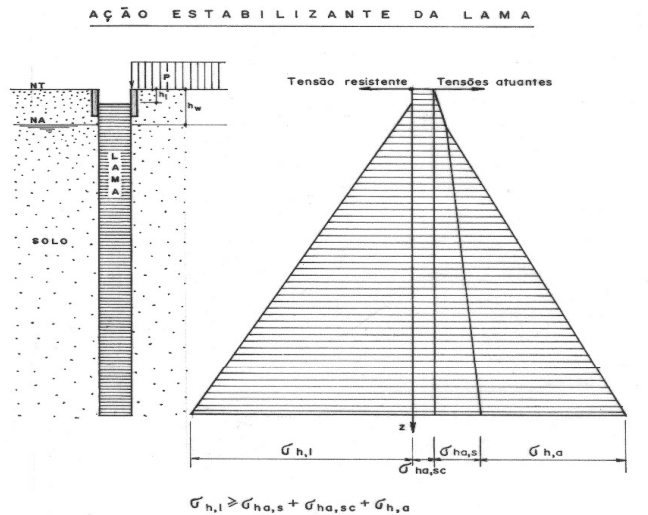
• PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO

– Sequência executiva:

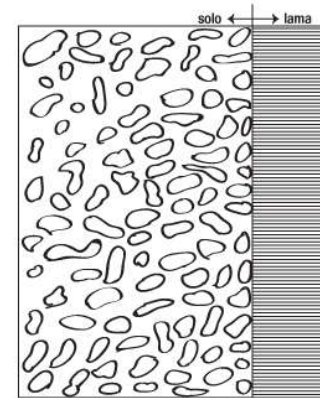


• PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO

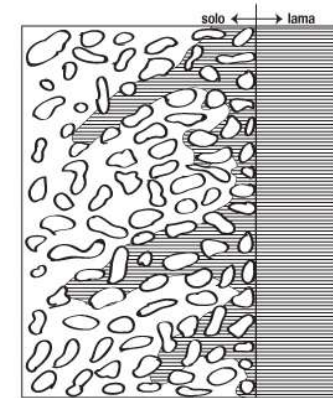
– Lama Bentonítica:



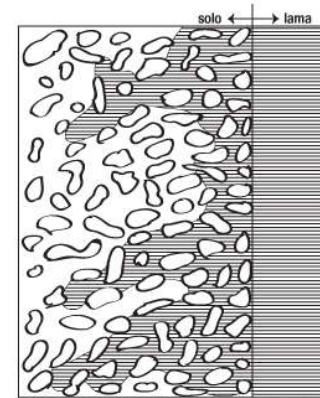
- h_w — profundidade do lençol d'água
- h_l — profundidade do nível da lama
- p — sobrecarga uniforme
- $\sigma_{h,a}$ — tensão normal, horizontal, exercida pela água
- $\sigma_{h,l}$ — tensão normal, horizontal, exercida pela lama
- $\sigma_{h,s}$ — tensão normal, horizontal, ativa, exercida pelo solo devido ao seu próprio peso
- $\sigma_{h,a,sc}$ — tensão normal, horizontal, ativa, exercida pelo solo devido a sobrecarga



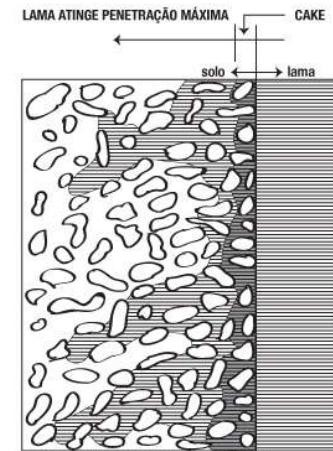
– contato da lama com o solo.



– a lama vai penetrando no solo.



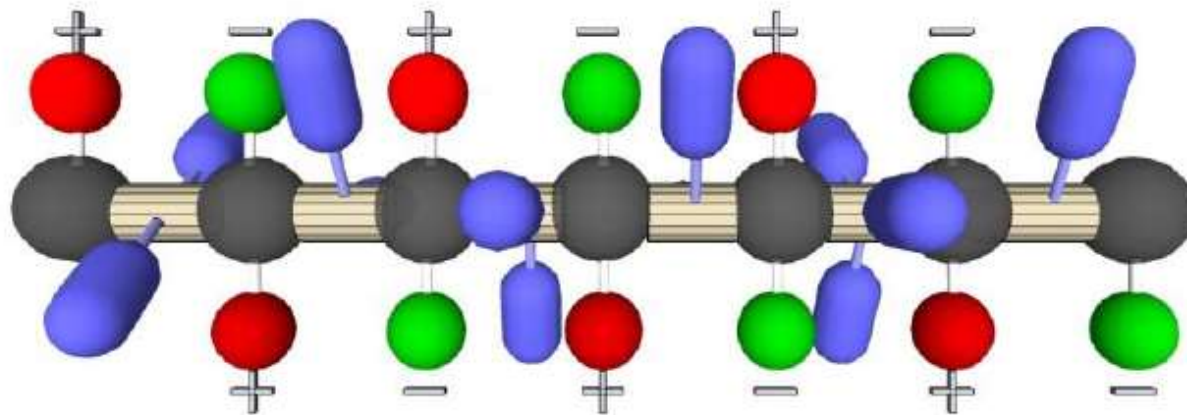
– a lama atinge a penetração máxima e vai entrando em repouso.



– a lama em repouso adquiriu rigidez (cake).
– forma-se o filme protetor.
– distribui melhor a pressão da lama no solo.

- PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO

– Polímero:



- **PAREDE DIAFRAGMA**

– Lama Bentonítica x Polímero:

PROPRIEDADES	LAMA BENTONÍTICA VALORES	POLÍMERO VALORES	EQUIPAMENTOS
Densidade	1,025 g/cm ³ a 1,10 g/cm ³	1,005 g/cm ³ a 1,10 g/cm ³	Densímetro
Viscosidade	30 s a 90 s	35 s a 120 s	Funil Marsh
pH	7 a 11	9 a 12	Indicador de pH
Teor de areia	≤ 3%	≤ 4,5%	Baroid sand content ou similar

- PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO

– Ensaio da lama:



- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Ensaio da lama:



- PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO

– Preparação da lama :



- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Escavação da trincheira:



- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Escavação (equipamentos auxiliares):



- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Escavação (limpeza de junta):



- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

- Concreto (ABNT NBR 6122/19):

- Slump Test: entre 220 mm e 260 mm;
- Dimensão de agregado de 9,5 a 25 mm (brita 1);
- Teor de exsudação inferior a 4%;
- Classe de Concreto (por classe de agressividade):
 - Classe I ou II - C30 (Resistência a Compressão ≥ 30 MPa aos 28 dias)
Fator água/cimento $\leq 0,60$
 - Classe III ou IV – C40 (Resistência a Compressão ≥ 40 MPa aos 28 dias)
Fator água/cimento $\leq 0,45$;
- Traço tipo bombeado;
- Consumo **mínimo** de cimento: **400 kg /m³ → 350 kg/m³**

- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

- Concreto – Instruções adicionais (ABEF/ABEG/ABESC):

- % de Argamassa em massa ≥ 55 %;
- Não utilizar cimento ARI;
- Especificar na nota fiscal a quantidade máxima de água a ser adicionada na obra considerando a água retida na central mais uma estimativa de água perdida por evaporação;
- Controle tecnológico de acordo com as normas vigentes:
 - ABNT NBR 12.655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle recebimento e aceitação – Procedimento
 - NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova
 - NBR 5.739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos

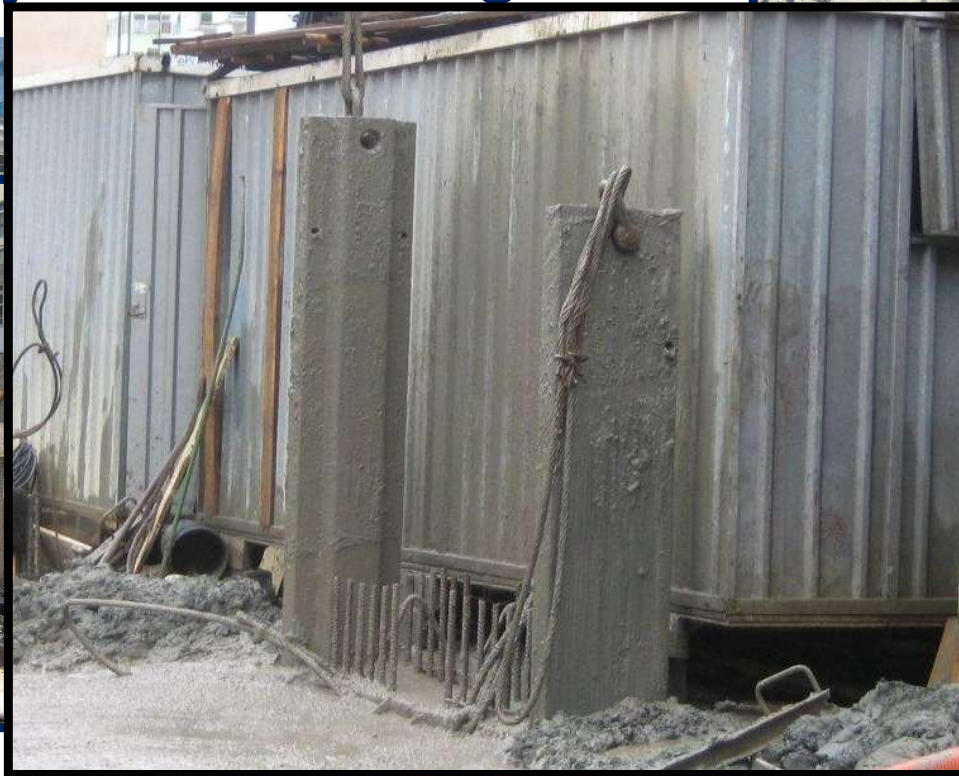
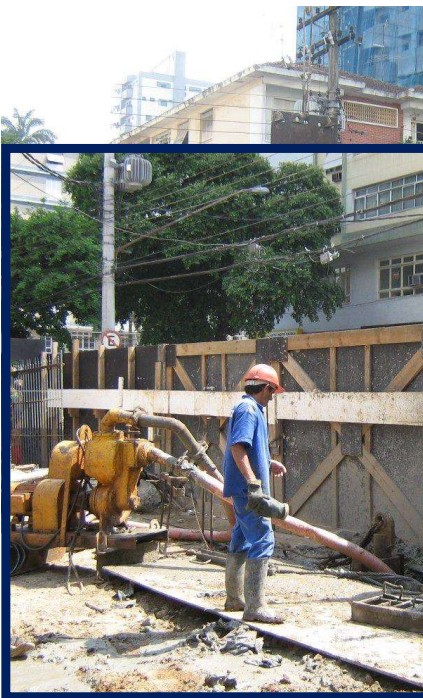
- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Concreto:



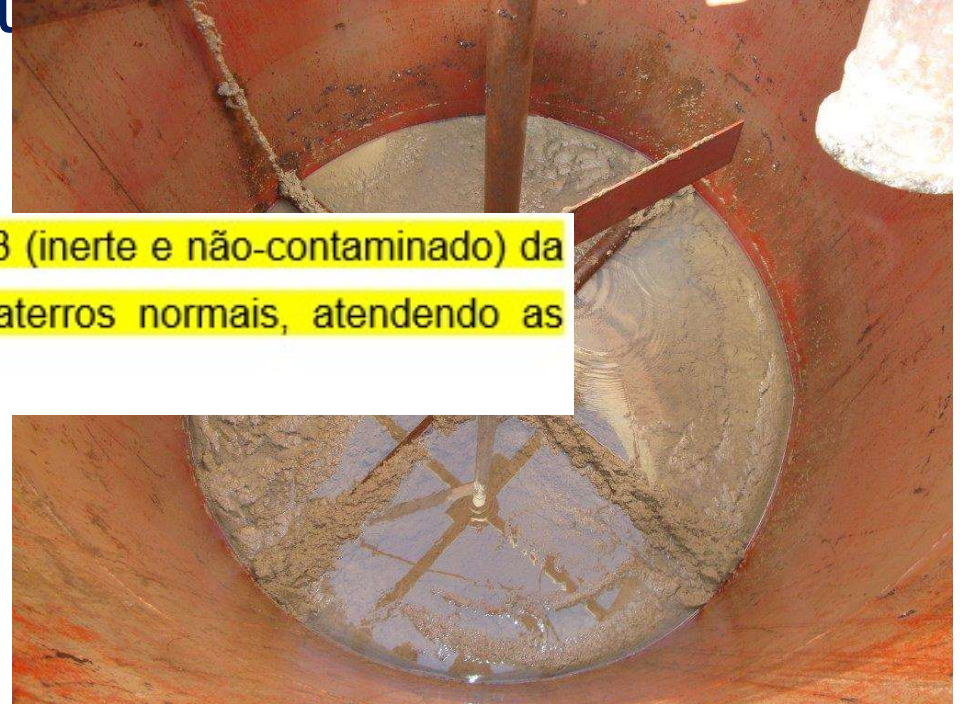
- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Preparação e concretagem:



- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

- Tratamento de lama bentonítica



O material decantado atende à classificação IIB (inerte e não-contaminado) da ABNT NBR10004 podendo ser lançado em aterros normais, atendendo as especificações da CETESB!!!

lonha
pa-Junta
ncreto

- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Vídeo:



geofix

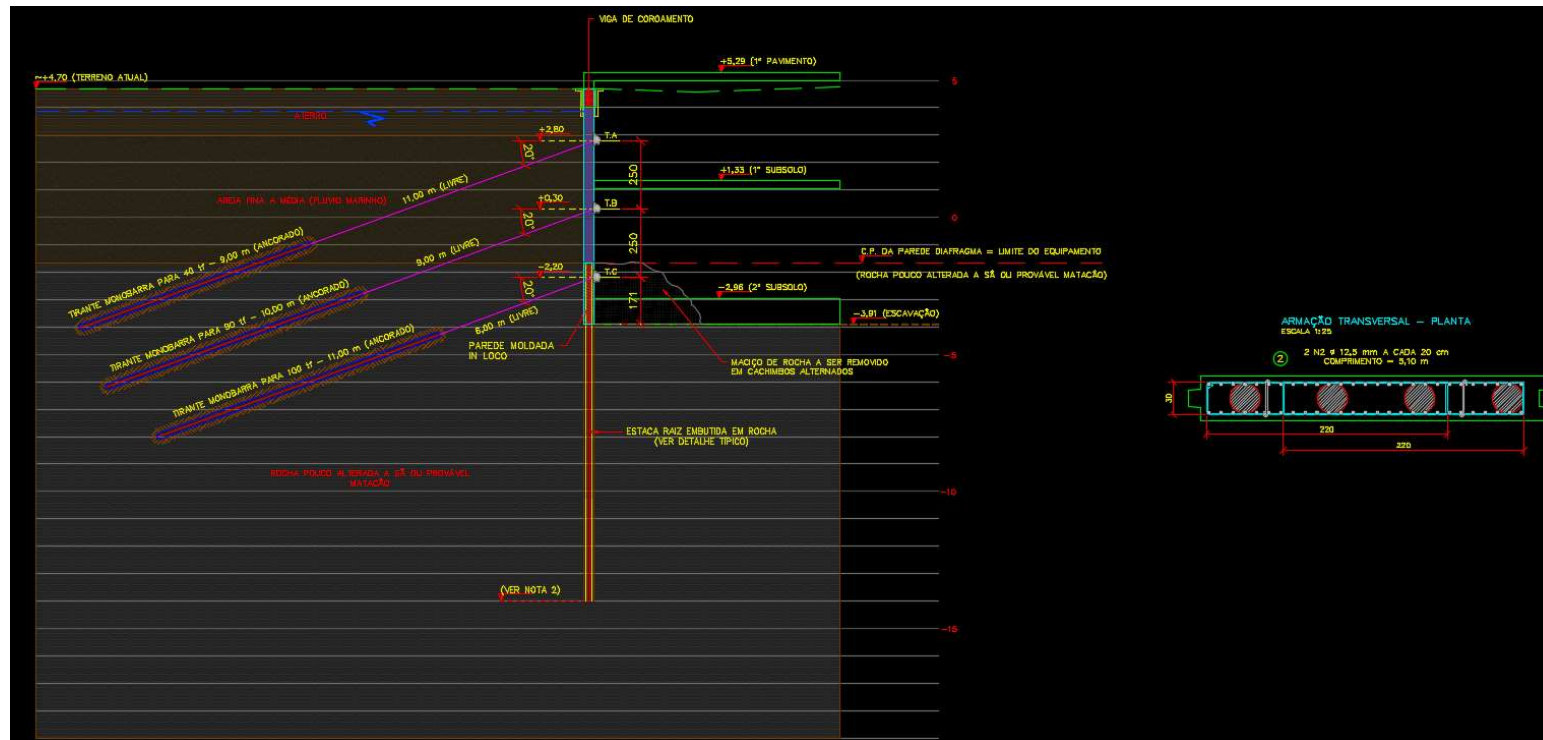
- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Limitações:



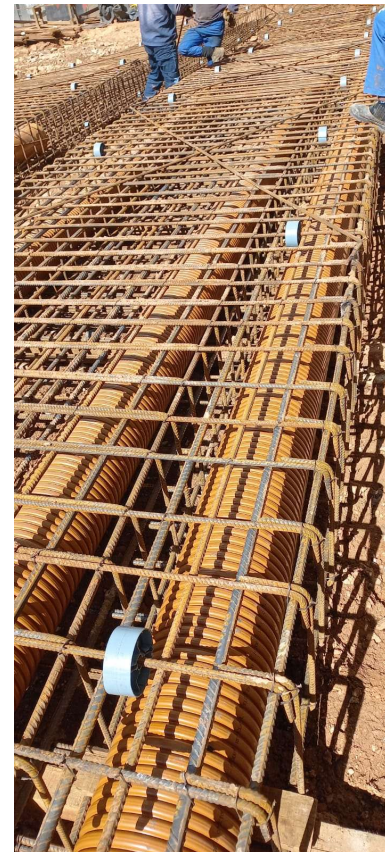
• PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO

– Limitações:



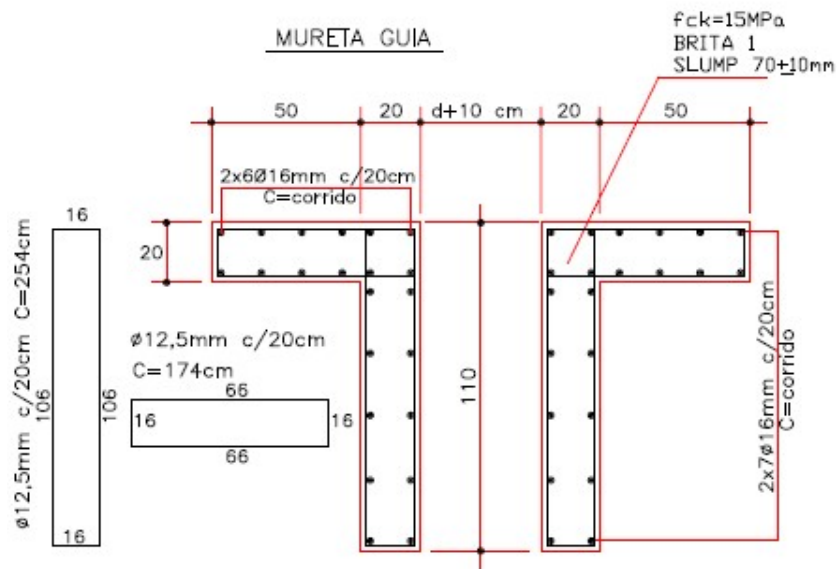
- **PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO**

– Limitações:



• PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

– Mureta-guia:



- **PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA**

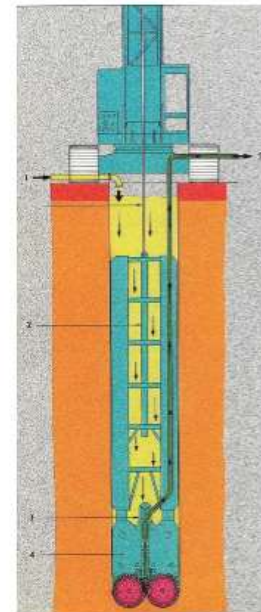
– Canteiro:



30.00

• PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

– Ferramenta:



- 1 – Inserção de lama bentonítica para escavação;
- 2 – Pistão de controle de descida;
- 3 – Bomba Submersa;
- 4 – Hidrofresa;
- 5 – Saída de material e bentonita;

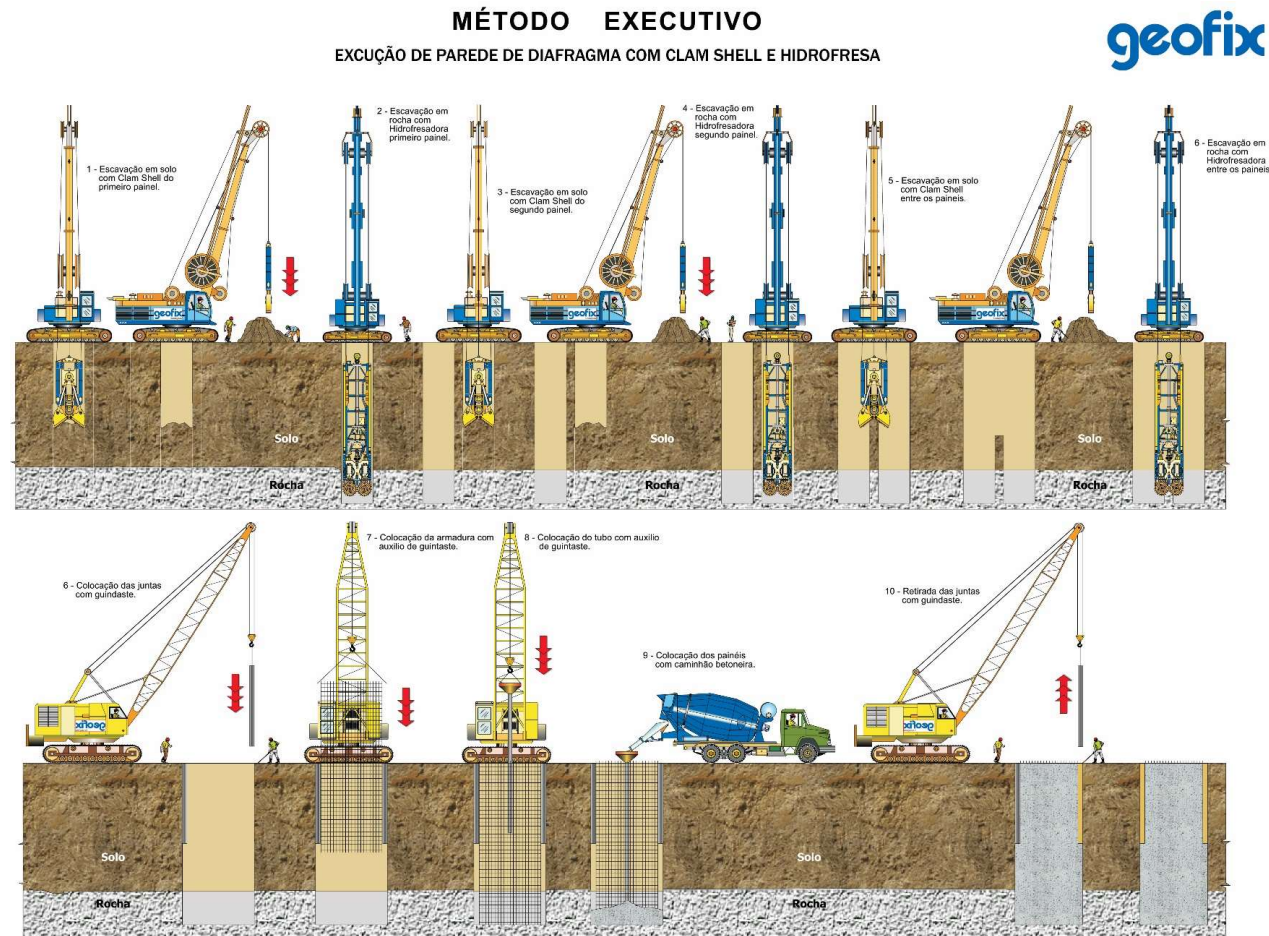
• PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

– Ferramentas:

PROPRIEDADES	PAREDE DIAFRAGMA EM SOLO	PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA
Espessuras	0,30 / 0,40 / 0,50 / 0,60 / 0,70 / 0,80 / 1,00 / 1,20 m	0,65 / 0,70 / 0,80 / 1,00 / 1,20 m
Painel Inicial	dimensão de 2,50 ou 3,20 m	* ferramenta de 2,50 m - painel de 2,50 ou 5,50 a 6,00 m * ferramenta de 3,15 m - painel de 3,15 ou 6,80 a 7,50 m
Painel Sequente	dimensão de 2,50 ou 3,20 m	-----
Painel de Fechamento	* ferramenta de 2,50 m - painel de 3,00 a 5,40 m * ferramenta de 3,20 m - painel de 3,70 a 6,80 m	* ferramenta de 2,50 m - painel de 2,10 m * ferramenta de 3,15 m - painel de 2,95 m

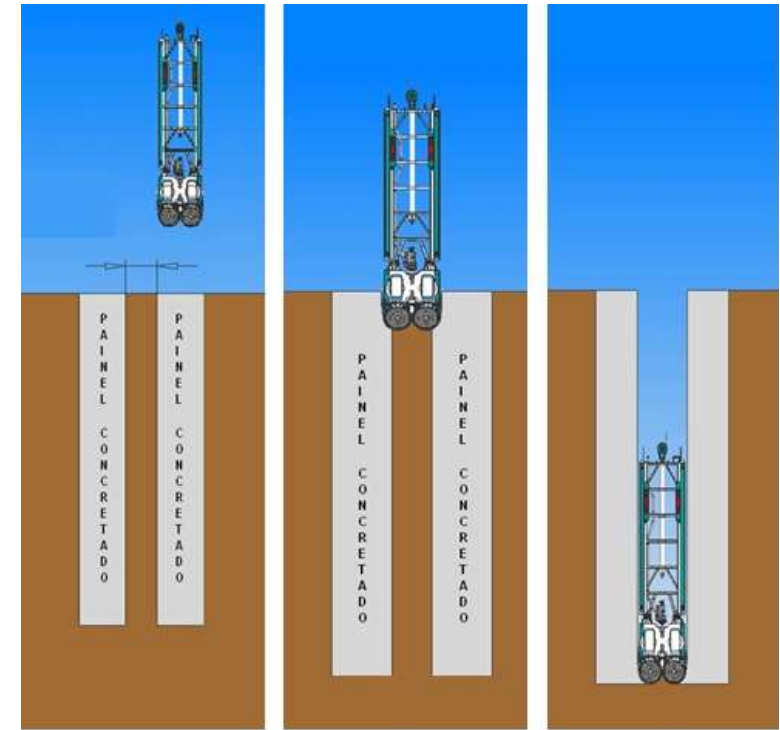
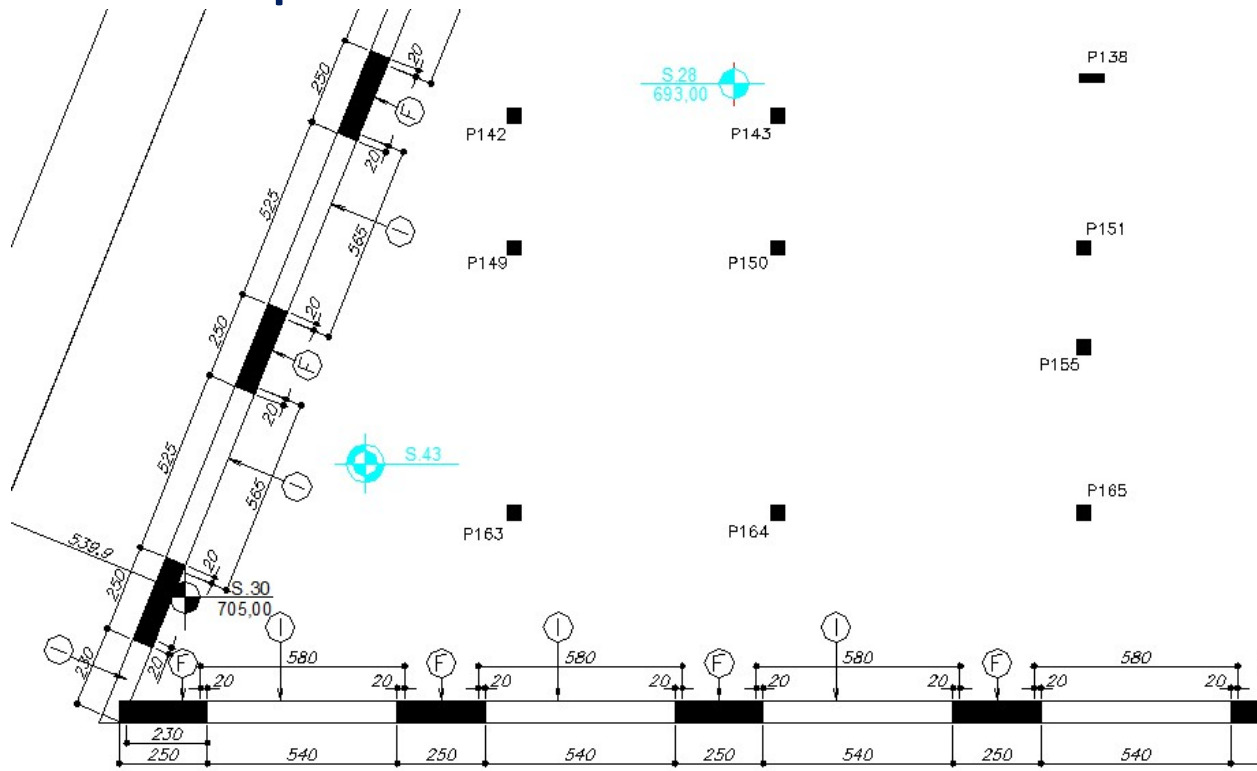
• PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

– Sequência executiva:



• PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

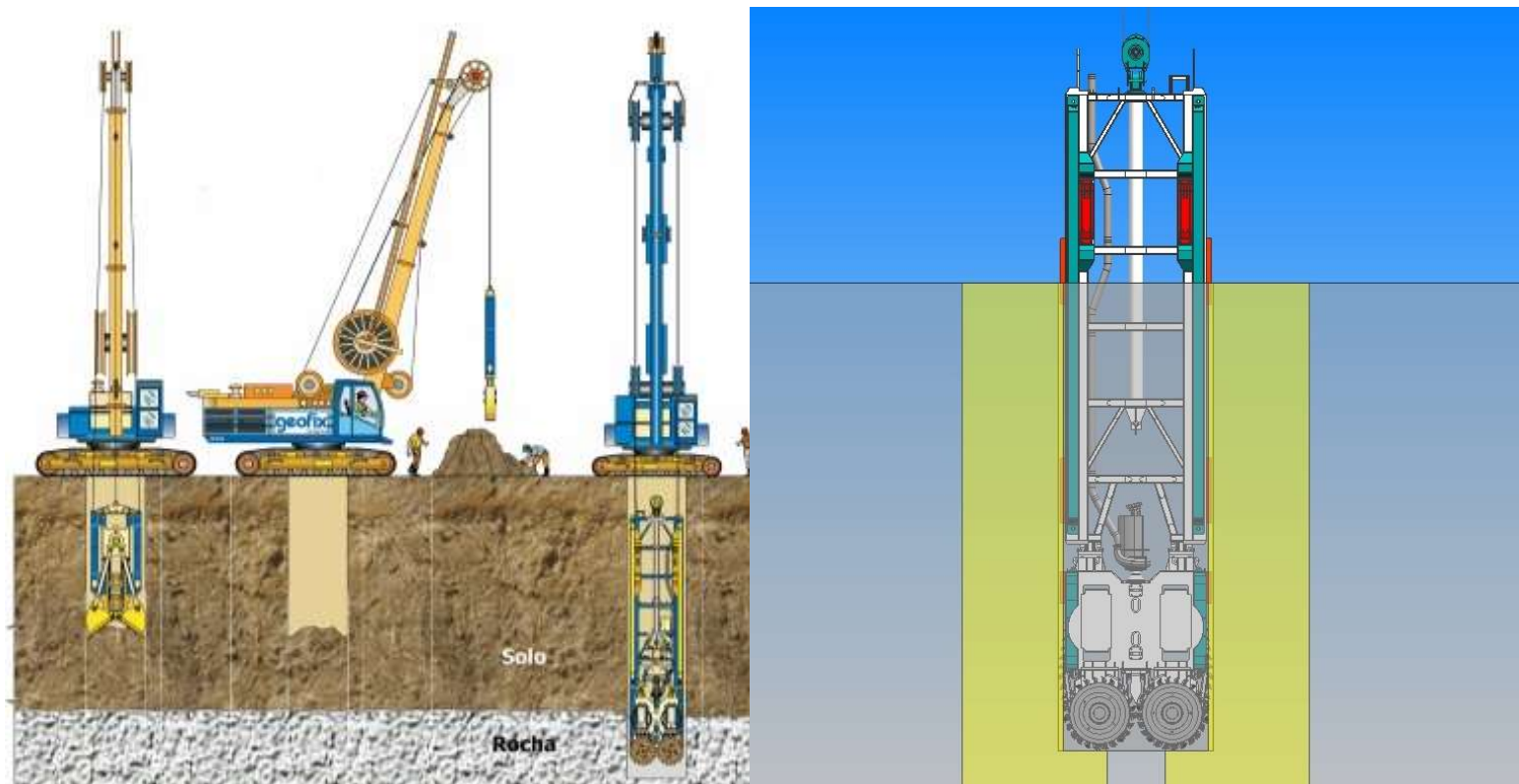
– Sequência executiva:



(a) - Painel Secundário menor que as dimensões da Hidrofresa.
 (b) - Escavação do painel secundário e desbaste de parte dos painéis principais.
 (c) - Alcance da cota de ponta.

- PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

– Preparação do emboque:



- PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

– Controle de verticalidade:



(fig. 3 – TARABEN installed in cabin)



- **PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA**

– Equipamentos:

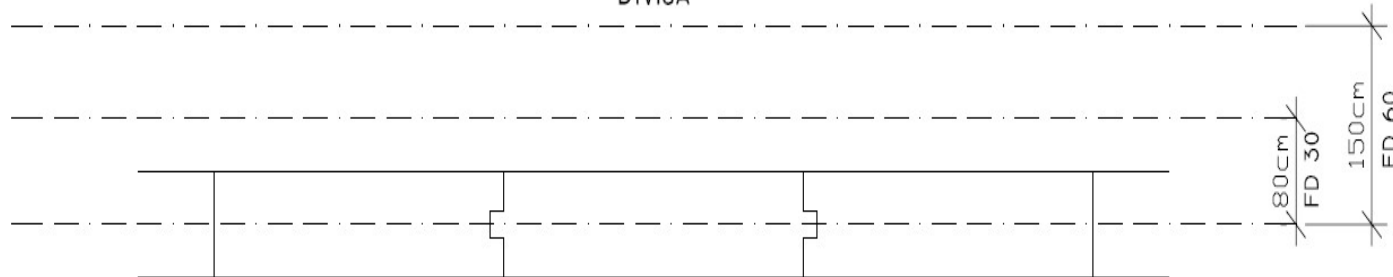


- **PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA**

– Distância das divisas:



DIVISA

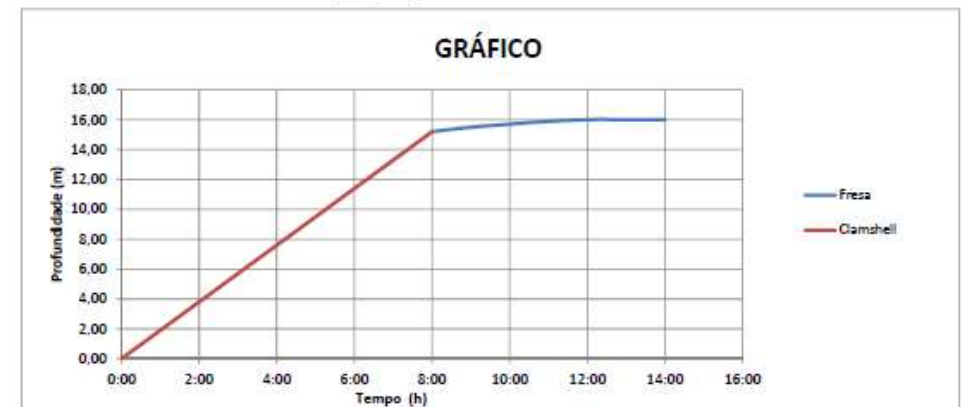


• PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

– Dados necessários para projeto:

COTA (m) (Escala 1:100)	AVANÇO / REVESTIMENTO (m)	NÍVEL D'ÁGUA (m)	PROFUNDIDADES CAMADA e MANOBRAS (m)	PERFIL GEOLÓGICO / AMOSTRAS	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (Táctil-Visual)	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO			SOLO - N _{60PT} (GOLPES)				ROD (%)	GRAU DE ALTERAÇÃO	GRAU DE FRATURAMENTO		
						ENSAYO DE PENETRAÇÃO (GOLPES/CM ²)	INICIAL	FINAL - N _{60PT}	ROCHA - % DE RECUPERAÇÃO								
									10	20	30	40					
0,00	NW 3,49	2,70	0,00		Solo não recuperado.				0%								
3,20			3,20		Rocha calcárea extremamente alterada. Decomposta, frável, textura e estrutura preservadas. Cor amarela.				43%				26%	A5	F2		
4,80			4,80		Rocha calcárea extremamente alterada. Decomposta, frável, textura e estrutura preservadas. Cor cinza.				88%				71%	A5	F2		
6,30			6,30		Rocha calcárea extremamente alterada. Decomposta, frável, textura e estrutura preservadas. Cor cinza.				18%				13%	A5	F1		
7,90			7,90		Rocha calcárea, extremamente alterada. Decomposta, frável, textura e estrutura preservadas. Cor amarela.				11%				0%	A5	F3		
9,50			9,50		Rocha calcárea, extremamente alterada. Decomposta, frável, textura e estrutura preservadas. Cor amarela.				18%				0%	A5	F5		
10,90			10,90		Rocha calcárea, extremamente alterada. Decomposta, frável, textura e estrutura preservadas. Cor amarela.				10%				0%	A5	F5		
12,40			12,40		Rocha calcárea, extremamente alterada. Decomposta, frável, textura e estrutura preservadas. Cor amarela.				5%				0%	A5	F5		
13,00			13,00		Rocha calcárea, extremamente alterada. Decomposta, frável, textura e estrutura preservadas. Cor amarela.				88%				26%	A1	F3		
15,50			15,50														

VELOCIDADE MÉDIA (m/h)	PROFUNDIDADE (m)	PAINEL	HORAS TRABALHADAS (h)	HORAS ACUMULADAS (h)	COTA (m)	DATA
	0,00	172		00:00:00	1,20	
		CLAM SHELL				25/02 a 26/02/2014
	15,20		08:00:00	08:00:00	-14,00	
0,30m/h	15,50		01:00:00	09:00:00	-14,30	26/02/2014
0,20m/h	15,70		01:00:00	10:00:00	-14,50	
0,20m/h	15,90	FRESA	01:00:00	11:00:00	-14,70	
0,10m/h	16,00	ROCHA	01:00:00	12:00:00	-14,80	27/02/2014
0,00m/h	16,00		01:00:00	13:00:00	-14,80	
0,00m/h	16,00		01:00:00	14:00:00	-14,80	

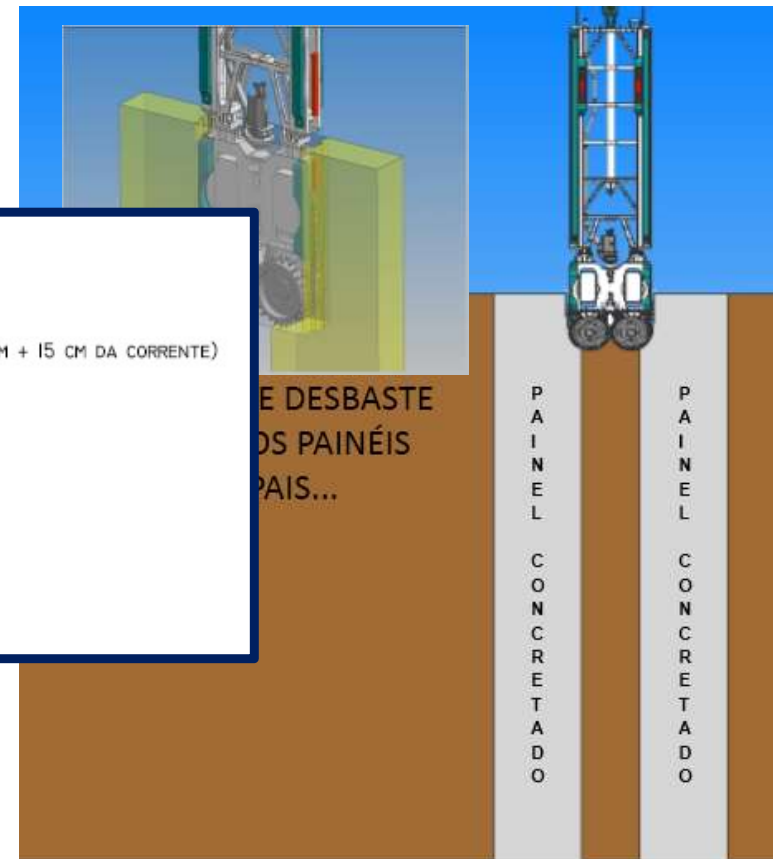
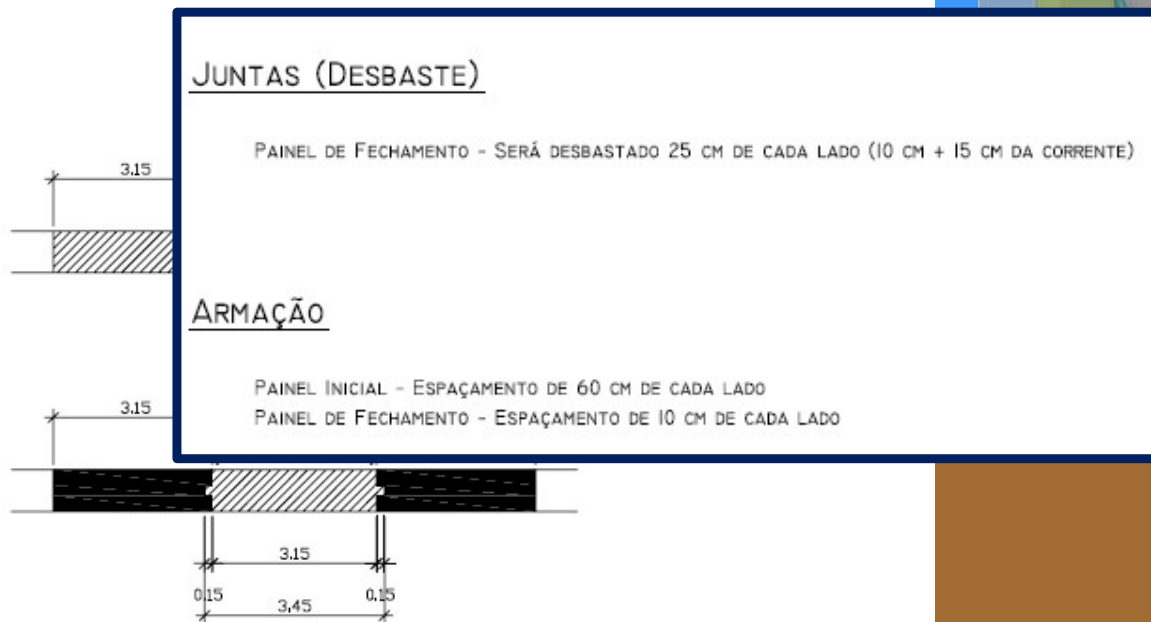


• PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA

– Juntas entre lamelas:

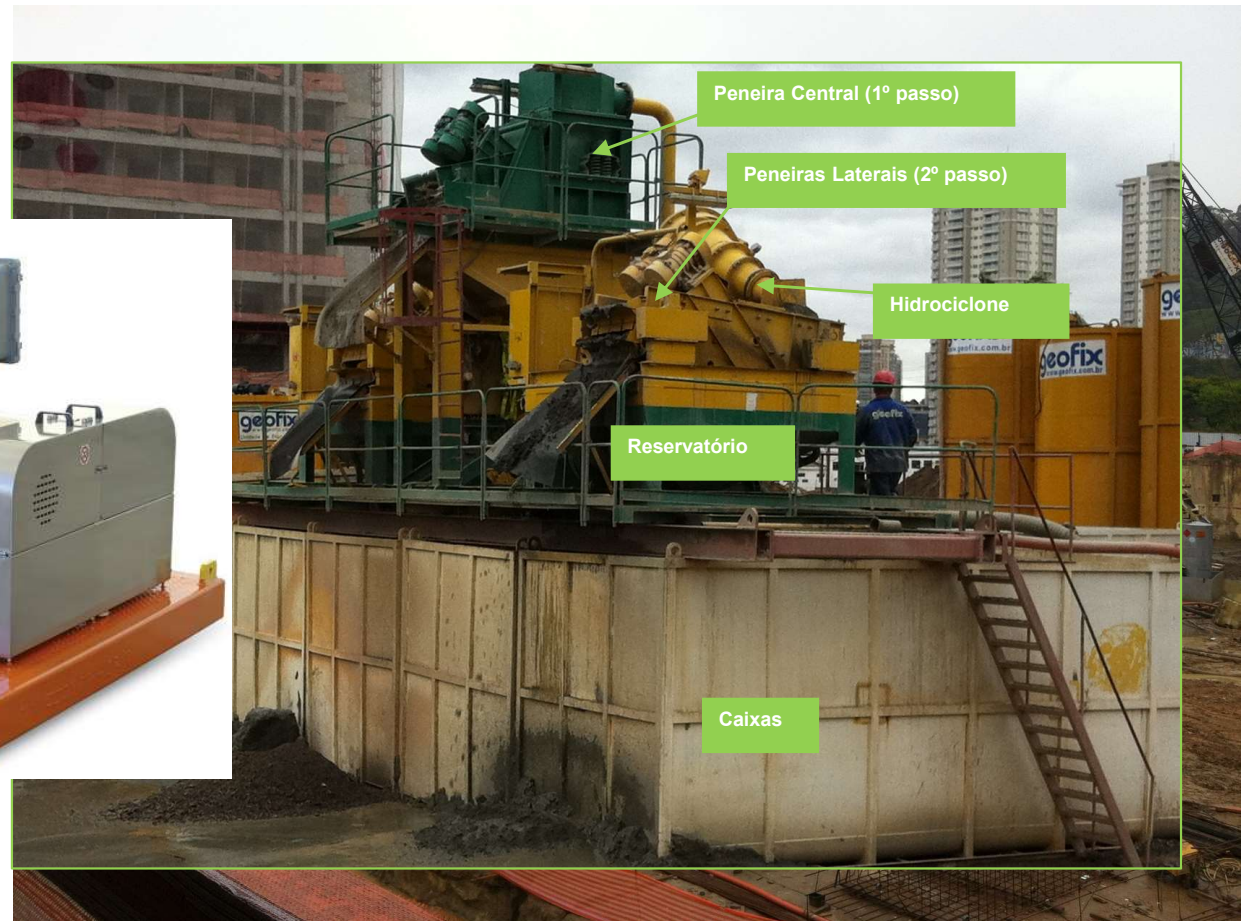
HIDROFRESA - JUNTA E ARMAÇÃO

FD60



- **PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA**

– Central Recicladora:

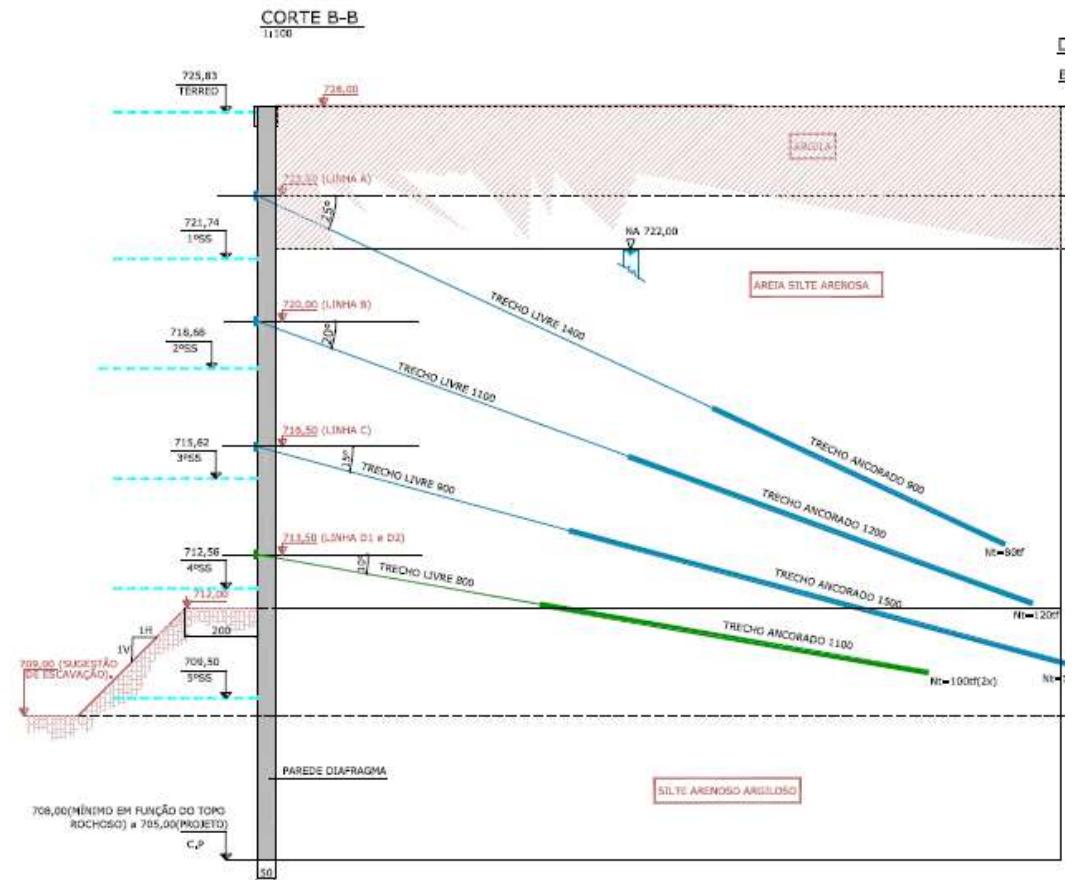
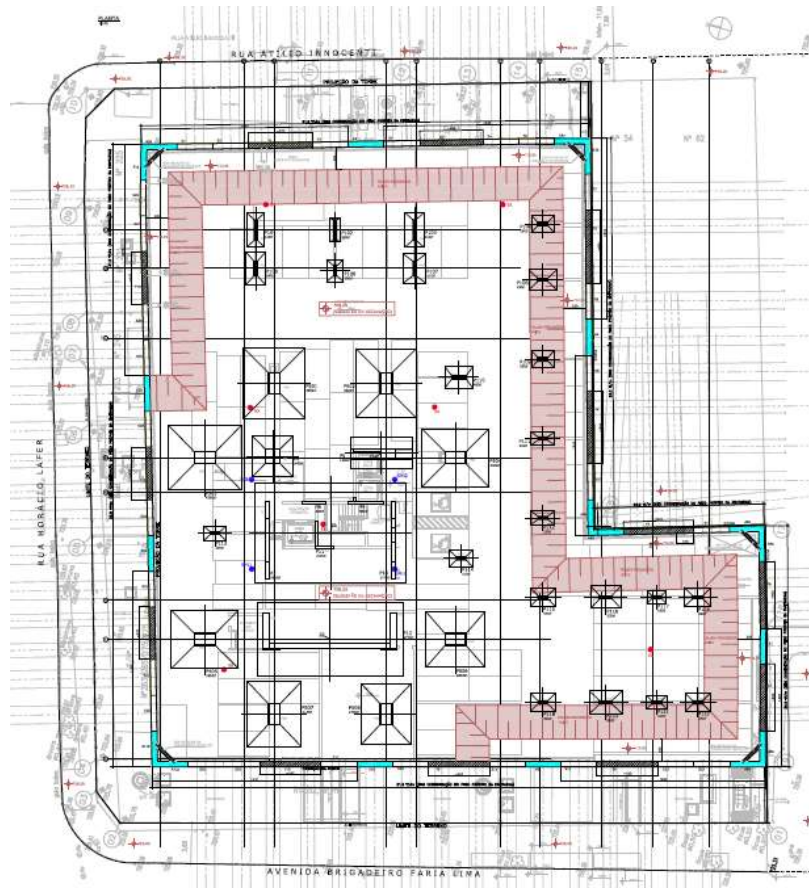


• CASO DE OBRA: FARIA LIMA

- 1 (uma) Torre: 21 andares;
- 5 (cinco) subsolos;
- Parede Diafragma (e=50cm):
 - CT = 726,00
 - CP = 705,00 (ou, no mínimo, 708,00)
 - C5ºSS = 709,50
- Sapatas.



- CASO DE OBRA: FARIA LIMA**



- CASO DE OBRA: FARIA LIMA



• CASO DE OBRA: FARIA LIMA



- Lamelas da frente – Av. Faria Lima
 - $L_{\text{ESCAVADO}} \geq 18,50 \text{ m}$ ($CP \leq 707,50$)
 - Pré-furo inicial com trado
 - 6 a 8 horas de trepanação (com avanço de 30 cm a cada 30 minutos)

- CASO DE OBRA: FARIA LIMA

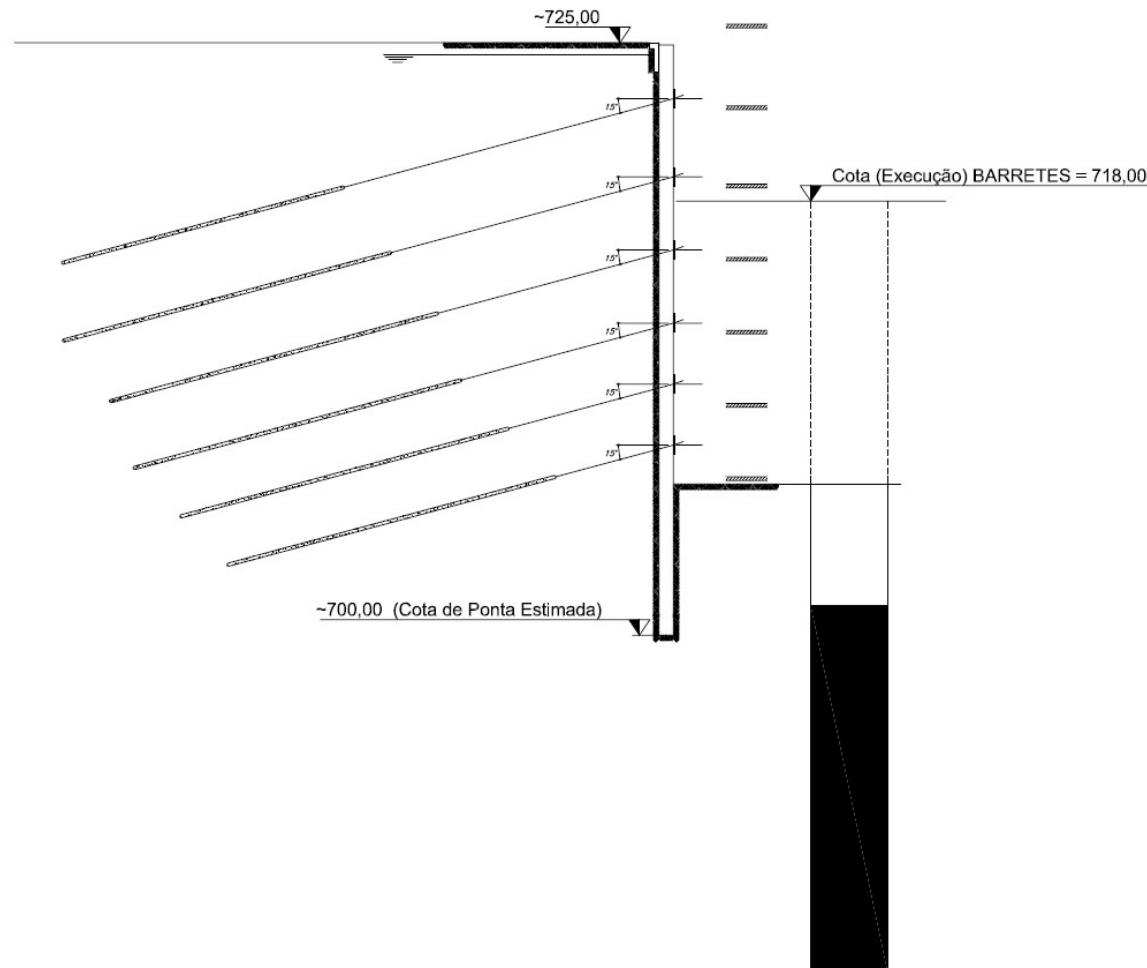


• CASO DE OBRA: TWO TOWERS

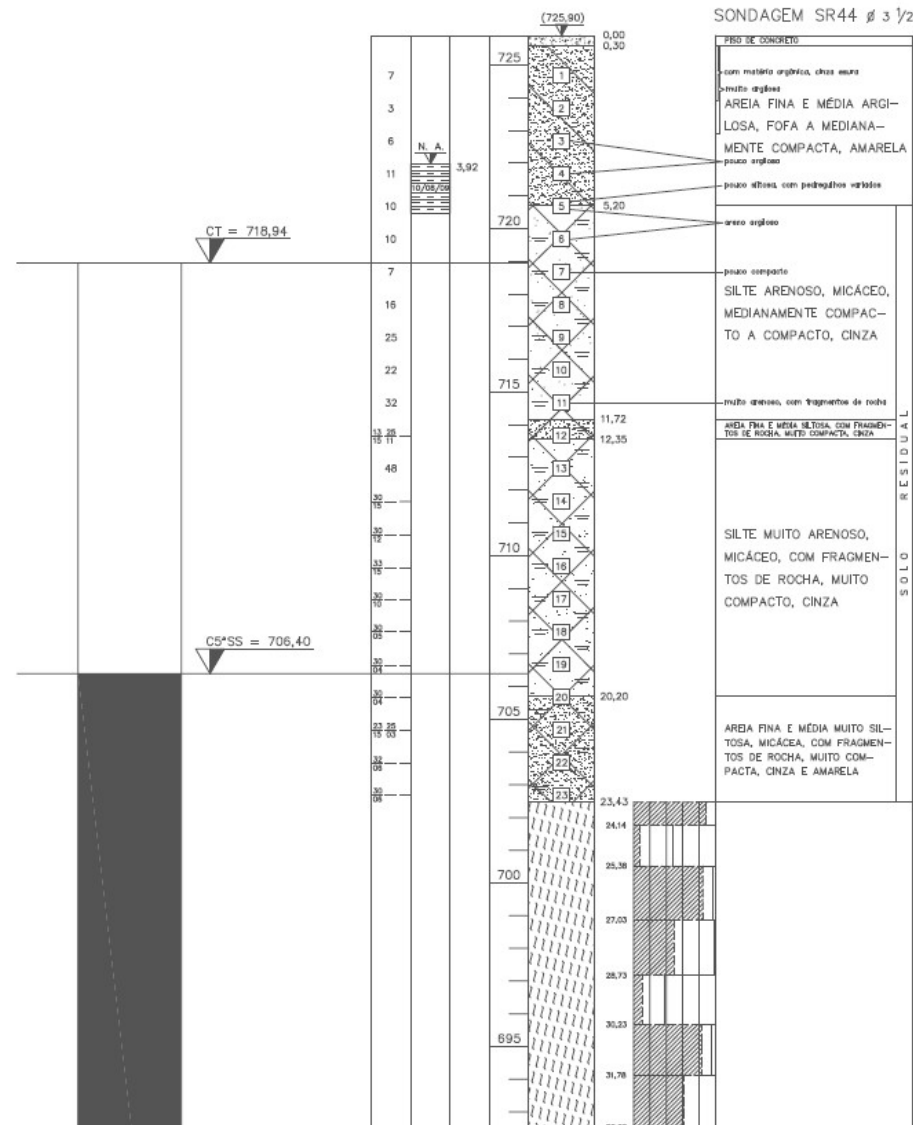
- 2 (duas) Torres: 28 e 30 andares;
- 5 (cinco) subsolos (1ºSS duplo);
- Parede Diafragma (e=65cm):
 - CT = 725,00
 - CP = 700,00
 - C5ºSS = 706,00
- Estacas Barrete (80x315 e 120x315cm):
 - CT = 718,00
 - CP = 680,00
 - Lrocha = 15,00 metros
 - Carga de Trabalho:
 - 80x315cm – 1.500tf
 - 120x315cm – 2.200tf



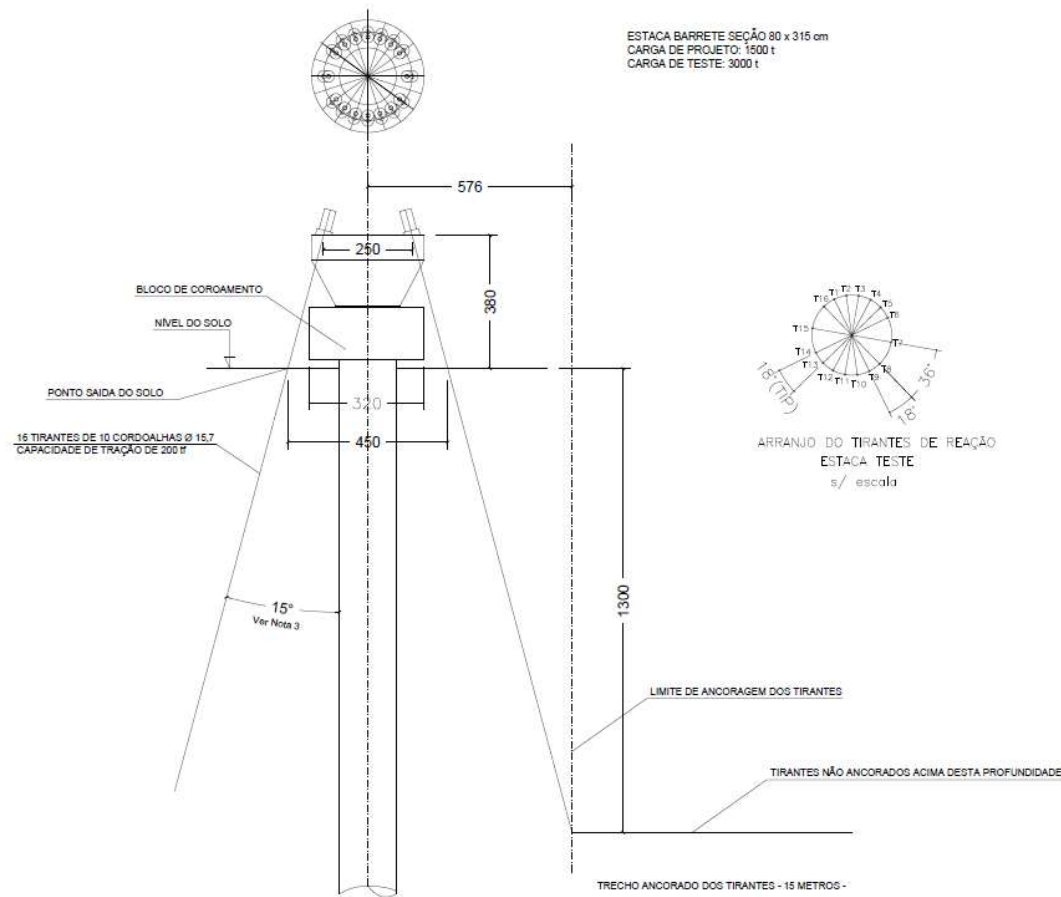
- CASO DE OBRA: TWO TOWERS**



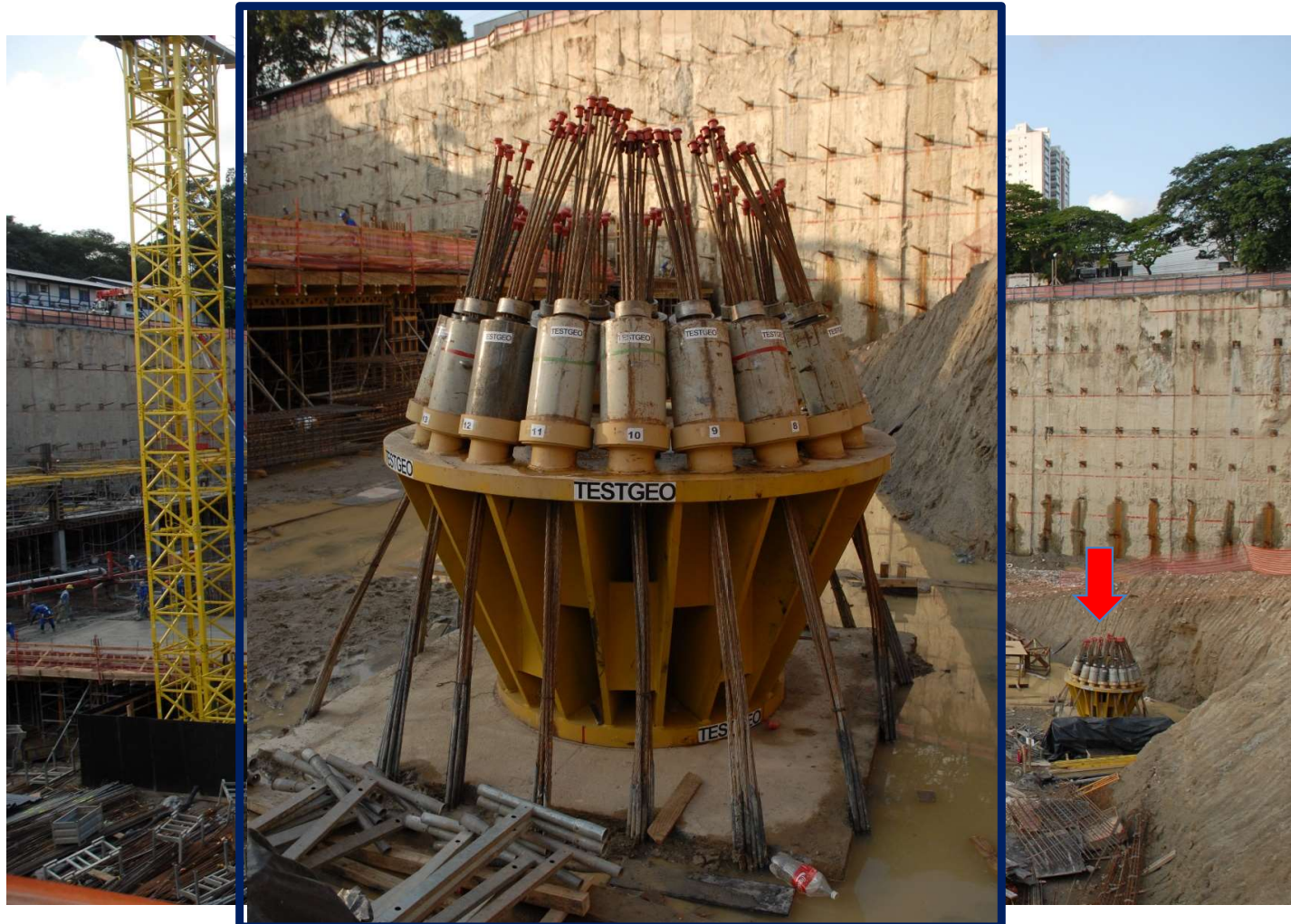
• CASO DE OBRA: TWO TOWERS



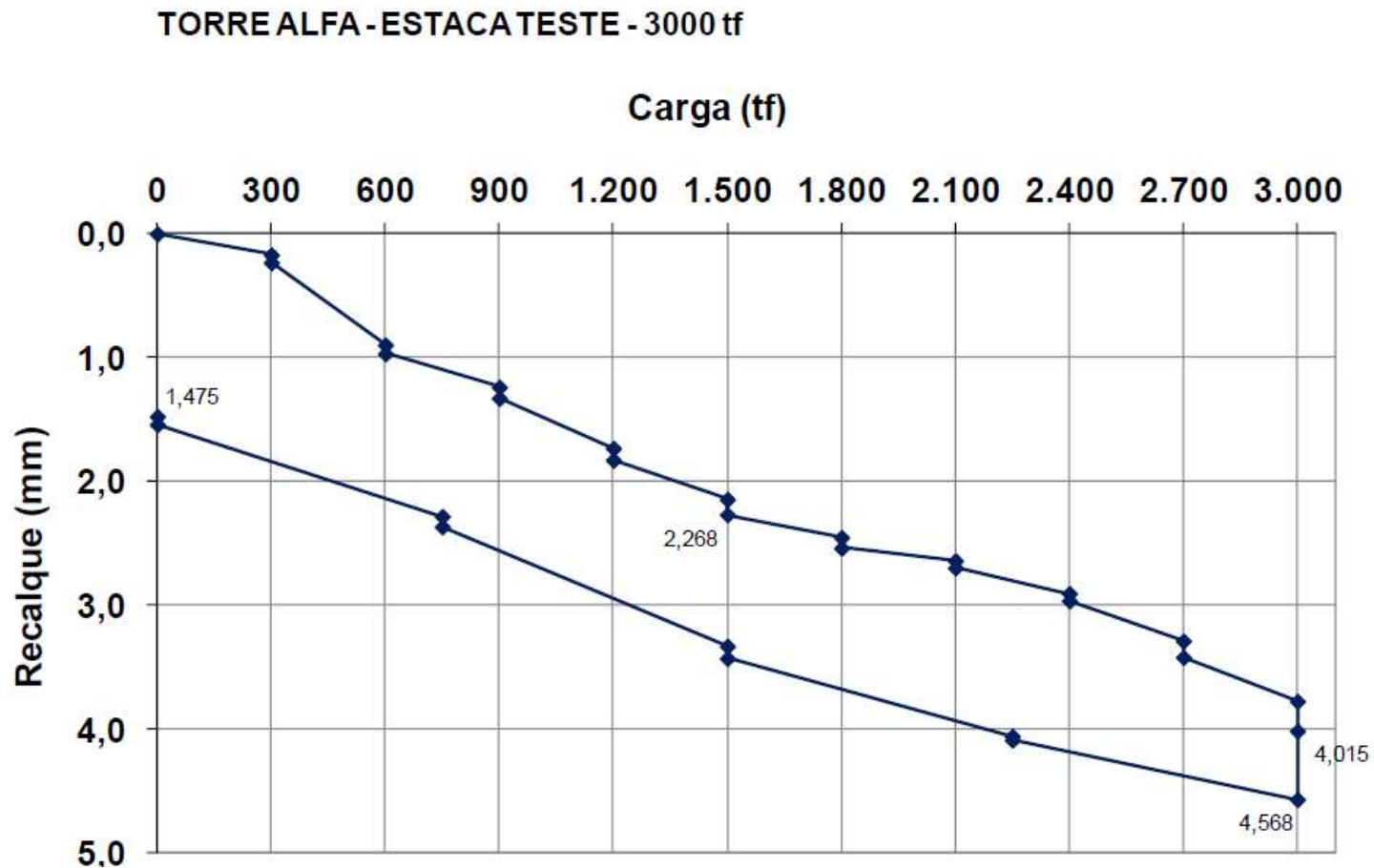
- CASO DE OBRA: TWO TOWERS**



- CASO DE OBRA: TWO TOWERS



- CASO DE OBRA: TWO TOWERS**



Obrigado.

Eng. Marcio Abreu de Freitas
GEOFIX FUNDAÇÕES
Tel.: 11.2148-9300
marcio.freitas@geofix.com.br
geofix@geofix.com.br
www.geofix.com.br