

WEBINAR CBT

16/04/2020



APLICAÇÃO DE TIRANTE AUTOINJETÁVEL EM CONTENÇÕES E TRATAMENTOS DE EMBOQUES DE TÚNEIS

eng. ALAOR COELHO JUNIOR

IncoTep
Sistemas de Ancoragem

TIRANTES AUTOINJETÁVEIS - INCO TD

Os Tirantes Autoinjetáveis INCOTEP são especificados pela nomenclatura:

INCO XX TD

, onde:

“INCO” – Representa o nome do fabricante

“XX” – Indica o valor aproximado da carga de trabalho permanente suportada pelo tirante (em tf);

“TD” – Indica que o Tirante é confeccionado a partir de tubo sem costura de alta resistência ;

Exemplo: **INCO 15TD, INCO 43TD, INCO 70TD.**

TIRANTES AUTOINJETÁVEIS - INCO TD

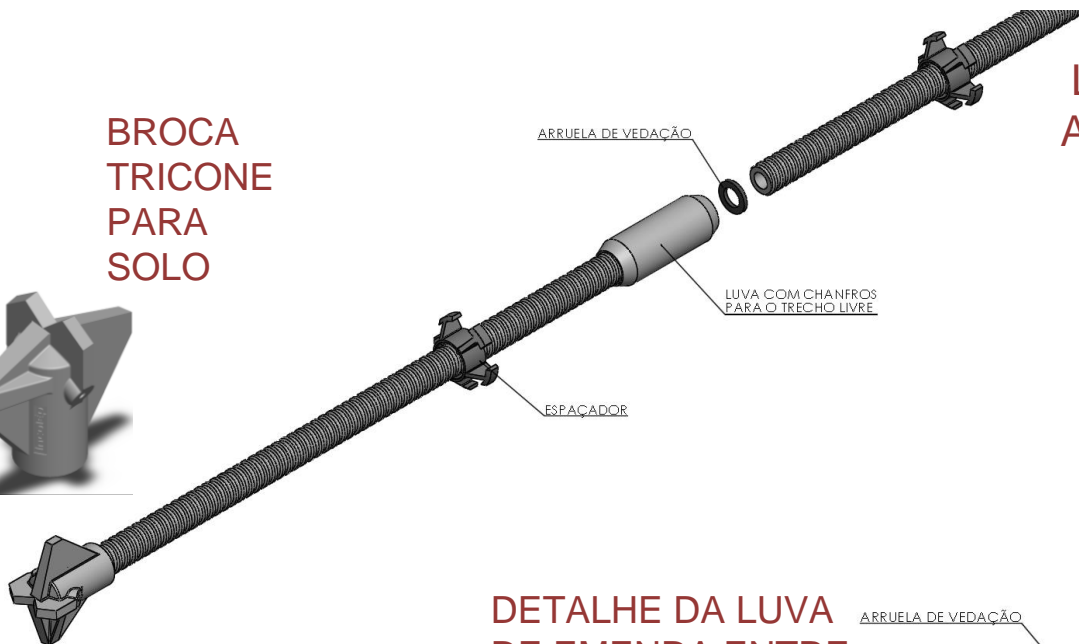
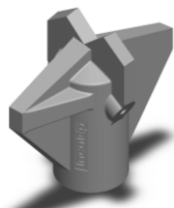
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



| Tirante Monobarra | Diâmetro Nominal [mm] | Diâmetro Efetivo [mm] | Espessura [mm] | Área [mm ²] | Massa Linear [kg/m] | Propriedades Mecânicas Mínimas [kgf/mm ²] | | Cargas [tf] | | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|---------------------|---|-------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|------------|------------|
| | | | | | | Limite de Escoamento | Limite de Ruptura | Cargas Limites | | Cargas de Trabalho | | |
| | | | | | | | | Carga Limite de Escoamento | Carga Limite de Ruptura | Ensaio | Permanente | Provisória |
| INCO 15TD | 40 | 38,1 | 7,0 | 684,0 | 5,37 | 44,0 | 58,0 | 30,0 | 40,0 | 27,0 | 15,0 | 17,0 |
| INCO 20TD | 40 | 38,1 | 9,0 | 822,0 | 6,45 | 47,0 | 60,0 | 38,6 | 49,0 | 34,7 | 20,0 | 23,0 |
| INCO 27TD | 40 | 38,1 | 9,0 | 822,0 | 6,45 | 63,0 | 74,0 | 51,8 | 60,0 | 46,6 | 27,0 | 31,0 |
| INCO 34TD | 40 | 38,1 | 11,0 | 936,0 | 7,35 | 70,0 | 83,0 | 65,5 | 77,0 | 59,0 | 34,0 | 40,0 |
| INCO 43TD | 50 | 48,3 | 11,5 | 1330,0 | 10,44 | 63,0 | 74,0 | 83,8 | 98,0 | 75,4 | 43,0 | 50,0 |
| INCO 51TD | 50 | 48,3 | 15,0 | 1569,0 | 12,32 | 63,0 | 74,0 | 98,8 | 116,0 | 88,9 | 51,0 | 59,0 |
| INCO 70TD | 62 | 60,3 | 15,0 | 2134,0 | 16,76 | 63,0 | 74,0 | 134,4 | 158,0 | 121,0 | 70,0 | 80,0 |

ASPECTOS E COMPONENTES DO TIRANTE INCO TD

BROCA
TRICONE
PARA
SOLO



ARRUELA DE VEDAÇÃO

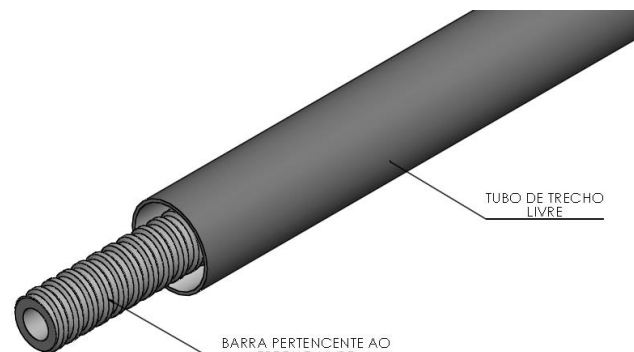
LUVA COM CHANFROS
PARA O TRECHO LIVRE

ESPAÇADOR

LAMINAÇÃO A FRIO
A PARTIR DE TUBOS
SEM COSTURA

DETALHE DA LUVA
DE EMENDA ENTRE
OS TRECHOS LIVRE
E ANCORADO

ARRUELA DE VEDAÇÃO



TUBO DE TRECHO
LIVRE

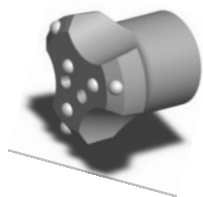
BARRA PERTENCENTE AO
TRECHO LIVRE

EMENDAS E
VEDAÇÕES

LUVA COM CHANFROS
PARA O TRECHO LIVRE

BARRA PERTENCENTE AO
TRECHO ANCORADO

BROCA
COM
BOTÕES
PARA
ROCHA



TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

Cálculo da Capacidade de Carga de Tirantes Autoinjetáveis

A capacidade de carga da ancoragem dos tirantes pode ser calculada pelo método proposto pelos Engenheiros Eng^o Ivan Joppert Jr. Eng^o William Mallmann e Eng^o Walter Iorio, apresentado no SEFE V, o qual define a carga de ruptura, sendo:

$$R_{rup} = 9,2 \cdot N_{spt} \cdot \emptyset \cdot L \cdot K$$

ONDE,

R_{rup} = carga de ruptura do tirante com o solo

N_{spt} = número médio de SPT na região de implantação do bulbo de ancoragem

\emptyset = diâmetro do tricône em metros

L = comprimento de ancoragem do tirante em metros

K = coeficiente que depende o tipo de solo (t/m²)

EXEMPLO

$$R_{rup} = 9,2 \cdot 16 \cdot 0,11 \cdot 7 \cdot 0,63 = 71,41 \text{ tf}$$

Trecho livre 7,0m

Trecho ancorado 7,0m

Areia muito siltosa (K = 0,63)

Diâmetro do tricône 110mm

STP médio lateral 16

Sugerimos a favor da segurança usar os seguintes coeficientes: Considerando o pequeno número de tirantes observados em areias argilosas/siltosas.

| Solo | K [t/m ²] |
|----------------------|-----------------------|
| Areia pouco argilosa | 0,42 |
| Areia pouco siltosa | 0,50 |
| Areia muito argilosa | 0,68 |
| Areia muito siltosa | 0,63 |
| Areia | 0,30 |

| Solo | K [t/m ²] |
|----------------------|-----------------------|
| Argila | 1,00 |
| Argila siltosa | 1,00 |
| Argila pouco arenosa | 1,00 |
| Silto arenoso | 1,00 |

| Solo | K [t/m ²] |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Areias muito argilosas / siltosas | 0,60 |
| Areias pouco argilosas / siltosas | 0,40 |

TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO

- EXISTEM PARTICULARIDADES TÉCNICAS e OPERACIONAIS QUE CONFEREM A ESTE TIRANTE:
 - MAIOR RAPIDEZ NA EXECUÇÃO, DEVIDO AO PROCESSO CONCOMITANTE DE PERFURAÇÃO, INSTALAÇÃO E INJEÇÃO;
 - **AMPLA GAMA DE UTILIZAÇÃO, COMO:**
 - ✓ TIRANTES DE CONTENÇÃO;
 - ✓ FUNDAÇÕES CONVENCIONAIS E REFORÇO DE FUNDAÇÕES;
 - ✓ MICRO ESTACAS AUTOPERFURANTES;
 - ✓ ANCORAGEM E FUNDAÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO;
 - ✓ TIRANTES DE SUBPRESSÃO ou A SEREM INSTALADOS EM REGIÕES LITORÂNEAS, EM AREIA, ONDE O LENÇOL É PRATICAMENTE AFLORANTE .

TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO

- **MENOR DANO AO MACIÇO JÁ COMPROMETIDO ou CARACTERIZADO COMO SOLO COLAPSÍVEL;**

Ex. EXECUÇÃO DE TIRANTES E MICRO ESTACAS, EM ARGILA POROSA VERMELHA.



Caráter colapsível do material :

“Todavia, a argila vermelha porosa exhibe elevada compressibilidade quando carregada à superfície, **devido ao elevado índice de vazios** conferido pelo intemperismo.

Esse solo tem caráter colapsível, podendo apresentar grandes deformações induzidas por um aumento brusco do teor de umidade, por exemplo, associado a uma excepcional subida do nível freático, infiltração de água da chuva, ou até a ruptura de adutoras.”

Explica o texto do Professor Manuel Fernandes, doutor em engenharia civil pela FEUP.

TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO

*Acrescentaria ao texto anterior, do prof. Manuel Fernandes, a **perfuração com água**.

Sabemos que a perfuração com AR comprimido nesse maciço argiloso pode gerar inconvenientes, mas a perfuração com água é ainda mais DANOSA; A água penetra na porosidade e **RELAXA O MATERIAL** de tal forma, que serão necessárias para a correta ancoragem do tirante, algumas **FASES DE INJEÇÃO**, com volumes reduzidos de calda de cimento por manchete, para que se obtenha sucesso na reconstituição do maciço no perímetro do trecho ancorado.

Como exemplo, na argila porosa do espigão da av. Paulista e São Paulo, presenciemos casos de aplicação de até 5 (cinco) fases de injeção, de ½ saco de cimento por manchete, para se obter a ancoragem requerida.

Na execução do TIRANTE AUTO INJETÁVEL, ao se utilizar a calda de cimento como fluido de perfuração, o dano ao maciço é mitigado e a relaxação é mínima, de forma que se bem calculado e executado, o tirante ancora sem problemas. A calda de cimento trata o perímetro da perfuração, em especial no trecho ancorado, **NÃO** havendo a necessidade das **DIVERSAS FASES DE INJEÇÃO** e portanto refletindo em **MENORCUSTO OPERACIONAL**.

TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VERSATILIDADE E UTILIZAÇÃO EM TÚNEIS

EM OBRAS DE TÚNEIS OS TIRANTES AUTOINJETÁVEIS PODEM SER APLICADOS COMO:

- TIRANTES DE CONTENÇÃO DOS EMBOQUES;
- ENFILAGENS DE PROTEÇÃO DA ABÓBADA;
- MICRO ESTACAS DE REFORÇO NOS PÉS DE CAMBOTAS;

A rapidez na execução, permite tratamentos mais ágeis e portanto, liberação da frente para o avanço em menor prazo;

A mão de obra empregada é reduzida em relação aos métodos tradicionais, sendo uma equipe padrão composta por:

- ✓ 01 encarregado de obras
- ✓ 01 operador de perfuratriz
- ✓ 01 ajudante de frente de máquina
- ✓ 01 injetador/operador de bomba de cimento.

TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VERSATILIDADE E UTILIZAÇÃO EM TÚNEIS

- TIRANTES DE CONTENÇÃO DOS EMBOQUES;



- ENFILAGENS DE PROTEÇÃO DAS ABÓBADAS;



TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VERSATILIDADE E UTILIZAÇÃO EM TÚNEIS

- MICRO ESTACAS p/ REFORÇO DE FUNDAÇÃO DOS PÉS DE CAMBOTAS



TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VERSATILIDADE E UTILIZAÇÃO EM TÚNEIS

EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS :

PERFURATRIZES HIDRÁULICAS ROTATIVAS OU ROTO PERCUSIVAS, nos modelos adequados ao tipo de tratamento que se quer executar, quer seja para tirantes, micro estacas ou enfilagens;

A adaptação passa pela instalação de uma **TESTINA** para injeção, acoplada à frente do cabeçote, caso o fuso do equipamento não seja passante;

As **BOMBAS DE INJEÇÃO**, são as convencionais para tirantes e/ou micro estacas, normalmente de duplo pistão, com média vazão, entre 50 a 65 l/min e que atinjam pressões entre 30 e 60 Bar operacionais;

O **MISTURADOR DE CIMENTO**, é o mesmo utilizado para a execução de tirantes, dotado de sistema que utiliza alta turbulência e uma cuba independente, para manter a calda em agitação. O conjunto deve ter capacidade para 250 l a 300 l, de forma a garantir o suprimento/fluxo de calda, sem interrupções durante a execução.

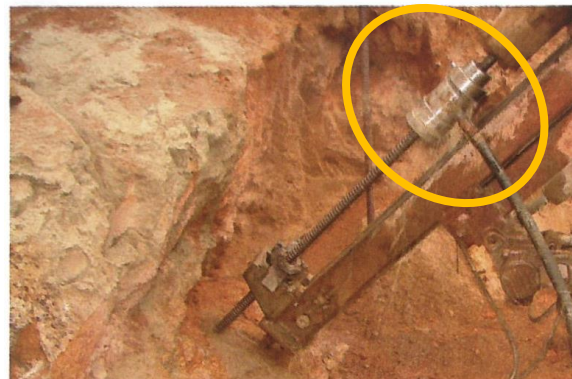
TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VERSATILIDADE E UTILIZAÇÃO EM TÚNEIS

- ✓ Perfuratriz adaptada para execução de enfilagens de tratamento frente, em túneis;



- ✓ Aspecto da perfuração de microestaca utilizando-se o tirante autoinjetável, com emprego de TESTINA acoplada ao cabeçote de perfuração (destaque) ;



TIRANTE AUTOINJETÁVEL INCO TD

VERSATILIDADE E UTILIZAÇÃO EM TÚNEIS

- ✓ Exemplo de Injetoras com duplo pistão e misturadores possíveis



1

2

3

Em RESUMO, tanto a equipe, quanto os equipamentos utilizados são de menor porte, se comparado a outros processos, podendo refletir em menor custo de mobilização.

CASE : OBRA DE CONTENÇÃO COM USO DE TIRANTES AUTOINJETÁVEIS- INCO TD



ANÁLISE PRÉVIA DA SITUAÇÃO LOCAL

NOSSO CASE, DESCREVE A IMPLANTAÇÃO DE UMA CORTINA ATIRANTADA, PARA SUBSTITUIÇÃO DE UMA CONTENÇÃO EM MURO DE ARRIMO EXECUTADO PELO SISTEMA SISBAT, EM PROCESSO DE RUÍNA, NA CIDADE DE EMBU DAS ARTES, REGIÃO METROPOLITANA DE S.PAULO;

A OCORRÊNCIA AMEAÇAVA COLAPSAR UM GALPÃO ONDE FUNCIONAVA UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA GRANDE REDE DE SUPERMERCADOS;

ALÉM DO **COMPROMETIMENTO DA OPERAÇÃO** DO CD, HAVIAM OUTROS FATORES DE RISCO COMO A POSSIBILIDADE DE **DANOS MATERIAIS** E ASSIM COMO **DANOS AMBIENTAIS**, TENDO EM VISTA QUE A CONTENÇÃO CASO VIESSE A RUIR, ATINGIRIA A **ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL** LINDEIRA;

A INSTABILIDADE DO MACIÇO E DO MURO DE CONTENÇÃO, JÁ HAVIA **OCASIONADO DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS** NA ESTRUTURA DO GALPÃO, DA ORDEM DE **220mm** e **RECALQUES VERTICAIS** ENTRE **100 E 150mm**, EXIGINDO PROVIDÊNCIAS URGENTES.

VISTA DO MURO DE CONTENÇÃO EM PROCESSO DE RUPTURA



ASPECTO DA RUPTURA A PARTIR DA DIVISA À JUSANTE DO MURO, LINDEIRO À ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL



RUPTURA INSTALADA, OBSERVADA A PARTIR DE OUTRO ÂNGULO



DETALHE DO PILAR PERIFÉRICO DO GALPÃO, EM RELAÇÃO À LAJE DO PISO, INDICANDO O DESLOCAMENTO HORIZONTAL DO MACIÇO, CERCA DE 220mm.



A FOTO, TENDO COMO REFERENCIAL A LAJE DE PISO REMANESCENTE, MOSTRA O RECALQUE SUPERFICIAL DO TERRENO DE CERCA DE 100 A 150 mm.



O PROJETO E A OPÇÃO PELO USO DE TIRANTES AUTOINJETÁVEIS – INCO TD

O PROJETO FICOU A CARGO DA INFRAESTRUTURA ENGENHARIA do eng. IVAN JOPPERT e A EXECUÇÃO DA NOVA CONTENÇÃO, A CARGO DA EMPRESA EMBRAGEO do eng. WALTER ÍÓRIO, AMBAS DE SÃO PAULO .

FOI PROJETADA NOVA CONTENÇÃO, DESTA VEZ UMA CORTINA ATIRANTADA PROJETADA À MONTANTE DA ATUAL CONTENÇÃO EM PROCESSO DE RUPTURA, COM AS SEGUINTE CARACTERÍSTICAS :

- ❑ **80 MICROESTACAS AUTOERFURANTES** com **25m**, PARA APOIO DA NOVA CORTINA e PRÉ CONTENÇÃO ;
- ❑ **191 TIRANTES DEFINITIVOS AUTOINJETADOS** com C.TRAB. ATÉ 43tf e COMPRIM. DE ATÉ 24m . TIRANTE INCO 43TD

O PROJETO E A OPÇÃO PELO USO DE TIRANTES AUTOINJETÁVEIS – INCO TD

PORQUE A OPÇÃO POR TIRANTES AUTOINJETÁVEIS ?

Segundo o projetista, eng. Ivan Joppert, em matéria da revista Fundações e obras geotécnicas de abril de 2017, “O grande diferencial da obra foi a utilização do sistema de tirantes e micro estacas autoinjetáveis, pois ajudou a estabilizar o maciço durante sua implantação e diminuiu substancialmente o cronograma da execução das obra”

Em resumo a opção pelo **SISTEMA de AUTOINJETÁVEIS DA INCOTEP**, contribuiu para:

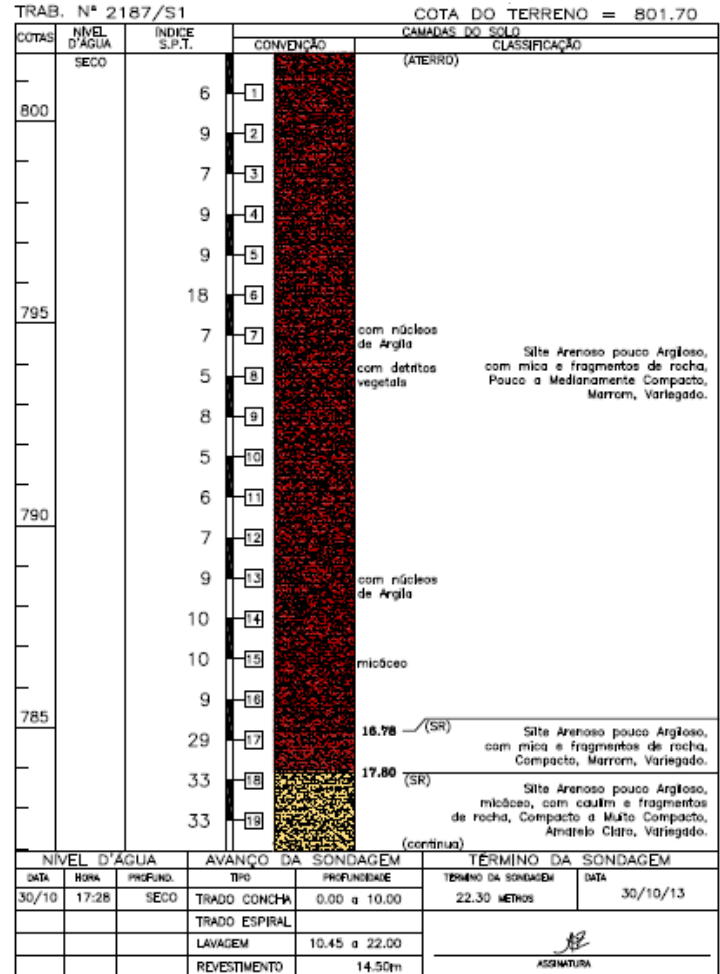
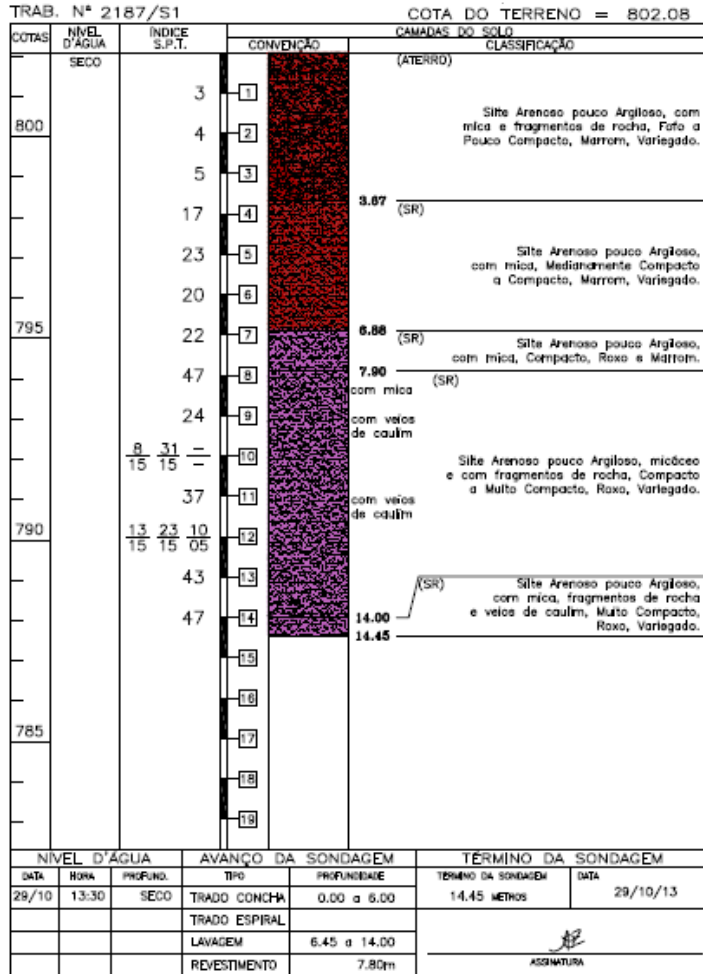
- ❑ **Rapidez na execução tendo em vista necessidade imediata da contenção e estabilização do maciço;**
 - **A OBRA TRANSCORREU EM 4 MESES, SENDO, EXECUÇÃO DAS ESTACAS, MAIS QUATRO LINHAS DE TIRANTES, COM APENAS UM EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO;**
 - **EQUIPE REDUZIDA TENDO EM VISTA QUE O PROCESSO DE INSTALAÇÃO E INJEÇÃO OCORREU SIMULTANEAMENTE .**

O PROJETO E A OPÇÃO PELO USO DE TIRANTES AUTOINJETÁVEIS – INCO TD

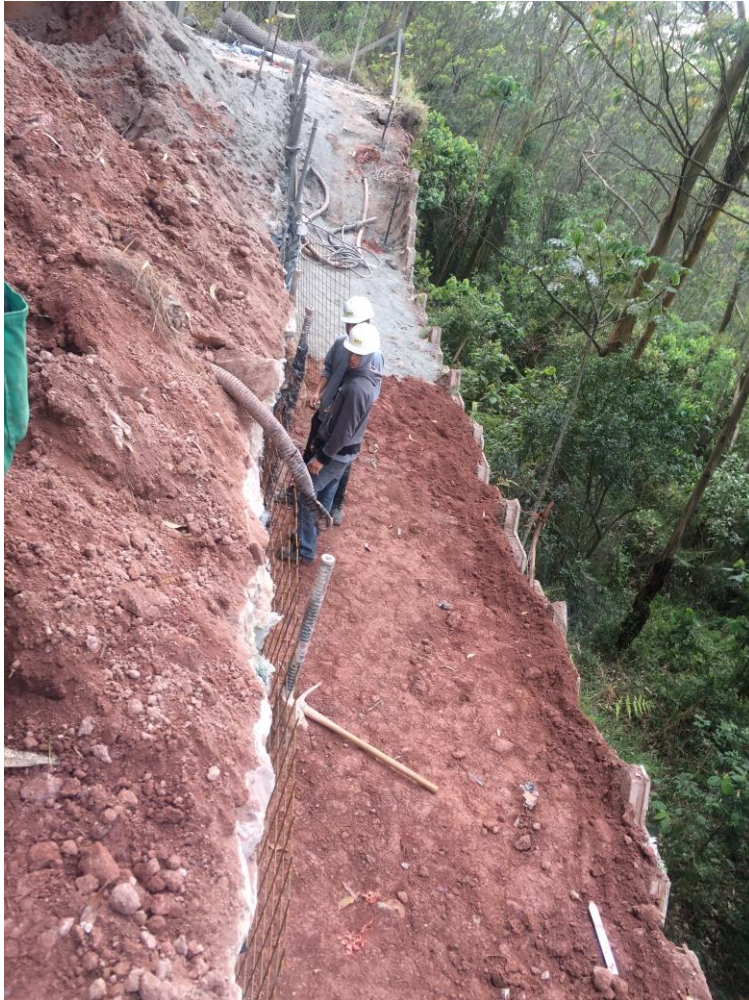
PORQUE A OPÇÃO POR TIRANTES AUTOINJETÁVEIS ?

- ❑ A perfuração com utilização de calda de cimento, tende a tratar o maciço através de preenchimento das trincas no maciço melhorando a estabilidade.
 - A perfuração com outros fluídos, seja **água ou ar comprimido, no caso de maciços já comprometidos, pode acelerar os mecanismos de instabilidade.**
 - Após a instalação das microestacas autoperfurantes, o **processo de movimentação do maciço foi atenuado** significativamente;
- ❑ A utilização das microestacas autoperfurantes, atuou **como contenção prévia do maciço**, que associada à camada de concreto projetado e tela CA60, permitiu que os novos trechos de cortina fossem escavados de uma só vez ao invés da metodologia através de nichos, agilizando o cronograma;
- ❑ A degradação ambiental, tendo em vista a proximidade com a APA, foi **praticamente inexistente** devido ao tipo de perfuração/injeção, que gerou o mínimo de resíduos possível.

AS SONDAGENS MOSTRAM AS VARIAÇÕES DO ATERRO DE SILTE POUCO ARGILOSO, VARIANDO ENTRE 7 A 17m e O SOLO RESIDUAL DE SILTE ARENOSO POUCO ARGILOSO, CARACTERÍSTICO DA REGIÃO



ESCAVAÇÃO DO PRIMEIRO PATAMAR, COM MURO ANTERIOR PARCIALMENTE DEMOLIDO, MICROESTACAS JÁ EXECUTADAS E CONCRETO PROJETADO MAIS TELA, COMPONDO A CONTENÇÃO PRÉVIA



INÍCIO DA EXECUÇÃO DA PRIMEIRA LINHA DE TIRANTES, ESTACAS JÁ INSTALADAS, E POSICIONAMENTO DE EQUIPAMENTO PARA EXECUÇÃO DA 1ª LINHA DE TIRANTES AUTOINJETÁVEIS



EXECUÇÃO DO PRIMEIRO ESTÁGIO DA CORTINA ATIRANTADA



EXECUÇÃO DA 2ª LINHA DE TIRANTES



EXECUÇÃO DA 3ª LINHA DA CORTINA, MACIÇO PREVIAMENTE CONTIDO PELAS ESTACAS AUTOPERFURANTES E CONCRETO PROJETADO MAIS TELA. ESSE PROCESSO PERMITIU A ESCAVAÇÃO INTEGRAL SEM A NECESSIDADE DA EXECUÇÃO EM NICHOS.

Metodologia executiva otimizou em muito o cronograma



VISTA DA EXECUÇÃO DA TERCEIRA LINHA, EVIDENCIANDO A ABERTURA INTEGRAL DA FRENTE



VISTA DOS TIRANTES INSTALADOS 1ª E 2ª LINHAS E CORTINA CONCRETADA



CORTINA FINALIZADA !



CORTINA FINALIZADA !



OBRIGADO PELA ATENÇÃO !



contato : alaor.junior@acotubo.com.br ; 011 992745914



A **Incotep Sistema de Ancoragem** atua no desenvolvimento de sistemas de protensão e ancoragem de alta qualidade para aplicações geotécnicas e estruturais. Com estoque à pronta entrega de materiais standard, nosso compromisso é fornecer produtos com excelência para o seu negócio.

Conheça as nossas soluções:

- Tirantes Monobarras
- Tirantes Threadbolt
- Tirantes Inco Ankor
- Cordoalhas
- Tirantes Autoinjetáveis
- Brackct Incotep
- Enfilagem para Túneis

www.incotep.com.br
11 2413-2000

Incotep
Sistemas de Ancoragem

Incotep
Sistemas de Ancoragem