



FAAP
Desde 1947

geofix

8° Curso de **ENGENHARIA APLICADA ÀS OBRAS DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES**



Tirantes: Conceitos Básicos, Execução e Estudos de Caso

Eng^o Ilan D. Gotlieb
MG&A Consultores de Solos

FAAP – 08.08.2018

- Introdução
- O que são tirantes e sua aplicação
- Etapas de execução
- Como dimensionar os tirantes
- Caso de obra
- Considerações finais

Definição Geral de Contenção

Contenções são estruturas executadas para suportar pressões laterais de terra, rocha e água (chamadas empuxos).

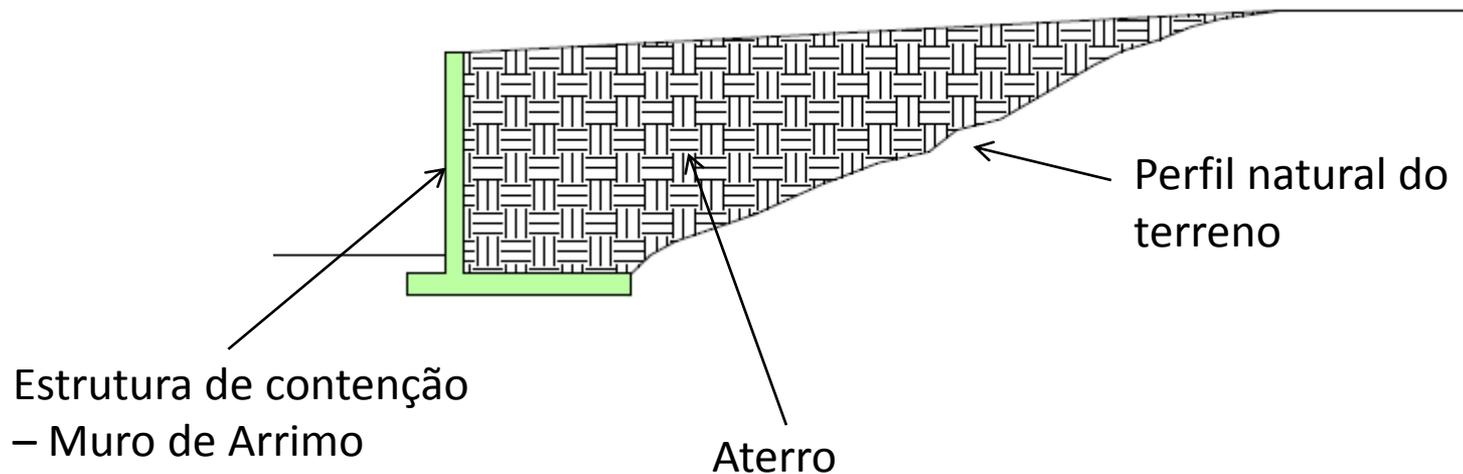
Basicamente pode-se dividi-las em:

muros de arrimo: estruturas mais robustas e, de maneira geral, autoportantes, que podem ser confeccionadas em concreto simples, concreto armado, alvenaria ou pedras.

cortinas: estruturas mais esbeltas que podem ou não necessitar de estruturas auxiliares para a sua estabilidade. Podem ser confeccionadas em concreto armado ou peças metálicas.

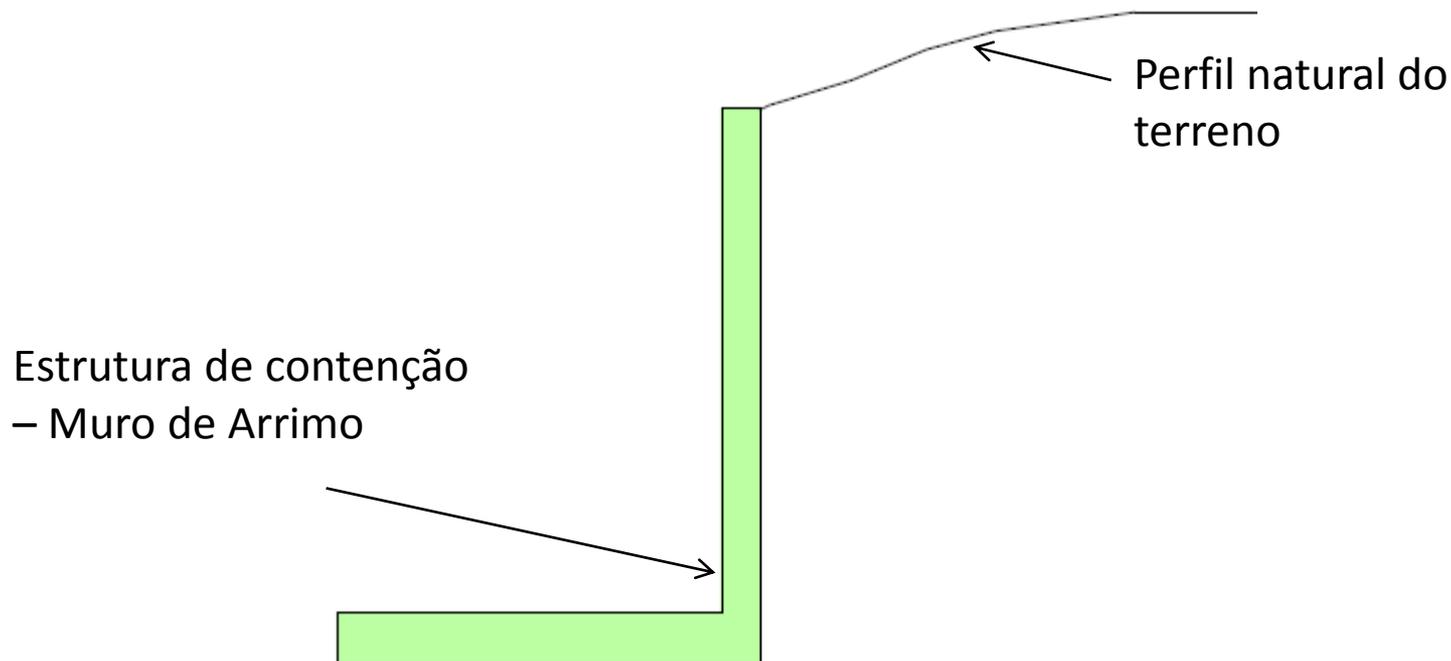
Tipos de Contenções

Muros de Arrimo de aterro



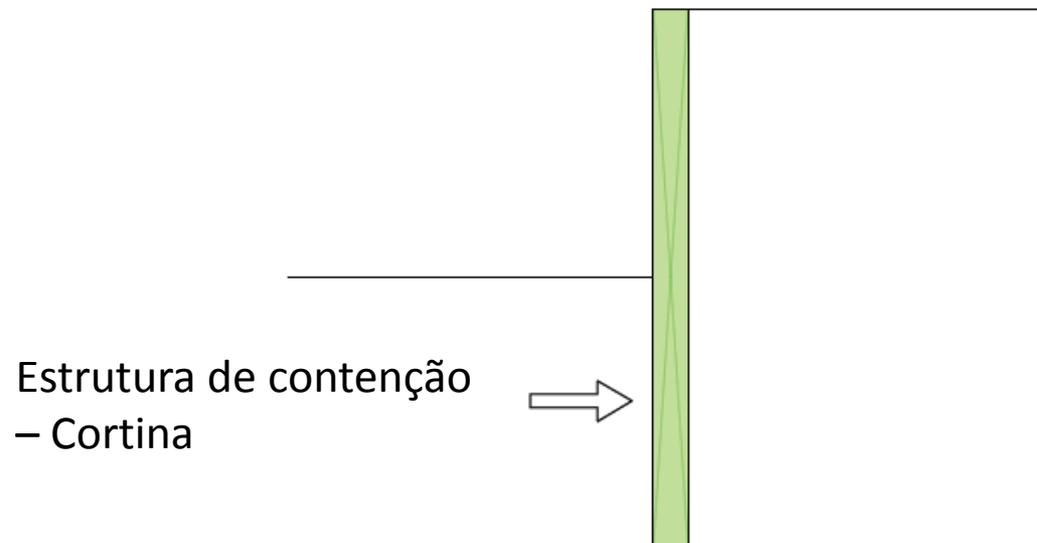
Tipos de Contenções

Muros de Arrimo de corte



Tipos de Contenções

Cortinas



Definição Geral de Contenção

Quando as alturas a serem arrimadas são muito grandes para a capacidade mecânica das contenções, usam-se estruturas auxiliares, com função de limitar as deformações.

Basicamente pode-se dividi-las em:

estroncamentos: estruturas em madeira, concreto armado, ou metálicas, fixadas nas contenções ou em alguma estrutura próxima. Exemplo típico são as valas para instalações de tubulações.

tirantes: intrusões no solo, executadas através de perfuração e injeções de calda de cimento.

Definição Geral de CONTENÇÃO

Estroncamento (metálico)



Definição Geral de Contenção

Atirantamento



O que são tirantes

Tirantes são intrusões sub-horizontais no maciço de solo ou rocha a ser arrimado, que são compostos de elementos metálicos (geralmente) com grande capacidade à tração, e tem seu comprimento determinado em projeto em função do carregamento a que estarão sujeitos e às características do maciço em que se ancoram.

Em sua extremidade inferior há um trecho de maior dimensão, denominado **bulbo de ancoragem**, que tem a função de fixar o tirante no maciço de solo ou rocha em que está instalado.

Os tirantes podem ser **provisórios** ou **permanentes**, sendo sua determinação fruto do tipo de obra e características das estruturas à que suportam.

O que são tirantes

De acordo com a Norma NBR5629/2006, os tirantes são classificados como **permanentes** quando se destinam a obras com duração superior a 2 anos, aplicável quando o tirante fica definitivamente incorporado.

Já os tirantes **provisórios**, são aqueles que se destinam a obra com duração de até 2 anos.

A determinação do tipo de tirante fixa coeficientes de segurança, proteção anticorrosiva e precauções construtivas diferentes para cada caso.

O que são tirantes

Os tirantes são compostos de três partes principais:

-Cabeça: Parte do tirante que suporta a estrutura. Geralmente feita em aço, pode ser porcas, cunhas, clavetes, etc.

-Trecho Livre: Trecho entre a cabeça e o bulbo de ancoragem. Como o tirante é tracionado, este trecho deve ser feito de forma que tenha liberdade de deformar.

-Bulbo de Ancoragem ou trecho ancorado: É a parte do tirante que deve transferir os esforços do tirante para o maciço. Basicamente é um trecho do tirante com grande massa de aglutinante que envolve os elementos estruturais e por atrito se fixa ao maciço, permitindo a tração do tirante sem que este se desloque.

O que são tirantes

COMPONENTES DO TIRANTE

- 1 Estrutura de contenção
- 2 Cabeça de ancoragem
- 3 Elemento principal do tirante (aço, fibra de vidro etc.)
- 4 Bainha
- 5 Material de injeção (calda de cimento etc.)
- 6 Válvulas manchetes para injeção
- 7 Bulbo



Execução de tirantes

A execução do tirante inicia-se com a montagem dos seus elementos estruturais. Estes podem ser compostos por monobarras, fios ou cordoalhas de aço, ou ainda materiais sintéticos (menos comum). Dependendo do carregamento à que estarão sujeitos os tirantes, determina-se o tipo de material que será utilizado.

O comprimento dos elementos estruturais deve ser tal que garanta o comprimento determinado em projeto, acrescido de comprimento necessário para sua execução.

Execução de tirantes

Monobarra



Execução de tirantes

Fios



Execução de tirantes

Cordoalhas



Execução de tirantes

Na montagem são colocadas peças para garantia do recobrimento dos elementos estruturais, os chamados **espaçadores**.



Execução de tirantes

Para garantia da vida útil dos tirantes, medidas de proteção à corrosão dos elementos estruturais são tomadas. A escolha do tipo de proteção depende da agressividade do meio.

Os sistemas de proteção são divididos em três classes:

-Proteção Classe 1: tirantes permanentes instalados em meios medianamente a muito agressivos e tirantes provisórios instalados em meio muito agressivo

-Proteção Classe 2: tirantes permanentes instalados em meio não agressivos e tirantes provisórios instalados em meio medianamente agressivo

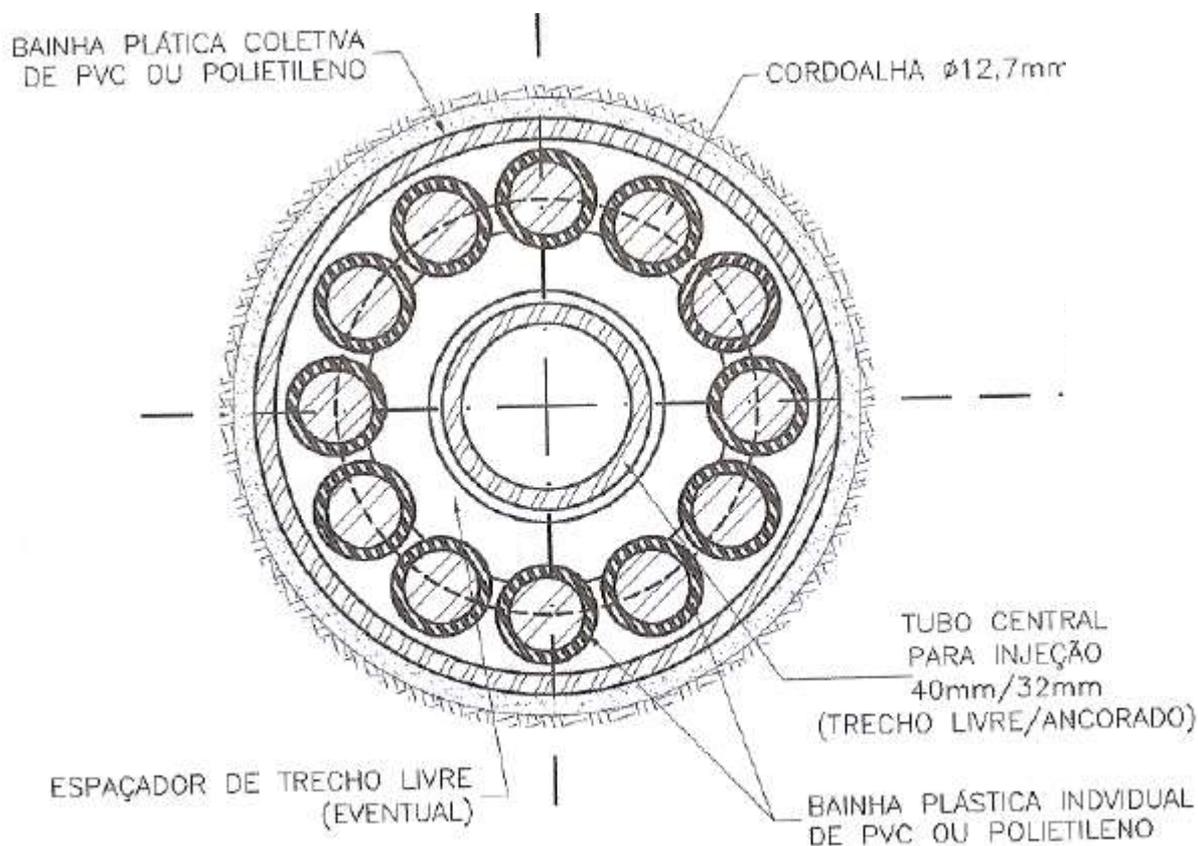
-Proteção Classe 3: tirantes provisórios instalados em meio não agressivo

Execução de tirantes

Proteção Classe 1: exige o uso de duas barreiras físicas contra a corrosão em toda extensão do tirante. O cimento é considerado como barreira. No trecho da ancoragem o elemento estrutural e o cimento devem ser protegidos por tubo plástico corrugado ou tubo metálico com espessura mínima de 4mm. No trecho livre os elementos estruturais podem ser protegidos com graxa anticorrosiva e por duto plástico, ou o conjunto dos elementos estruturais é envolvido por um duto plástico e graxa anticorrosiva, que por sua vez é envolvido por outro duto plástico, preenchendo-se com argamassa o vazio entre os dutos.

Execução de tirantes

Proteção Classe 1:



Execução de tirantes

Proteção Classe 2: mantém o mesmo tipo de proteção do trecho livre da classe 1, sendo o trecho ancorado protegido por calda de cimento ou argamassa injetada. No trecho ancorado, os elementos estruturais devem possuir centralizadores que garantam recobrimento mínimo de 2cm.

Proteção Classe 3: O trecho livre é protegido por um duto plástico abrangendo todos os elementos estruturais, ou por dutos plásticos individuais, sendo o trecho ancorado protegido por calda cimento ou argamassa injetada.

Execução de tirantes

Como os tirantes recebem injeção de calda de cimento, na montagem dos elementos estruturais também é colocado tubo de injeção.



Execução de tirantes

O trecho ancorado dos tirantes é confeccionado com injeção de calda de cimento a altas pressões. Para este trecho, no tubo de injeção são feitas perfurações, por onde sairá a calda de cimento, protegidas com um diafragma de borracha, chamado “manchete”



manchetes

Execução de tirantes

Com os tirantes montados, passa-se então à fase de perfuração do maciço para a instalação dos tirantes. As perfurações devem ser feitas seguindo as especificações de projeto quanto à cota de implantação, comprimento e ângulo de inclinação.



Execução de tirantes

Após a perfuração, o furo é preenchido com calda de cimento, confeccionando-se a chamada “bainha”.



Execução de tirantes

Em seguida instala-se o tirante na perfuração já preenchida com a “bainha” e iniciam-se as fases seguintes de injeção, desta feita para a confecção do bulbo de ancoragem.

As fases posteriores de injeção dependem das características de resistência oferecidas pelo terreno, sendo que se faz a quantidade necessária de injeções, até que se obtenha valores de pressão de injeção considerados aceitáveis. Para terrenos considerados bons, costumam ser necessárias duas fases de injeção para se obter pressões aceitáveis, mas podem ocorrer solos menos resistentes que se chegam a quatro fases de injeção.

Execução de tirantes

Após a injeção terminar (obtidas as pressões de injeção satisfatórias), deve-se aguardar o “tempo de cura” da calda de cimento, para então passar-se à fase de protensão do tirante. Nesta fase, através de macaco hidráulico, se aplica uma carga de tração no tirante, “puxando-o”. Este carregamento é feito de maneira gradual até atingir a chamada carga inicial, quando passa-se também a se registrar os deslocamentos do tirante.

Execução de tirantes



Execução de tirantes

Para a aceitação do tirante e incorporação do mesmo, são necessários ensaios, a saber:

Ensaio de Recebimento: este ensaio é feito em todos os tirantes da obra. São previstos quatro tipos de carregamento, dependendo da utilização do tirante:

| Tirante / ensaio | Estágios de carga e descarga |
|----------------------------|--|
| Permanente / ensaio tipo A | F_0 e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft; 1,4Ft; 1,6Ft e 1,75Ft |
| Permanente / ensaio tipo B | F_0 e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft e 1,4Ft |
| Provisório / ensaio tipo C | F_0 e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft e 1,5Ft |
| Provisório / ensaio tipo D | F_0 e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft e 1,2Ft |

Segundo a Norma, 10% dos tirantes devem ser ensaiados até a carga máxima 1,75Ft (permanentes) e 1,5Ft (provisórios)

Execução de tirantes

Ensaio de Recebimento: Com os valores obtidos no ensaio são traçados gráficos para cada tirante ensaiado (abaixo exemplo para tipo A), e se considera adequados os tirantes com deslocamentos da cabeça que estabilizarem com a carga máxima e deslocamentos máximos da cabeça entre as linhas A e b do gráfico.:

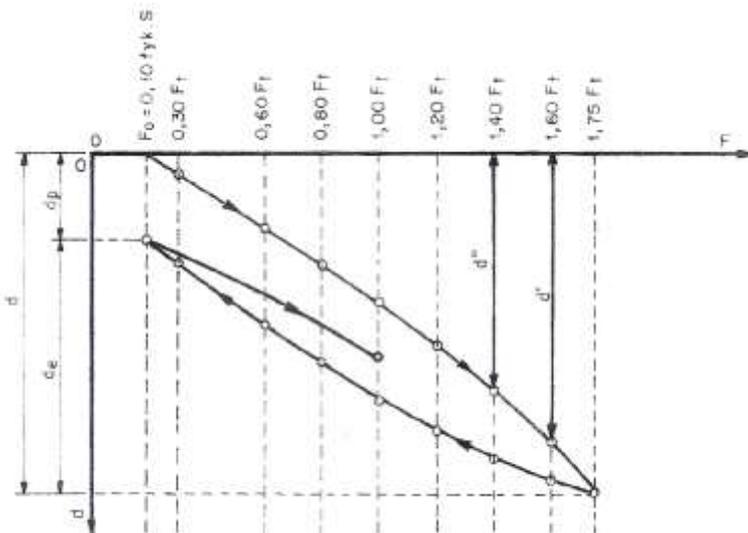


Figura A.4-a) - Cargas x deslocamentos totais

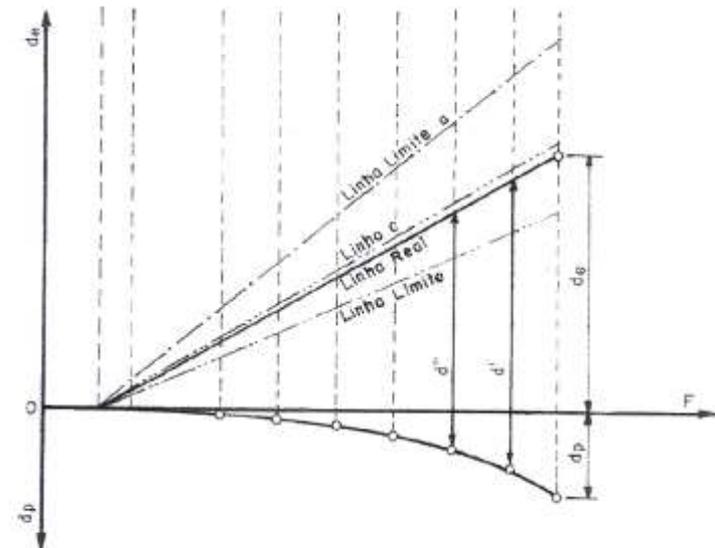


Figura A.4-b) - Repartição em deslocamentos elástico e permanente

Execução de tirantes

Ensaio de Qualificação: é um ensaio mais detalhado que o de recebimento, no sentido de que se fazem ciclos crescentes de carregamento e descarga. Segundo a Norma, este ensaio deve ser feito em 1% dos tirantes e no mínimo em 2. Os resultados também são apresentados em forma de gráficos, similar aos do ensaio de recebimento e os critérios de aceitação dos tirantes ensaiados são que os deslocamentos elásticos devem situar-se entre as linhas a e b e o segmento Pa, que representa a perda de carga por atrito ao longo do comprimento livre deve ser menor que o segmento F_0R

Execução de tirantes

Ensaio de Qualificação:

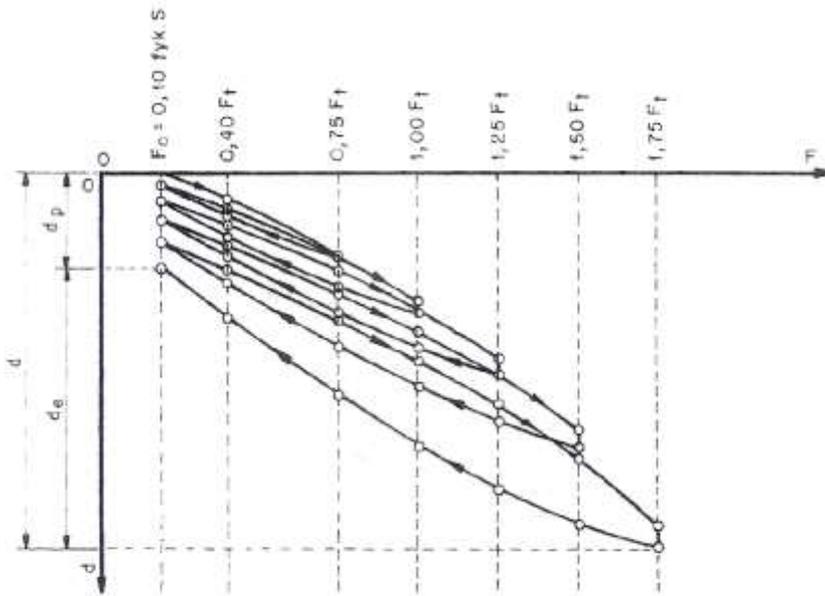


Figura A.3-a) - Cargas x deslocamentos totais

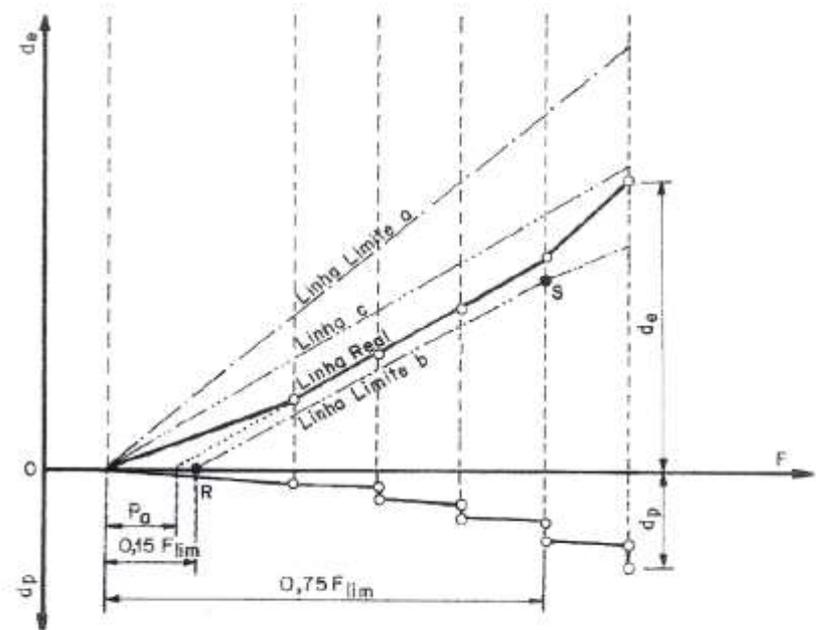


Figura A.3-b) - Repartição em deslocamentos elástico e permanente

Execução de tirantes

Ensaio de Fluência: é um ensaio feito em ancoragens permanentes, a fim de avaliar o desempenho para longa duração. Segundo a Norma, este ensaio deve ser feito em 1% dos tirantes e no mínimo em 2. O ensaio é feito para cargas constantes nos seguintes níveis de carregamento: 0,75Ft; 1,0Ft; 1,25Ft; 1,5Ft e 1,75Ft. Basicamente se mede deslocamentos da cabeça para os carregamentos indicados com intervalos de tempo de 10min, 20min, 30min, 40min, 50min e 60min. A partir de 60min, as medições são interrompidas se os deslocamentos nos últimos 30min forem inferiores a 5% do deslocamento total. Caso este comportamento não seja observado, deve-se prosseguir com leituras a cada 30min até obter que o comportamento seja obtido. Similar aos demais ensaios, traçam-se curvas para interpretação do ensaio.

Execução de tirantes

Ensaio de Fluência: Um dos gráficos é log tempo x deslocamento em cada estágio, para determinação do coeficiente de fluência e o outro gráfico é carga x coeficiente de fluência. São aceitos os tirantes com coeficiente de fluência para uma carga de $1,75F_t$ menores ou iguais a:

- 1mm para bulbos em terrenos arenosos
- 2mm para bulbos em terrenos argilosos ou não arenosos.

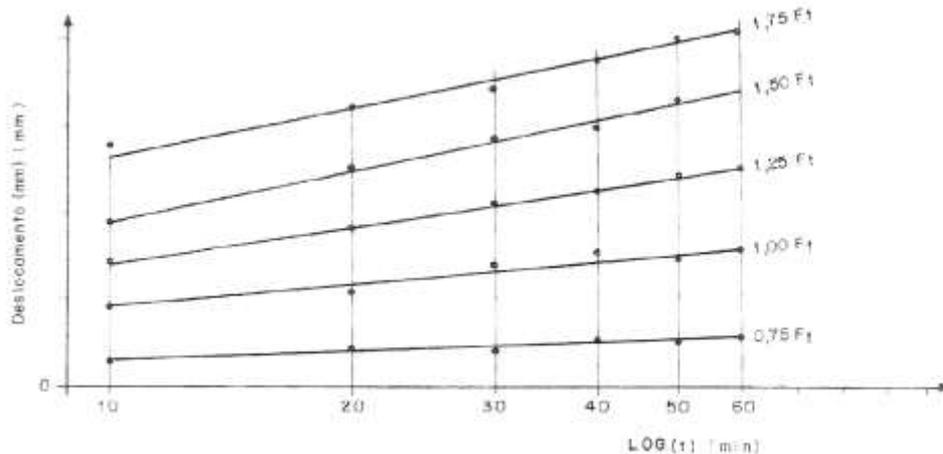


Figura A.8-b) - Log (tempo) x deslocamento

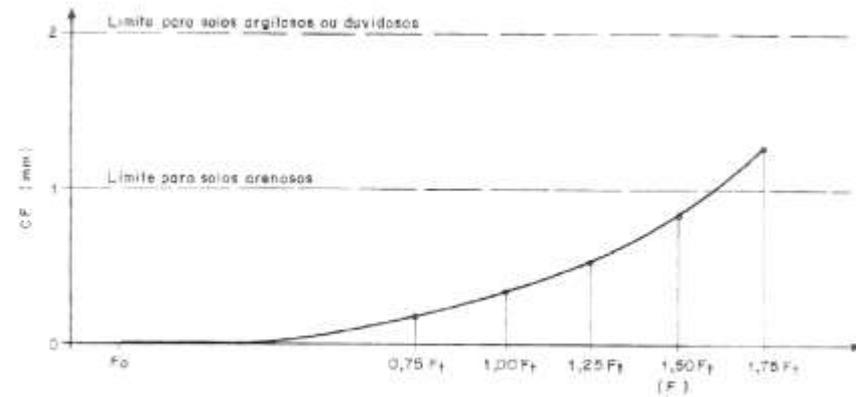


Figura A.8-c) - Carga (F) x coeficiente de fluência (C_f)

Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

-Esforços aplicados nos tirantes: a partir do diagrama de empuxos utilizado para o dimensionamento da contenção, determinam-se as reações aplicadas nos níveis de implantação dos tirantes. Esses esforços horizontais devem ser decompostos em reação vertical e normal do tirante, fruto do seu ângulo de inclinação.

-Cálculo do Comprimento Livre: ao se dimensionar um tirante, deve-se tomar o cuidado de fixar um comprimento livre que assegure que o bulbo de ancoragem esteja “fora” da cunha de ruptura da contenção. Para tanto, deve-se processar a estabilidade global do conjunto e assim determinar a cunha de escorregamento, para que o comprimento livre assegure.

Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

-Cálculo do Comprimento Ancorado: a NBR5629/2006 apresenta metodologia para cálculo do comprimento ancorado dos tirantes. Para solos arenosos a resistência à tração pode ser estimada pela seguinte equação:

$$T = \sigma_z' U L_b k_f$$

Onde,

σ_z' é a tensão efetiva no ponto médio da ancoragem

U é o perímetro da seção transversal da ancoragem

k_f é um coeficiente de ancoragem (tabela)

Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

-Cálculo do Comprimento Ancorado:

| Solo | Compacidade | | |
|--------------|-------------|----------|----------------|
| | Fofa | Compacta | Muito Compacta |
| Silte | 0,1 | 0,4 | 1,0 |
| Areia fina | 0,2 | 0,6 | 1,5 |
| Areia média | 0,5 | 1,2 | 2,0 |
| Areia grossa | 1,0 | 2,0 | 3,0 |

Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

-Cálculo do Comprimento Ancorado: Para solos argilosos a resistência à tração pode ser estimada pela seguinte equação:

$$T = \alpha UL_b s_u$$

Onde,

α é o coeficiente redutor ao cisalhamento

U é o perímetro da seção transversal da ancoragem

s_u é a resistência ao cisalhamento não drenado do solo argiloso

Para $s_u \leq 40\text{kPA}$, $\alpha = 0,75$

Para $s_u \geq 100\text{kPA}$, $\alpha = 0,35$

Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

-Dimensionamento da seção de aço: a seção de aço dos tirantes deve ser dimensionada para o esforço máximo a que estará sujeito:

Para tirantes permanentes:

$$\sigma_{adm} = \frac{f_{yk}}{1,75} \times 0,9$$

Para tirantes provisórios:

$$\sigma_{adm} = \frac{f_{yk}}{1,50} \times 0,9$$

Dimensionamento de tirantes

| TIPO DE TIRANTE | ARMAÇÃO | TIPO DE AÇO | PROVISÓRIO (tf) | PERMANENTE (tf) |
|-----------------|------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| BARRA | 1 ϕ 22mm | CA-50A | 8 | 7 |
| | 1 ϕ 25mm | | 12 | 10 |
| | 1 ϕ 32mm | GEWI 50 55 | 24 | 21 |
| | 1 ϕ 32mm | ST 85 105 | 41 | 35 |
| FIOS | 6 ϕ 8mm | CP 150 RB | 24 | 21 |
| | 8 ϕ 8mm | | 33 | 28 |
| | 10 ϕ 8mm | | 41 | 35 |
| | 12 ϕ 8mm | | 49 | 42 |
| CORDOALHA | 4 ϕ 12,7mm | CP 190 RB | 40 | 35 |
| | 6 ϕ 12,7mm | | 61 | 52 |
| | 8 ϕ 12,7mm | | 81 | 69 |
| | 10 ϕ 12,7mm | | 101 | 87 |
| | 12 ϕ 12,7mm | | 121 | 104 |

Caso de Obra

Empreendimento residencial em São Caetano do Sul, contendo:

02 (duas) torres com:

03 (três) subsolos

pavimento térreo

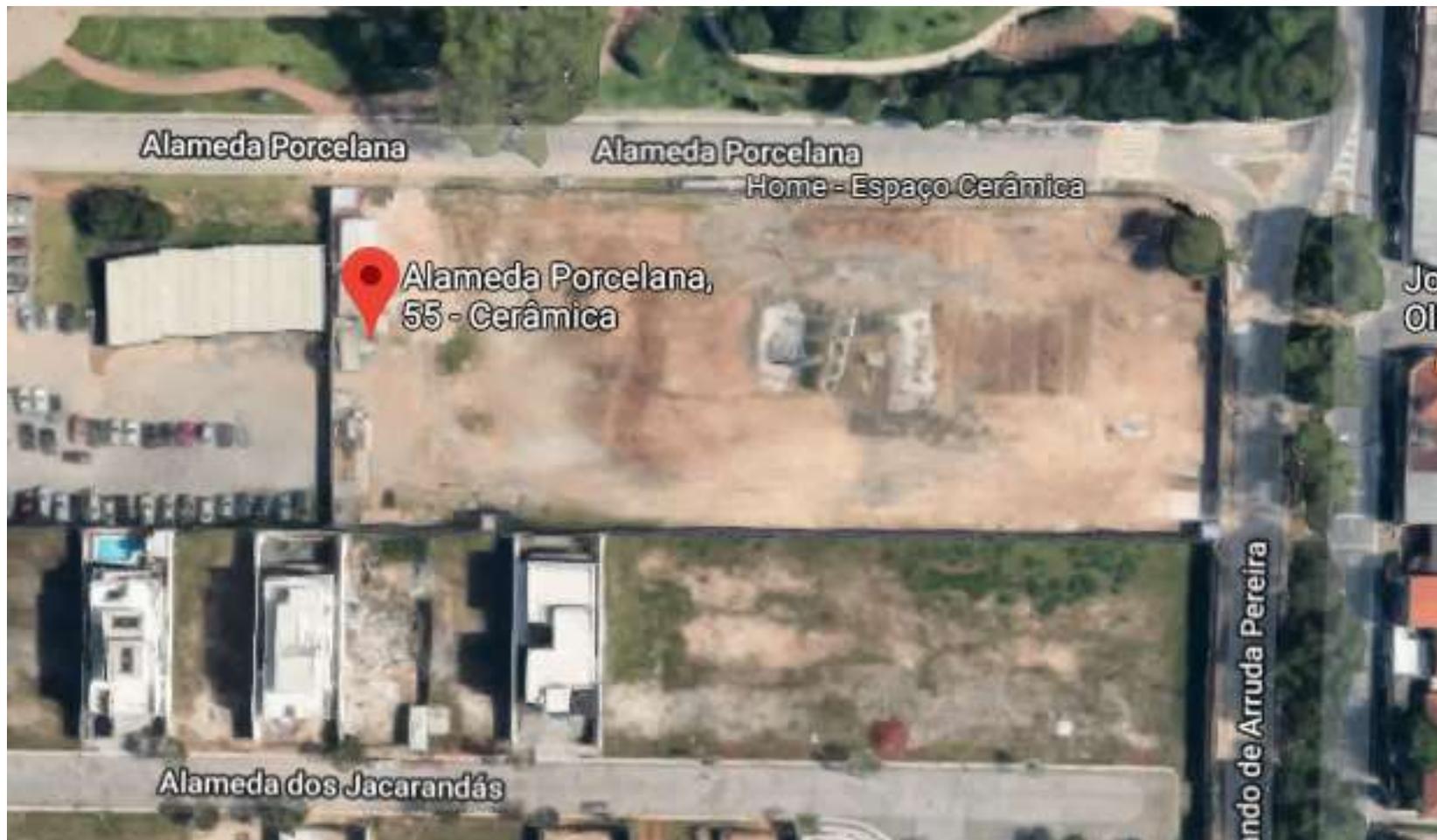
16 (dezesseis) pavimentos tipo

Contenção projetada:

Parede diafragma ($e=40\text{cm}$) – 11,90 a 14,70m de profundidade

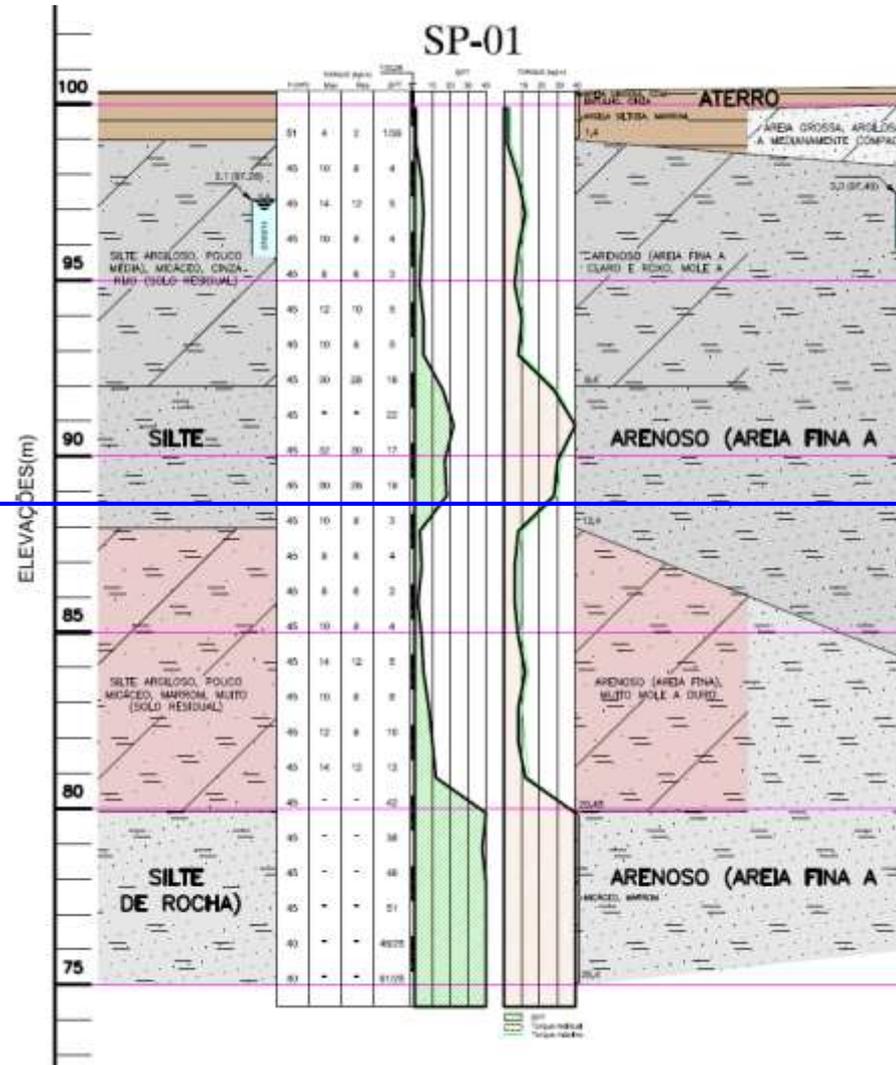
Tirantes provisórios (2 a 3 linhas para 35 a 100tf)

Caso de Obra

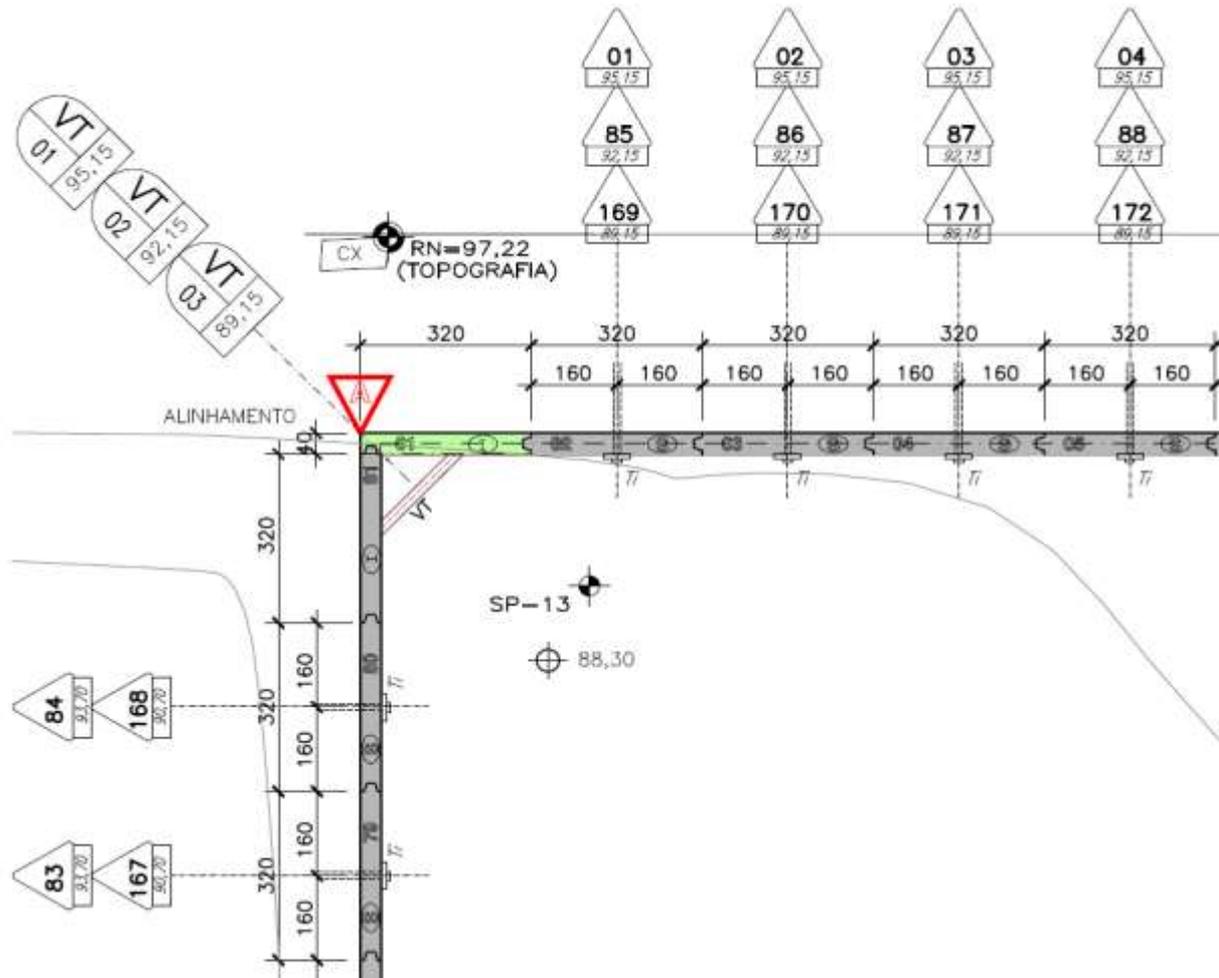


Caso de Obra

3º subsolo



Caso de Obra



Caso de Obra

| TABELA DE IMPLANTAÇÃO DOS TIRANTES PROVISÓRIOS | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------------|-----------|-----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|
| | TRANTE N° | COTA DE IMPLANTAÇÃO | INCLINAÇÃO HORIZONTAL | INCLINAÇÃO VERTICAL | TIPO DE TRANTE | AÇO | COMPRIMENTO LIVRE (m) | COMPRIMENTO ANCORADO (m) | CARGA PROVISÓRIA (t) | CARGA DE TESTE (t) |
| 1ª LINHA | 01 ao 09 , 85 ao 70 | 95,15 | 0° | 25° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 17,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 10 ao 13 | 95,50 | 0° | 25° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 17,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 14 ao 18 | 96,00 | 0° | 25° | 04 CORDOALHAS #12,7mm | CP 190 RB | 17,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 19 ao 23 | 96,50 | 0° | 25° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 17,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 24 ao 31 | 97,00 | 0° | 25° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 17,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 32 e 33 | 97,50 | 0° | 15° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 14,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 34 e 35 | 96,25 | 0° | 15° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 14,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 36 ao 51 | 95,80 | 0° | 15° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 14,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 52 ao 84 | 95,80 | 0° | 25° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 17,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| | 71 ao 84 | 93,70 | 0° | 15° | 04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 14,00 | 7,00 | 35 | 42 |
| 2ª LINHA | 85 ao 93, 144 ao 154 | 92,15 | 0° | 25° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 9,00 | 15,00 | 75 | 90 |
| | 94 ao 97 | 92,50 | 0° | 25° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 13,00 | 15,00 | 75 | 90 |
| | 98 ao 102 | 93,00 | 0° | 25° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 13,00 | 15,00 | 75 | 90 |
| | 103 ao 107 | 93,50 | 0° | 25° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 13,00 | 15,00 | 75 | 90 |
| | 108 | 94,00 | 0° | 25° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 13,00 | 15,00 | 75 | 90 |
| | 109 ao 113 | 94,00 | 0° | 15° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 9,00 | 10,00 | 50 | 60 |
| | 116 e 117 | 94,50 | 0° | 15° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 9,00 | 10,00 | 50 | 60 |
| | 118 e 119 | 93,25 | 0° | 15° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 9,00 | 10,00 | 50 | 60 |
| | 120 ao 135 | 92,80 | 0° | 15° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 9,00 | 10,00 | 50 | 60 |
| | 136 ao 148 | 92,80 | 0° | 25° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 13,00 | 15,00 | 75 | 90 |
| | 155 ao 168 | 90,70 | 0° | 15° | 08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 9,00 | 10,00 | 50 | 60 |
| 3ª LINHA | 169 ao 177, 206 ao 211 | 89,15 | 0° | 25° | 12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 6,00 | 20,00 | 100 | 120 |
| | 178 ao 181 | 89,50 | 0° | 25° | 12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 6,00 | 20,00 | 100 | 120 |
| | 182 ao 186 | 90,00 | 0° | 25° | 12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 6,00 | 20,00 | 100 | 120 |
| | 187 ao 191 | 90,50 | 0° | 25° | 12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 6,00 | 20,00 | 100 | 120 |
| | 192 | 91,50 | 0° | 25° | 12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 6,00 | 20,00 | 100 | 120 |
| | 193 ao 205 | 89,80 | 0° | 25° | 12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR | CP 190 RB | 6,00 | 20,00 | 100 | 120 |

Caso de Obra

| BOLETIM DE EXECUÇÃO DE TIRANTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------|-------------------------|--------------|------------------|------------------|----------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| Cliente: | | Obra: 249 | | | | Local: SÃO PAULO | | | | Equipamento: CMV M20-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DADOS DO TIRANTE: Nº 02- | | CARGA DE TRABALHO: tf | | | | INCLINAÇÃO: VERT. 25 HORZ. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO: cordão | | COMPRIMENTO LIVRE: 17 m | | | | COMPRIMENTO ANCORADO: 7 m | | | | COTA: nº manchetes: 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DADOS DA PERFURAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATA | DIÂMETRO (mm) | SEÇÃO | | TRECHO PERF. (m) | FERRAMEN. TÚRCIA | HORAS | | TRECHO ATRAVESSADO E OBSERVAÇÕES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | DE | A | | | DE | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11/03 | 6.0 | 0.0 | 24 | 24 | FW | 10:30 | 11:45 | Argila | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DADOS DA INJEÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DADOS DE INJEÇÃO DA BAINHA | | | | | | | | | | DATA: 12/03 | | HORA: 9:30 | | CONSUMO: 200 Kg | | | | TOTAL | | | | Pa= pressão de abertura Pi= pressão de injeção C = consumo de cim. Injetado. NA = não abriu Fator A/C: 0,5 Observações: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1ª FASE | Manchete nº | 1 | | 3 | | 5 | | 7 | | 9 | | 11 | | 13 | | 15 | | 17 | | 19 | | | 21 | | 23 | | 25 | | 27 | | 29 | | 31 | | 33 | | 35 | | 37 | |
| | | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | | Pa (kgf/cm²) | |
| DIA | 14/3 | PI (kgf/cm²) | 34 | 32 | 36 | 34 | 32 | 32 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORA | 8:35 | C (kg) | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1ª FASE | Manchete nº | 2 | | 4 | | 6 | | 8 | | 10 | | 12 | | 14 | | 16 | | 18 | | 20 | | | 22 | | 24 | | 26 | | 28 | | 30 | | 32 | | 34 | | 36 | | 38 | |
| | | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | | Pa (kgf/cm²) | | |
| DIA | | PI (kgf/cm²) | 32 | 30 | 38 | 38 | 30 | 30 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORA | | C (kg) | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2ª FASE | Manchete nº | 1 | | 3 | | 5 | | 7 | | 9 | | 11 | | 13 | | 15 | | 17 | | 19 | | | 21 | | 23 | | 25 | | 27 | | 29 | | 31 | | 33 | | 35 | | 37 | |
| | | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | | | |
| DIA | | PI (kgf/cm²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORA | | C (kg) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2ª FASE | Manchete nº | 2 | | 4 | | 6 | | 8 | | 10 | | 12 | | 14 | | 16 | | 18 | | 20 | | 22 | | 24 | | 26 | | 28 | | 30 | | 32 | | 34 | | 36 | | 38 | | |
| | | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | Pa (kgf/cm²) | | | | |
| DIA | | PI (kgf/cm²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORA | | C (kg) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIRANTE COLOCADO COM: | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTAL DE Kg DE CIMENTO INJETADO: | | Kg | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Considerações Finais

1. Como toda obra geotécnica, sem bons dados de entrada, os resultados podem ser catastróficos. A contratação de uma boa campanha de sondagem, realizada por empresa de reconhecida competência é fundamental.
2. A execução de tirantes, muitas vezes, se dá sob edificações ou propriedades de terceiros, assim sendo, todo o cuidado é necessário para que se tenha uma obra sem percalços. É muito importante que se tenha um levantamento topográfico cadastral, com indicação das construções vizinhas, com suas cotas de níveis, para que não se corra o risco de ao perfurar um tirante se encontre uma edificação enterrada (caixas d'água, poços de elevador, etc.)

Considerações Finais

3. Existe uma questão legal muito importante. Ao se executar tirantes **permanentes** sob edificações de terceiros, é fundamental que se obtenha junto aos proprietários autorização para a execução dos mesmos e um termo de ciência, para que no futuro, caso venha a ser construída nova edificação, não se corra o risco de seccionar os tirantes.
4. Por ser um trabalho de extrema técnica, é fundamental a contratação de boas empresas de execução, para que sejam minimizados quaisquer riscos.
5. Para obras com tirantes permanentes é fundamental a previsão de um procedimento de verificação e manutenção rotineira dos mesmos.



FAAP
Desde 1947

geofix

8° Curso de
**ENGENHARIA
APLICADA ÀS
OBRAS DE
FUNDAÇÕES E
CONTENÇÕES**

