

geofix

7º Curso de **ENGENHARIA APLICADA ÀS OBRAS DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES**



FAAP
Desde 1947



CONTENÇÕES EM PAREDE DIAFRAGMA, PERFIL METÁLICO E TIRANTES

- **CONCEITOS BÁSICOS**
- **EXECUÇÃO**
- **ESTUDO DE CASOS**

ENGº MARCELO FERREIRA

Sócio - Diretor

CONSULTRIX

I. INTRODUÇÃO - Geotecnia

II. CONTENÇÕES - Histórico

III. PAREDE DIAFRAGMA

IV. PERFIL METÁLICO PRANCHEADO

V. TIRANTES

VI. CASO DE OBRA

I. INTRODUÇÃO

- INFELIZMENTE, OS SOLOS SÃO FEITOS PELA NATUREZA E NÃO PELO HOMEM E OS PRODUTOS DA NATUREZA SÃO SEMPRE COMPLEXOS.
- SOLO NATURAL NUNCA É UNIFORME, SUAS PROPRIEDADES MUDAM DE PONTO PARA PONTO, ENQUANTO NOSSO CONHECIMENTO DE SUAS PROPRIEDADES ESTÁ LIMITADO AOS POUCOS PONTOS EM QUE AS AMOSTRAS FORAM RECOLHIDAS.

I. INTRODUÇÃO

- ALÉM DE TUDO, SUAS PROPRIEDADES SÃO MUITO COMPLICADAS PARA TEORIAS RIGOROSAS E SOLUÇÕES MATEMÁTICAS APROXIMADAS SÃO DIFÍCEIS, MESMO PARA PROBLEMAS COMUNS.
- NA MECÂNICA DOS SOLOS A PRECISÃO DOS RESULTADOS CALCULADOS NÃO PASSA DE UMA ESTIMATIVA GROSSEIRA E A PRINCIPAL FUNÇÃO DA TEORIA É COMO OBSERVAR NO CAMPO.

I. INTRODUÇÃO

- DAÍ O CENTRO DE GRAVIDADE DA INVESTIGAÇÃO DESLOCOU-SE DO ESTUDO E DO LABORATÓRIO, PARA O CAMPO DE CONSTRUÇÃO, ONDE SE PERMANECERÁ.

KARL TERZAGHI

PRAGA, 02.10.1883

WINCHESTER, 25.10.1963



I. INTRODUÇÃO

PRINCIPAIS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO:

1. AÇO
2. CONCRETO
3. MADEIRA
- 4. ROCHA**
- 5. SOLO**

FUNDAÇÕES – TEORIA E PRÁTICA: ANTÔNIO DIAS F. N. NETO

II. CONTENÇÕES

Definição

ESTRUTURAS CIVIS CONSTRUÍDAS
PARA SUPORTAR MACIÇOS DE SOLO
OU ROCHA, SEM AS QUAIS
SERIAM INSTÁVEIS.

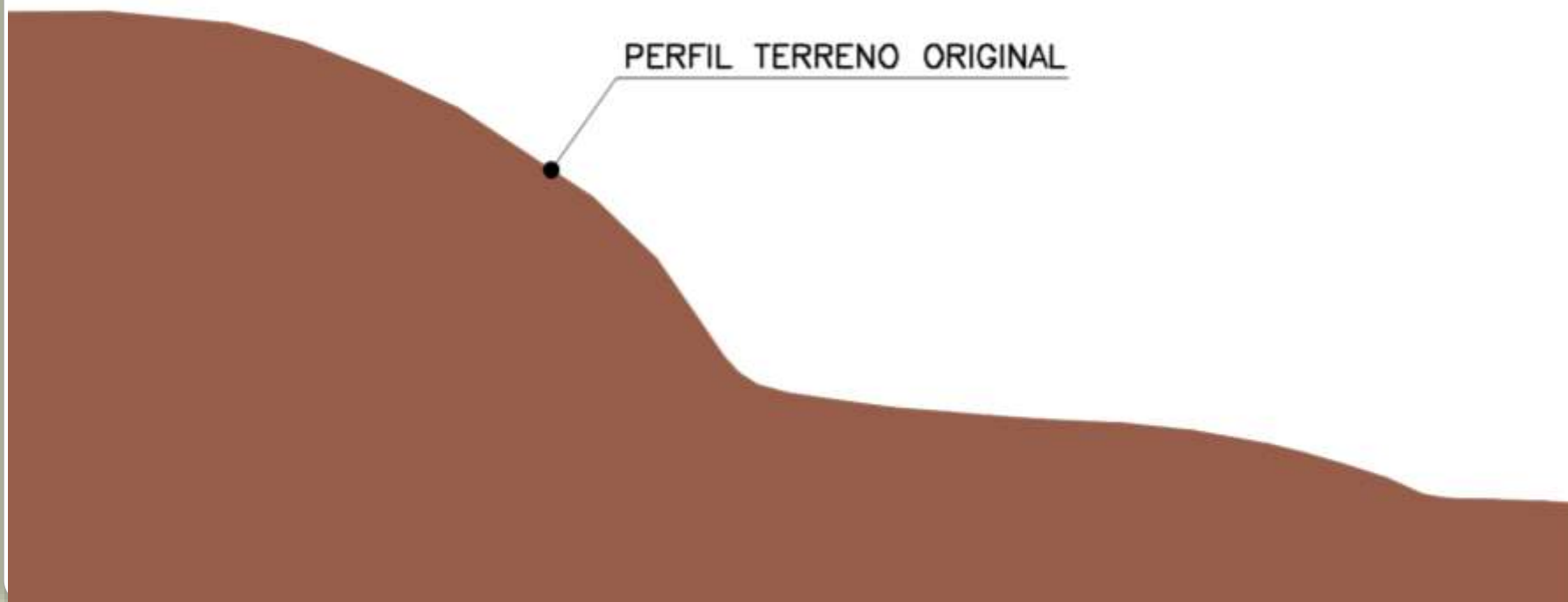
II. CONTENÇÕES

Situações

- CORTE
- ATERRO

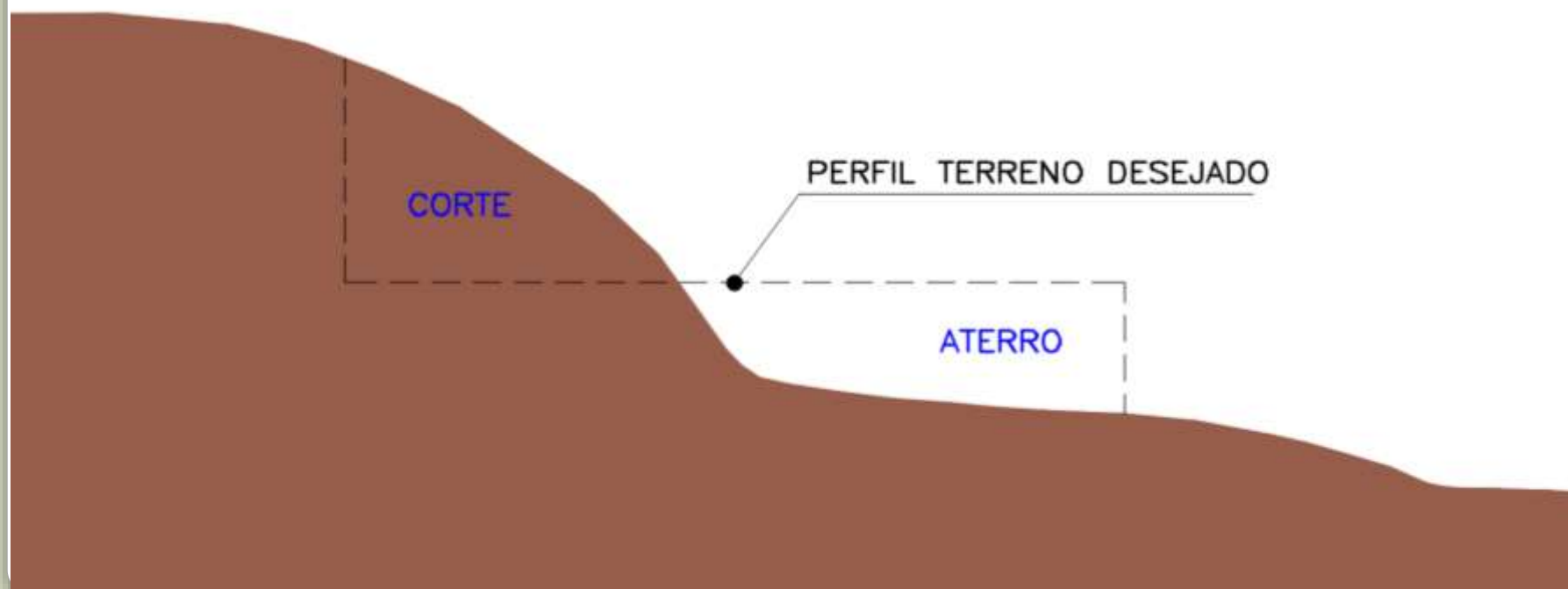
II. CONTENÇÕES

Situações



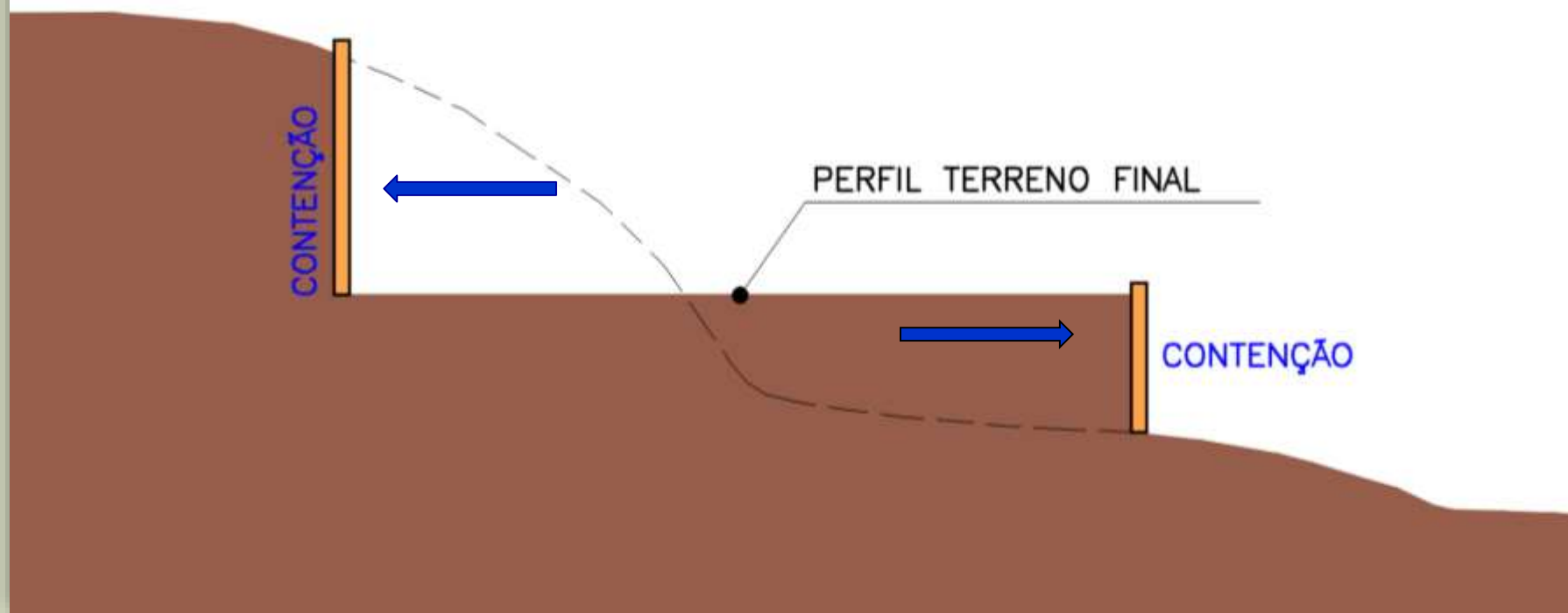
II. CONTENÇÕES

Situações



II. CONTENÇÕES

Situações



II. CONTENÇÕES

Histórico

3.200 A.C. – MESOPOTÂMIA

Muros de alvenaria de argila contendo aterros para obras de irrigação:

- Diques
- Canais

II. CONTENÇÕES



II. CONTENÇÕES

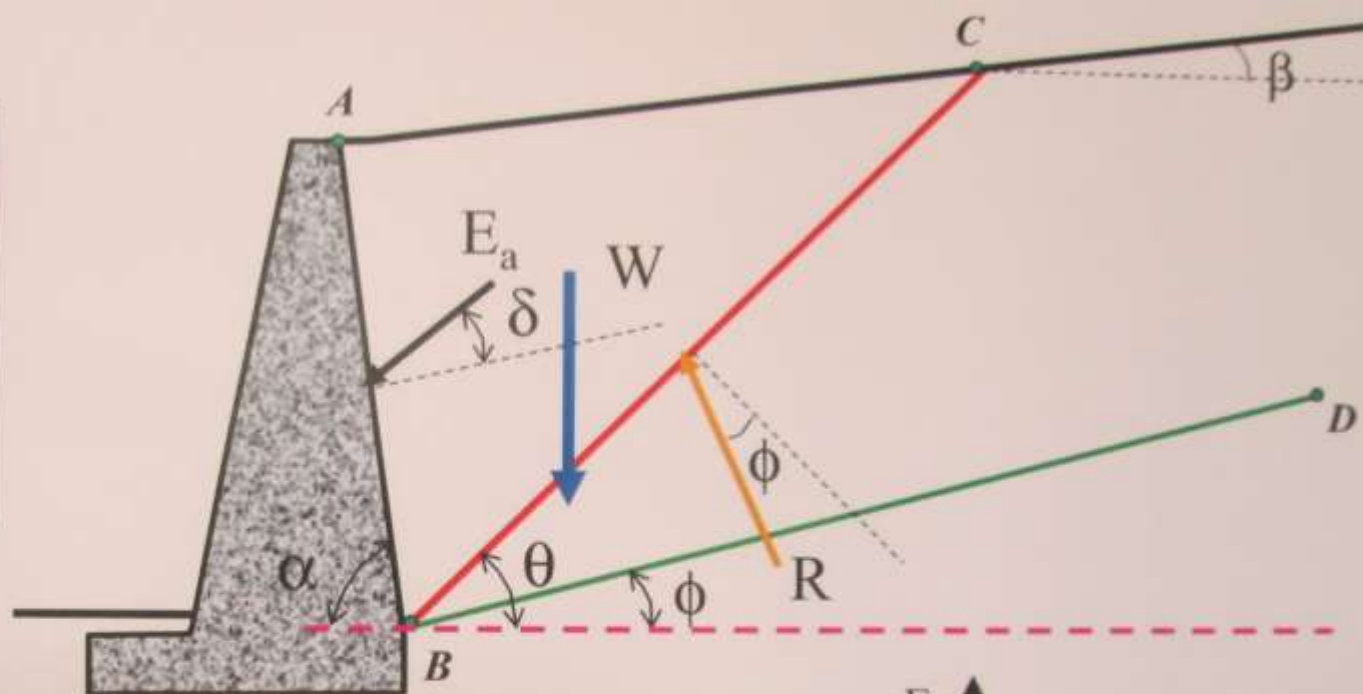
Histórico

Obras construídas com preceitos de engenharia

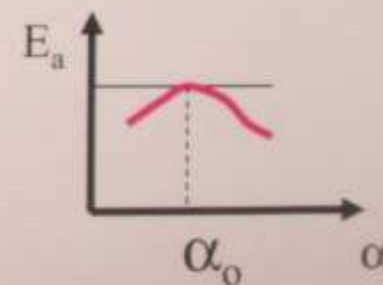
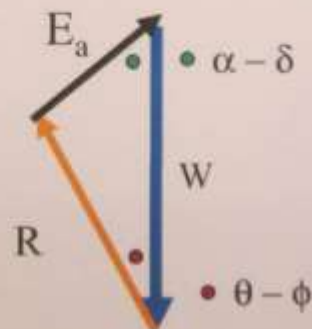
SÉCULO XVIII – CHARLES COULOMB



II. CONTENÇÕES



atrito entre o muro/solo



II. CONTENÇÕES

Histórico Brasil

- **SÉCULO XVII – FORTES**
- **SÉCULO XVIII – OBRAS PORTUÁRIAS**
- **SÉCULO XIX – FERROVIAS**
- **SÉCULO XX – DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL:**
 - **DÉCADA DE 60 – SEM SUBSOLO**
 - **DÉCADA DE 80 – USUAL DOIS SUBSOLOS**

II. CONTENÇÕES

EVOLUÇÃO DOS CENTROS URBANOS

- AUMENTO POPULACIONAL
- TRANSPORTE PÚBLICO DEFICIENTE
- AUMENTO DA RENDA FAMILAR
- NÚMERO MÍNIMO DE VAGAS DE GARAGEM
- PREFEITURA – ÁREA COMPUTÁVEL

II. CONTENÇÕES

Tipos

- MURO DE GRAVIDADE
- SOLO REFORÇADO
- ESTACA PRANCHA
- ESTACA JUSTAPOSTA
- ESTACA SECANTE
- PAREDE DE JET GROUTING
- **PAREDE DIAFRAGMA**
- **PERFIL METÁLICO PRANCHEADO**

MURO DE GRAVIDADE



SOLO REFORÇADO



SOLO REFORÇADO



ESTACA PRANCHA



ESTACA SECANTE



JET-GROUTING



PAREDE DIAFRAGMA



PERFIL METÁLICO E PRANCHEAMENTO



II. CONTENÇÕES

Escolha

- UTILIZAÇÃO
- SOLICITAÇÕES
- PERFIL GEOLÓGICO DO SOLO LOCAL
- ESPAÇO DISPONÍVEL
- PRAZOS
- CUSTOS
- **NÍVEL FREÁTICO**

LEGISLAÇÃO CEUSO

- INTERFERÊNCIA EXTERNA
- PROJETO
- REBAIXAMENTO FREÁTICO

CEUSO - Comissão de Edificações e Uso do Solo
Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento - SP

MINUTA DE RESOLUÇÃO - CEUSO

- I. NÃO SERÁ PERMITIDA A UTILIZAÇÃO DE REBAIXAMENTO PERMANENTE DO LENÇOL FREÁTICO.

- II. TODAS AS OBRAS QUE PREVEJAM A EXECUÇÃO DE SUBSOLOS DEVERÃO ANEXAR NO PEDIDO DE ALVARÁ DE EXECUÇÃO E MANTER À DISPOSIÇÃO DA FISCALIZAÇÃO ATÉ OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DE CONCLUSÃO UMA SÉRIE DE DOCUMENTOS.

MINUTA DE RESOLUÇÃO - CEUSO

III. QUANDO A COTA DE IMPLANTAÇÃO DO ÚLTIMO SUBSOLO ESTIVER ABAIXO DO NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO DETECTADO NAS SONDAgens, OUTRAS CONDIÇÕES DEVERÃO AINDA SER OBSERVADAS.

ITEM II - OBRAS COM SUBSOLO - CEUSO

- a) LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO;

- b) PLANTAS E RELATÓRIOS DE SONDAGEM ACOMPANHADOS DO PROJETO DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES E DE LAUDO TÉCNICO ASSINADOS POR PROFISSIONAL DEVIDAMENTE HABILITADO;

ITEM II - OBRAS COM SUBSOLO - CEUSO

- c) LAUDO DE VISTORIA PRÉVIA DOS IMÓVEIS CONFRONTANTES DE MURO OU DA COMPROVAÇÃO DA IMPOSSIBILIDADE DE INGRESSO NESTE IMÓVEL CONFRONTANTE, ATESTADA, POR EXEMPLO, POR ATA NOTARIAL, ACOMPANHADO DE RELATÓRIO FOTOGRÁFICO E ELABORADO POR PROFISSIONAL DEVIDAMENTE HABILITADO;

ITEM II - OBRAS COM SUBSOLO - CEUSO

d) COMPROVAÇÃO DE CONTRATAÇÃO DE PROFISSIONAL DE GEOTECNIA, ATRAVÉS DE ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART;

ITEM II - OBRAS COM SUBSOLO - CEUSO

e) DOCUMENTO COMPROBATÓRIO DE CONTRATAÇÃO DE SEGURO DE OBRA COBRINDO RISCOS DE ENGENHARIA E DE RESPONSABILIDADE CIVIL CRUZADA OU TERMO DE COMPROMISSO, ASSINADO PELO PROPRIETÁRIO OU RESPONSÁVEL PELA OBRA, RESPONSABILIZANDO-SE SOBRE DANOS COMPROVADAMENTE OCACIONADOS PELA OBRA AOS VIZINHOS CONFRONTANTES DE MURO;

ITEM II - OBRAS COM SUBSOLO - CEUSO

- f) TERMO DE RESPONSABILIDADE E COMPROMISSO, ASSINADO PELO PROPRIETÁRIO E PELO RESPONSÁVEL PELA OBRA, DE QUE SERÃO TOMADAS DURANTE A EXECUÇÃO DAS OBRAS AS MEDIDAS ACAUTELATÓRIAS PREVISTAS NO CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES, PARA PRESERVAÇÃO DA INTEGRIDADE FÍSICA DOS IMÓVEIS CONFRONTANTES DE MURO;

ITEM III - NÍVEL FREÁTICO - CEUSO

- a) GARANTIR A UTILIZAÇÃO DAS MELHORES SOLUÇÕES TÉCNICAS DE ENGENHARIA PARA FINS DE VEDAÇÃO DO PERÍMETRO DO SUBSOLO, DE ACORDO COM AS NORMAS TÉCNICAS OFICIAIS, TAIS COMO PAREDE DIAFRAGMA, ESTACAS JUSTAPOSTAS, ESTACAS SECANTES, ESTACAS PRANCHA, JET-GROUTING, DEEP SOIL MIXING, ETC, COM O DEVIDO MONITORAMENTO SE NECESSÁRIO, E DE ACORDO COM O LAUDO TÉCNICO MENCIONADO NA ALÍNEA “b” DO ITEM II;

ITEM III - NÍVEL FREÁTICO - CEUSO

- b) A SOLUÇÃO DE VEDAÇÃO DEVERÁ SER EMBUTIDA EM CAMADA DE SOLO DE BAIXA PERMEABILIDADE, ABAIXO DO ÚLTIMO SUBSOLO. CASO ISTO NÃO SEJA POSSÍVEL, O PROJETO DEVERÁ PREVER LAJE DE SUBPRESSÃO OU OUTRA SOLUÇÃO TÉCNICA EQUIVALENTE.

LEGISLAÇÃO – CEUSO / SP

- ABEF

Associação Brasileira de Empresas de Engenharia de Fundações e Geotecnia.

- ABEG

Associação Brasileira de Empresas de Engenharia de Projeto e Consultoria em Engenharia Geotécnica.

- SECOVI

Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais.

- SINDUSCON

Sindicato da Indústria da Construção Civil.

III. PAREDE DIAFRAGMA

Conceitos Básicos

III. PAREDE DIAFRAGMA

Definição:

CORTINA DE CONCRETO ARMADO OU NÃO, MOLDADA NO SOLO OU PRÉ-MOLDADA ATRAVÉS DA EXECUÇÃO DE PAINÉIS RETANGULARES SUCESSIVOS OU ALTERNADOS, SENDO A ESCAVAÇÃO REALIZADA COM USO DE FLUÍDO ESTABILIZANTE.

III. PAREDE DIAFRAGMA



ABERTURA



SEQUÊNCIA



FECHAMENTO

III. PAREDE DIAFRAGMA

Fluido Estabilizante

- LAMA BENTONÍTICA.
- POLÍMERO.

III. PAREDE DIAFRAGMA

Fluido Estabilizante - Bentonita

- MISTURA DE DIVERSAS ARGILAS DE GRÃOS MUITO FINOS, EM PARTICULAR A MONTMORILONITA, ALTERAÇÃO DE ROCHAS VULCÂNICAS.
- MATERIAL TIXOTRÓPICO: COMPORTAMENTO FLUÍDO QUANDO AGITADO E DE SE TORNAR UM GEL QUANDO EM REPOSO.

III. PAREDE DIAFRAGMA

Bentonita

FUNÇÕES:

- SUPORTAR A FACE DA ESCAVAÇÃO.
- FORMAR UM SELO PARA IMPEDIR A PERDA DE LAMA NO SOLO.
- DEIXAR EM SUSPENÇÃO PARTÍCULAS SÓLIDAS DO SOLO ESCAVADO, EVITANDO QUE ELAS DEPOSITEM NO FUNDO.

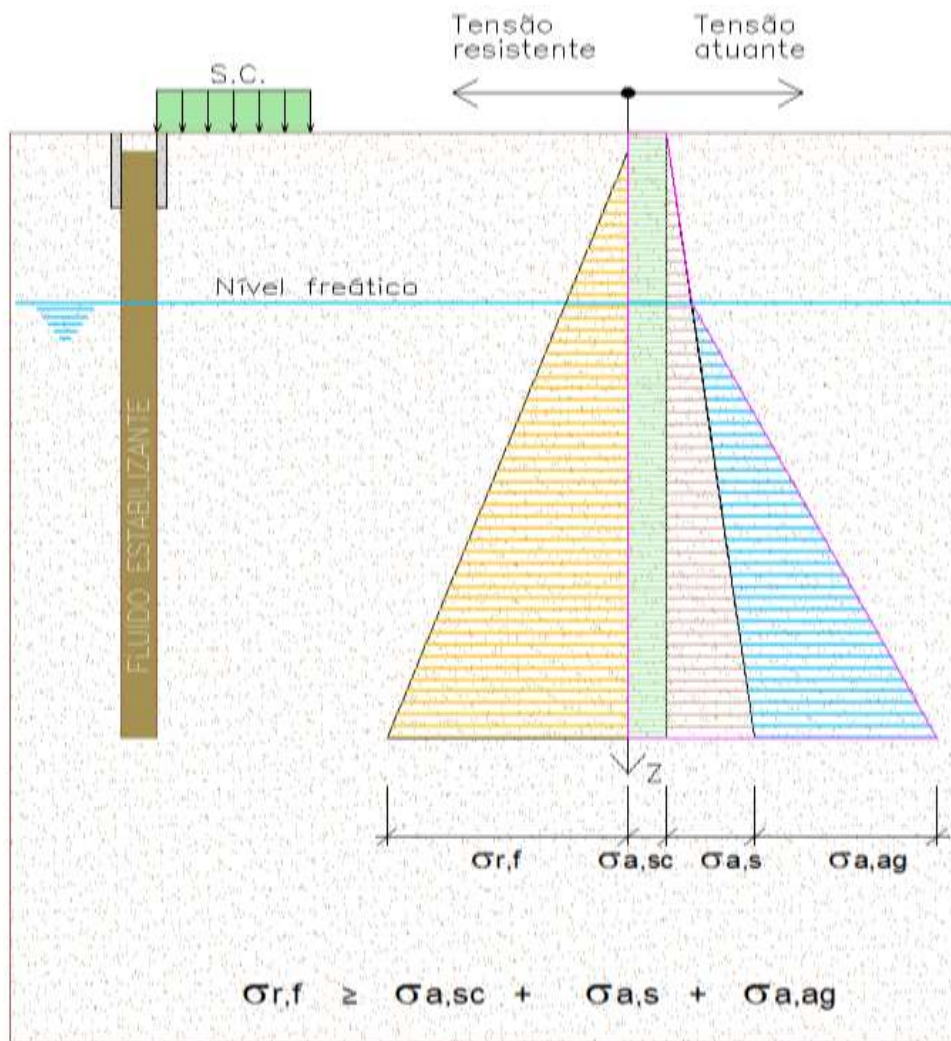
III. PAREDE DIAFRAGMA

Bentonita

FATORES ESTABILIZANTES:

- PRESSÃO HIDROSTÁTICA EXERCIDA PELA LAMA.
- RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DO GEL.
- AUMENTO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DO SOLO NA REGIÃO DE PENETRAÇÃO DA LAMA.

III. PAREDE DIAFRAGMA



III. PAREDE DIAFRAGMA

Bentonita – Características para Utilização

- **Densidade:** 1,025g/cm³ a 1,100g/cm³
- **Viscosidade:** 30s a 90s (Funil de Marsh)
- **pH:** 7 a 11
- **Teor de Areia:** Até 3%

III. PAREDE DIAFRAGMA

Fluído Estabilizante

POLÍMERO:

- MATERIAL SINTÉTICO CONSTITUÍDO GERALMENTE POR DOIS PRODUTOS, UM SÓLIDO (PÓ) E OUTRO LÍQUIDO (EMULSÃO).
- AS MOLÉCULAS DA ÁGUA SÃO PRESAS PELAS LONGAS CADEIAS DO POLÍMERO, FAZENDO COM QUE A SUA ESTRUTURA INCHE PROPORCIONANDO VISCOSIDADE A “LAMA POLIMÉRICA”.

III. PAREDE DIAFRAGMA

Polímero – Características para Utilização

- **Densidade:** $1,005\text{g/cm}^3$ a $1,050\text{g/cm}^3$
- **Viscosidade:** 35s a 120s
- **pH:** 8 a 12
- **Teor de Areia:** Até 3%

III. PAREDE DIAFRAGMA

Histórico

MILÃO:

- **1938** – CONCEBIDA POR VEDER E MARCONI

SÃO PAULO:

- **1969** – EDIFÍCIO PELLETRON NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (Lab. Física nuclear)

DISSEMINAÇÃO

- A PARTIR DAS OBRAS DO METRÔ SÃO PAULO (1969) E RIO DE JANEIRO.
- DESENVOLVIMENTO DOS CENTROS URBANOS.

III. PAREDE DIAFRAGMA

Aplicação

- PAREDE PLÁSTICA PARA “CUT OFF”
- PAREDE ESTRUTURAL DE CONTENÇÃO
- ELEMENTO DE FUNDAÇÃO

III. PAREDE DIAFRAGMA

Características

- **ESPESSURA:** 30cm a 120cm
- **LARGURA:** 250cm a 320cm
- **PROFUNDIDADE:** 60m

III. PAREDE DIAFRAGMA

Diferenciais

- EXECUÇÃO COM MENOR VIBRAÇÃO E RUÍDO
- GRANDE CAPACIDADE ESTRUTURAL
- MENOR INTERFERÊNCIA NO NÍVEL FREÁTICO EXTERNO
- AVANÇO EM SOLOS RESISTENTES, INCLUSIVE ROCHA

PAREDE DIAFRAGMA - Diafragmadora a Cabo



PAREDE DIAFRAGMA - Diafrag. hidráulica



PAREDE DIAFRAGMA - Hidrofesa



PAREDE DIAFRAGMA - Conjunto de silos



PAREDE DIAFRAGMA - Desarenador



PAREDE DIAFRAGMA - Flocculador

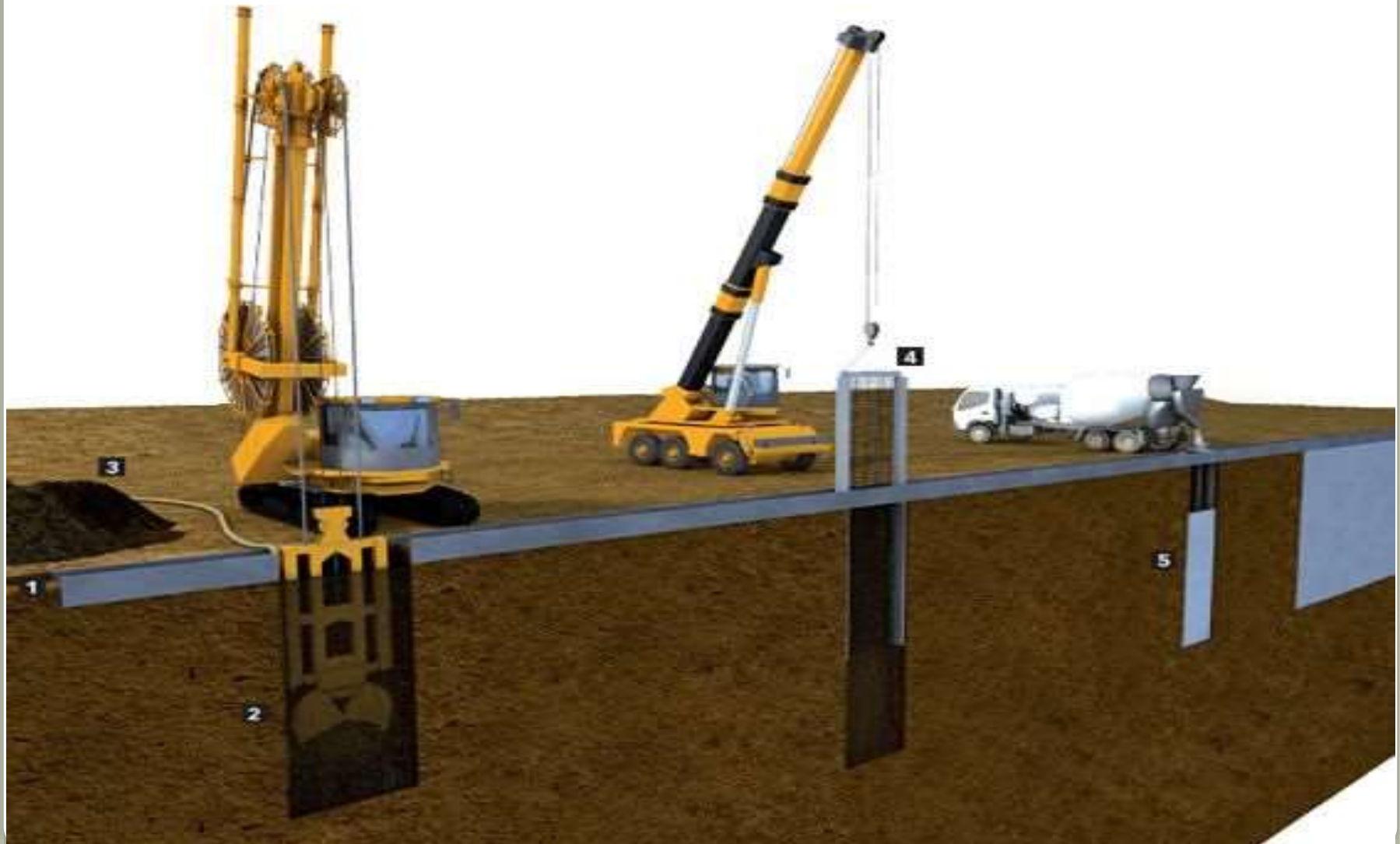


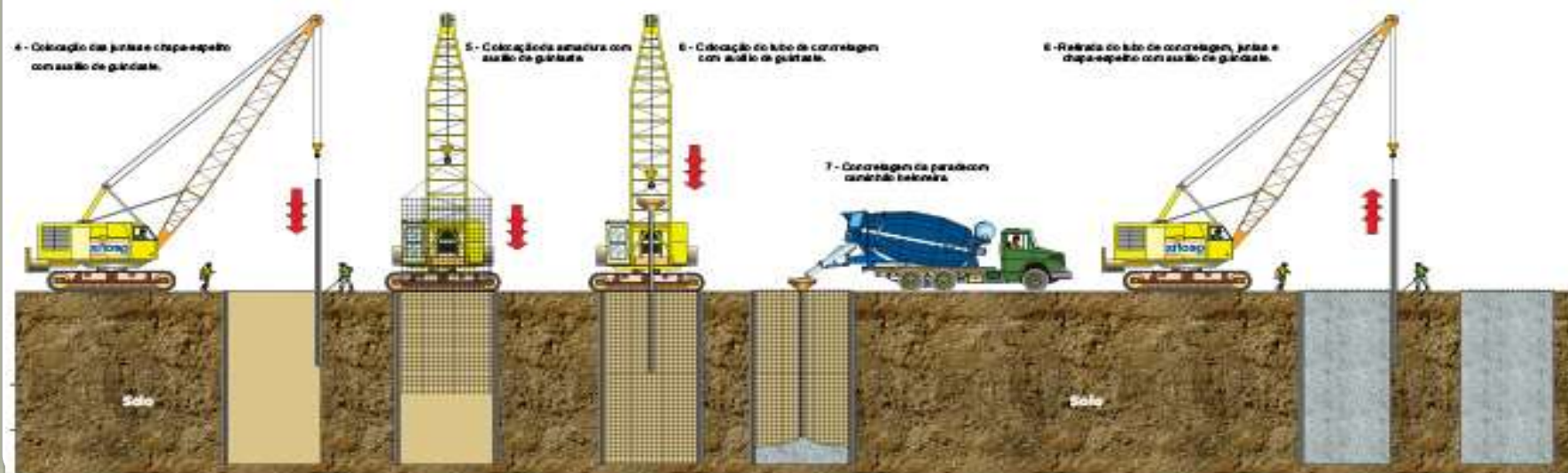
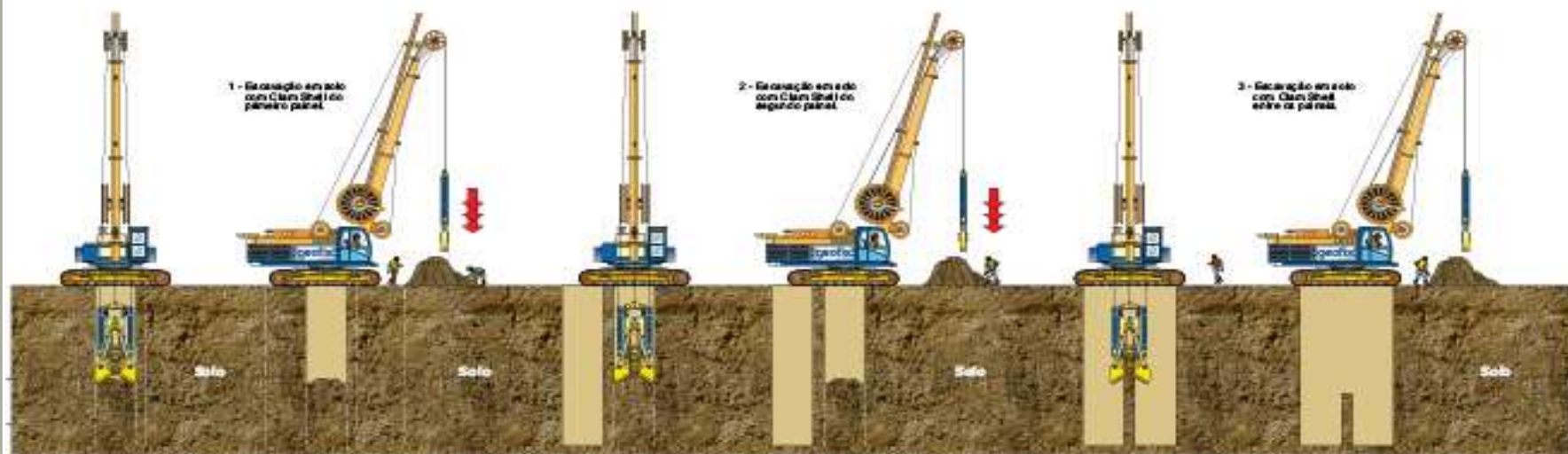
PAREDE DIAFRAGMA - Tubo junta



PAREDE DIAFRAGMA - Tremonha







PAREDE DIAFRAGMA - Mureta-guia



PAREDE DIAFRAGMA - Perfuração



PAREDE DIAFRAGMA - Fluido estabilizante



PAREDE DIAFRAGMA - Tubo junta



PAREDE DIAFRAGMA - Chapa espelho



PAREDE DIAFRAGMA - Armação



PAREDE DIAFRAGMA - Tremonha e Funil



PAREDE DIAFRAGMA - Concretagem



PAREDE DIAFRAGMA

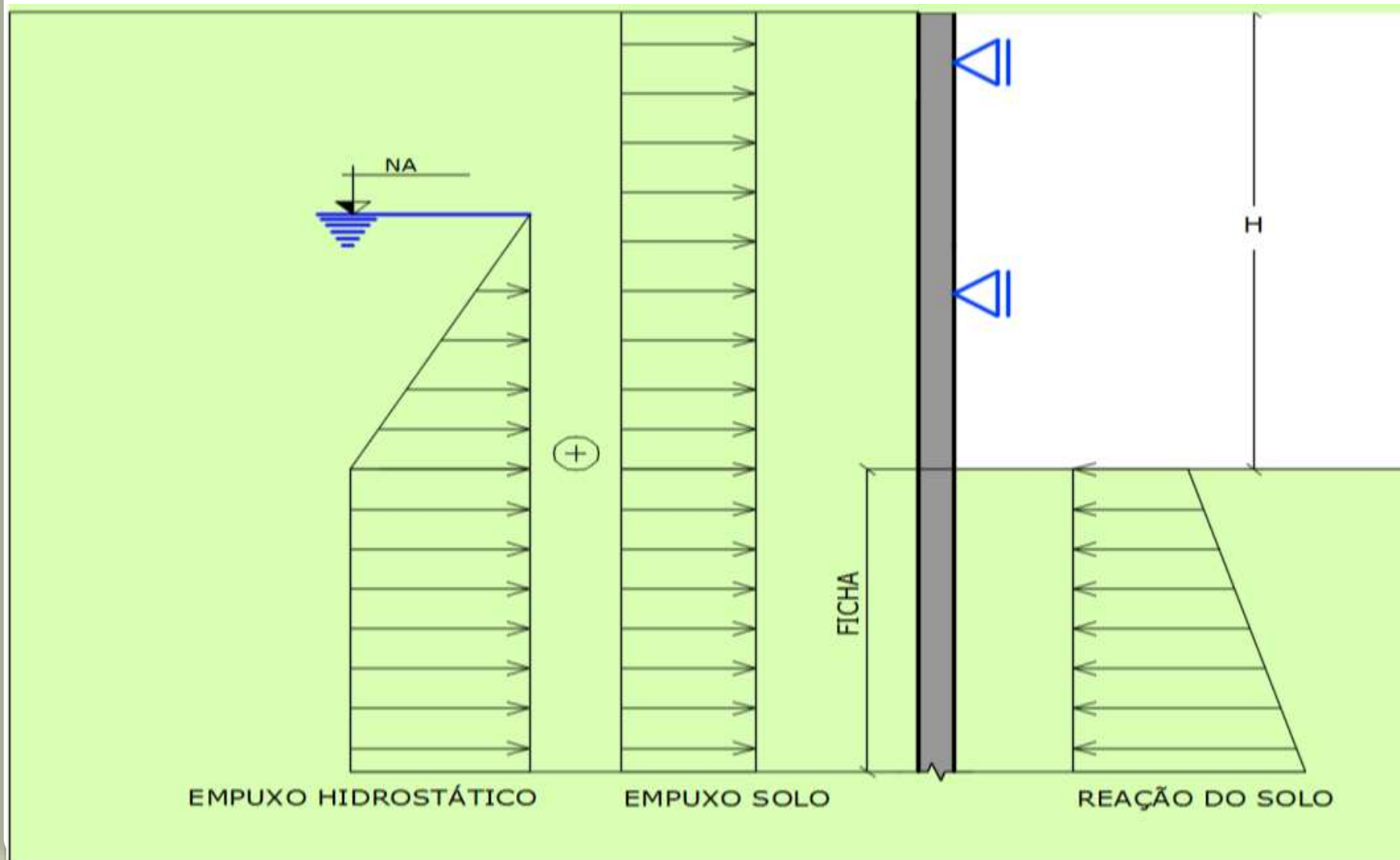


III. PAREDE DIAFRAGMA

Dimensionamento Geométrico e Estrutural

- a) Cargas da estrutura
- b) Empuxo de solo e hidrostático

III. PAREDE DIAFRAGMA



EMPUXO HIDROSTÁTICO

EMPUXO SOLO

REAÇÃO DO SOLO

III. PAREDE DIAFRAGMA

Análises - Normas Brasileiras

- a) ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS - ELU
- b) ESTADOS LIMITES DE SERVIÇO - ELS

III. PAREDE DIAFRAGMA

Cálculos

a) CONCEPÇÃO

b) ANÁLISE (Estados limites)



APLICAÇÃO DO CRITÉRIO DE SEGURANÇA

III. PAREDE DIAFRAGMA

Critérios de segurança

- a) Tensões admissíveis
- b) Equilíbrio limite
- c) Coeficientes de segurança parciais
- d) Métodos semiprobabilístico
- e) Métodos probabilístico

III. PAREDE DIAFRAGMA

Modelos de Cálculos

- a) Analíticos
- b) Discretos (Ex.: Elem. Finitos e Winkler)

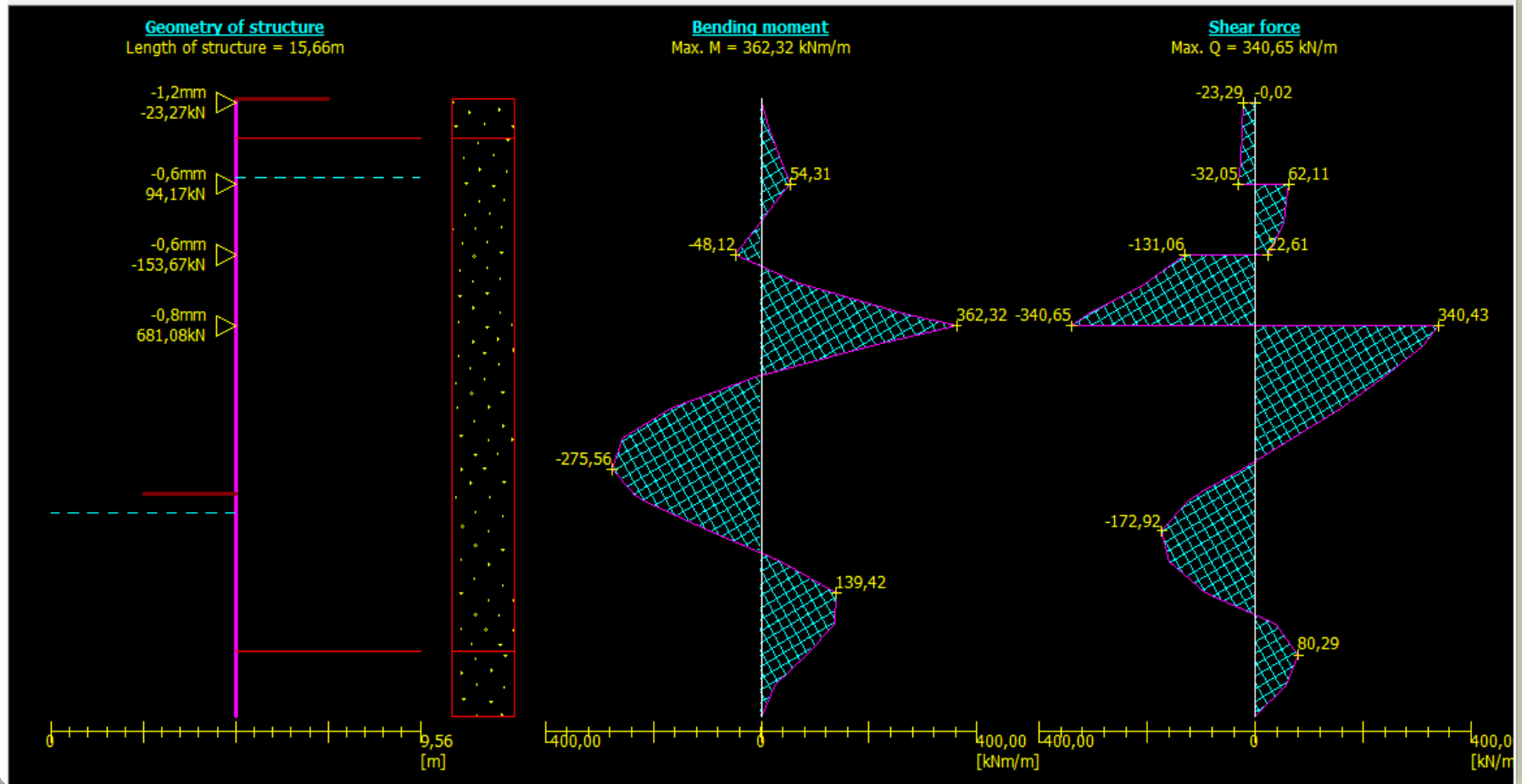
PAREDE DIAFRAGMA - Software GEO5

GEO5 v16 - Sheeting Check [Z:\Ferreira\Consultrix\Projetos\MIS - MUSEU DA IMAGEM E SOM\FUNDAÇÃO\GEO 5\Divisa.gp2]

File Edit Input Analysis Pictures Settings Help

Visualization

Construction stage: [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]



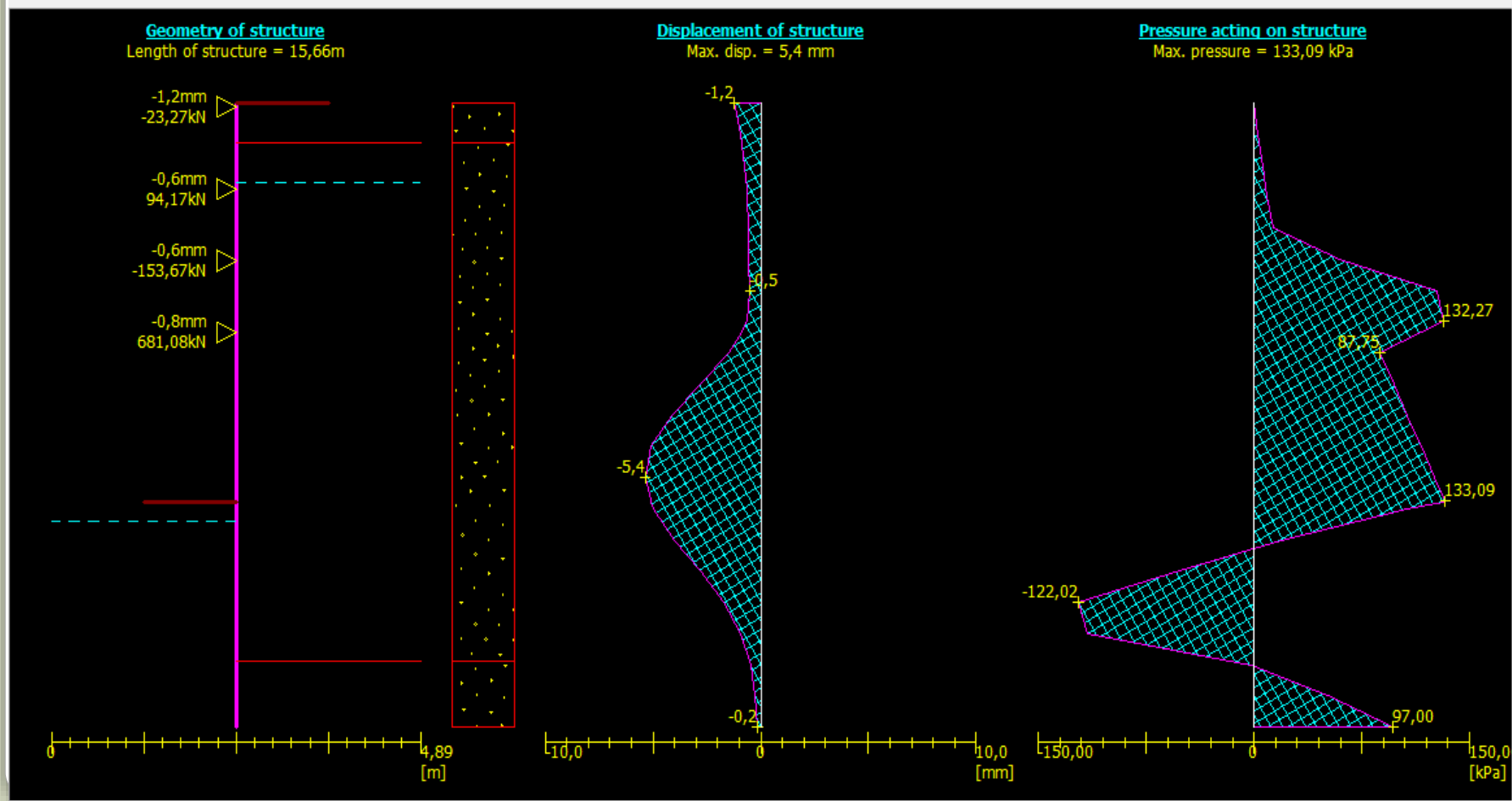
PAREDE DIAFRAGMA - Software GEO5

GEO5 v16 - Sheeting Check [Z:\Ferreira\Consultrix\Projetos\MIS - MUSEU DA IMAGEM E SOM\FUNDAÇÃO\GEO 5\Divisa.gp2]

File Edit Input Analysis Pictures Settings Help

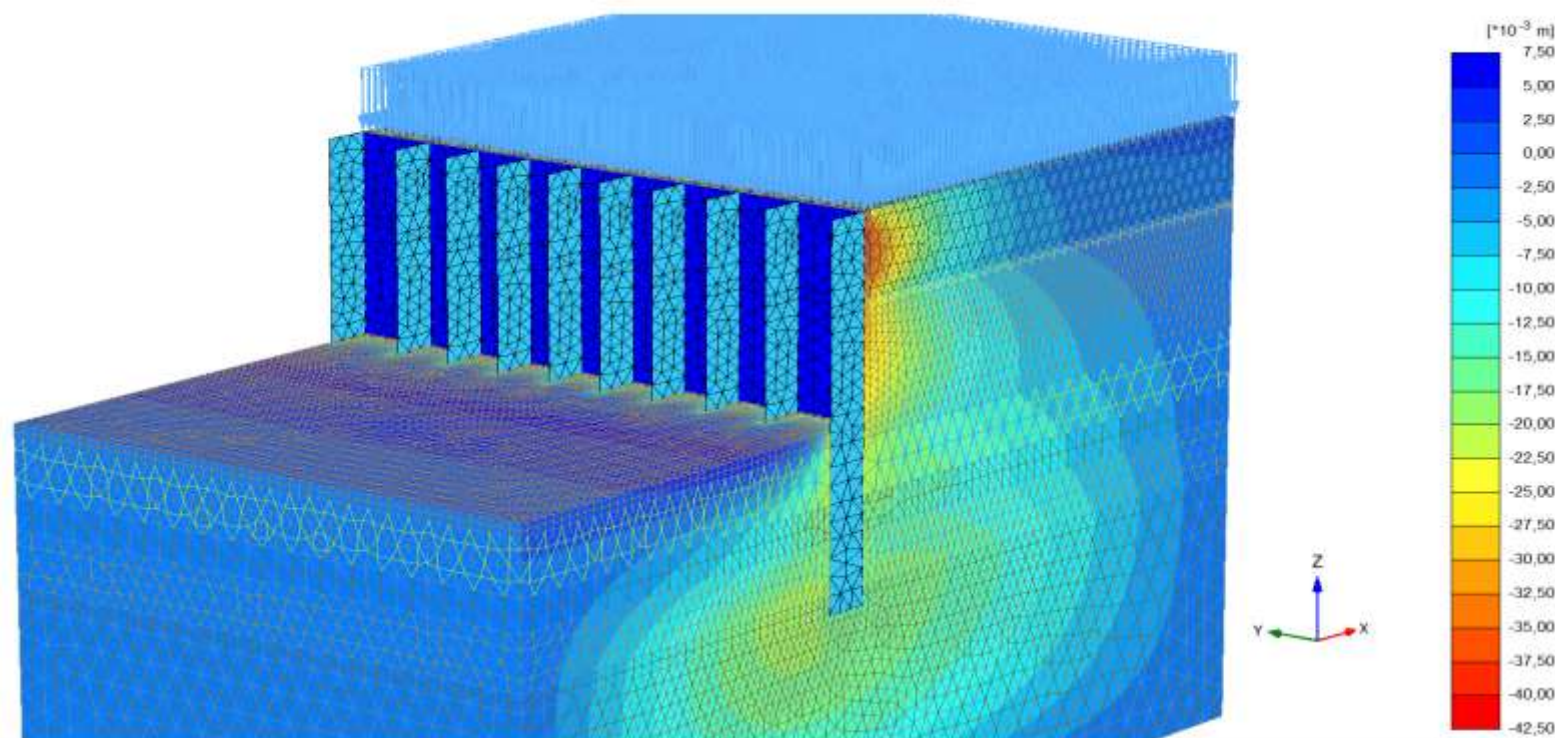
Visualization

Construction stage: [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7]



PAREDE DIAFRAGMA - Software Plaxis 3D

Output Version 2012.2.8698.7564



Total displacements u_x

Maximum value = $5,184 \cdot 10^{-3}$ m (Element 136375 at Node 127217)

Minimum value = $-0,04175$ m (Element 109 at Node 623)

CONSULTRIX

Project description

VIOL - CCDI

Project Name

VIOL - CCDI

Step

7

User name

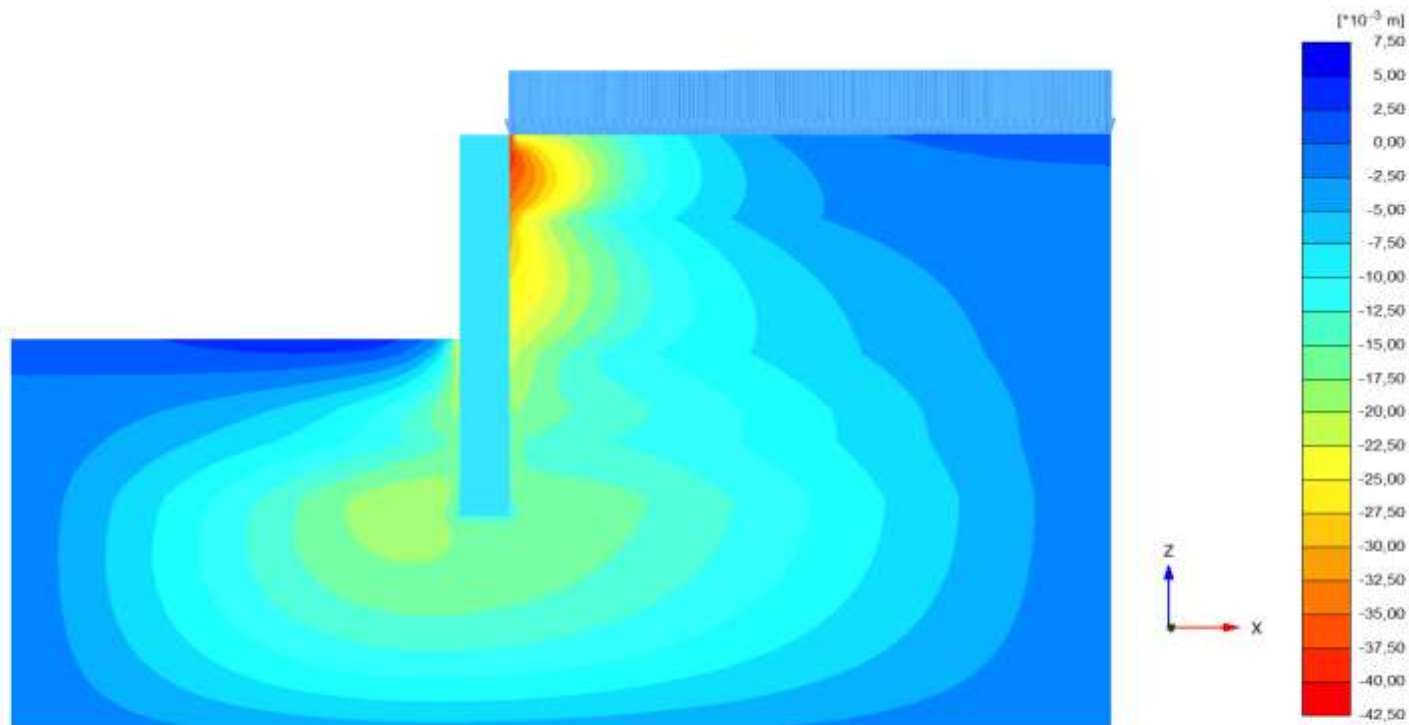
Consultrix

Date

17/08/2013

PAREDE DIAFRAGMA - Software Plaxis 3D

Output Version 2012.2.8698.7564



Total displacements u_x

Maximum value = $5,184 \cdot 10^{-3}$ m (Element 136375 at Node 127217)

Minimum value = $-0,04175$ m (Element 109 at Node 623)

PLAXIS

Project description
VIOL - CCDI2

Date
17/08/2013

Project filename
VIOL - CCDI

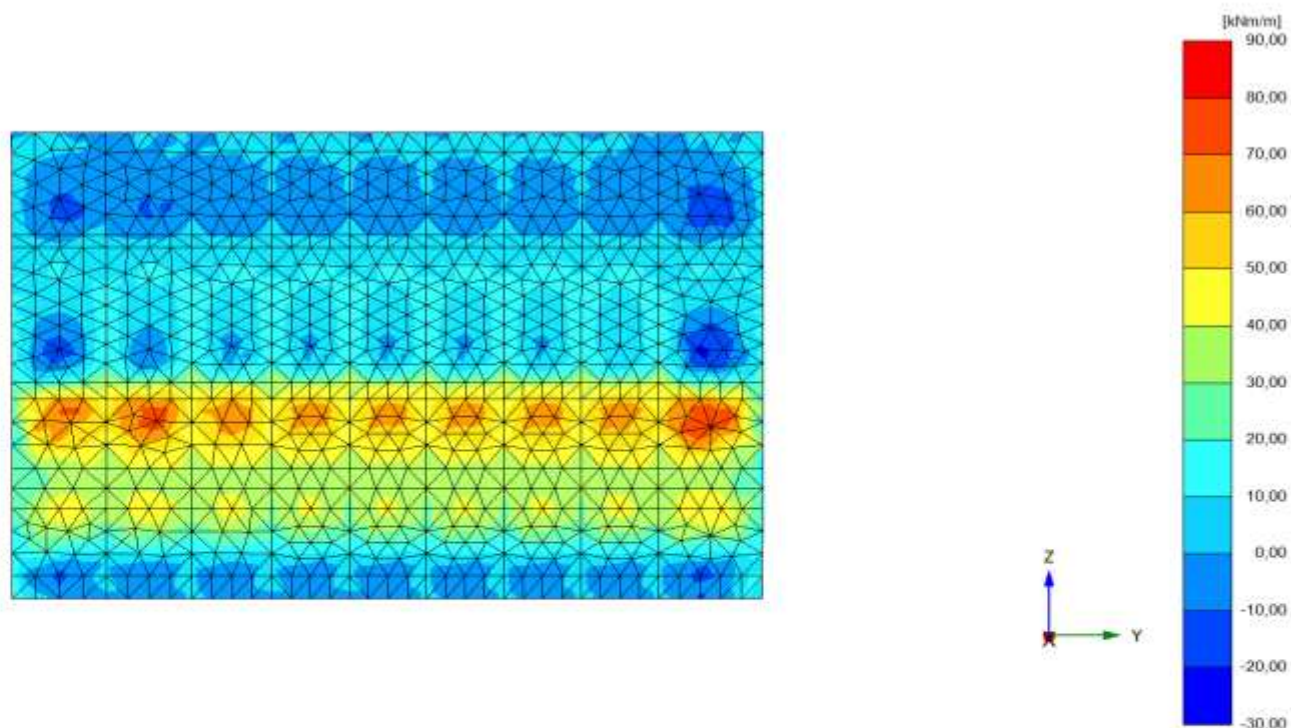
Step
7

User name
Consultrix

C:\Consultrix\Projetos\Viol\MOL - CCDI\PI3DAT1

PAREDE DIAFRAGMA - Software Plaxis 3D

Output Version 2012.2.8698.7564



Bending moments M_{22}

Maximum value = 80,13 kNm/m (Element 1923 at Node 74276)

Minimum value = -22,66 kNm/m (Element 889 at Node 29190)

CONSULTRIX

Project description
VIOL - CCDI

Date
17/08/2013

Project filename
VIOL - CCDI

Step
7

User name
Consultrix

C:\Consultrix\Projetos\Viol\VIOL - CCDI\PI3D\AT

PAREDE DIAFRAGMA - Exemplo de obra



PAREDE DIAFRAGMA - Exemplo de obra



PAREDE DIAFRAGMA - Exemplo de obra



IV. PERFIL METÁLICO

Conceitos Básicos

IV. PERFIL METÁLICO

Definição

SOLUÇÃO DE CONTENÇÃO ATRAVÉS DA INTRODUÇÃO DE PERFIS METÁLICOS NO SOLO, POSSIBILITANDO ESCAVAÇÃO DO TERRENO E EXECUÇÃO DO PARAMENTO.

IV. PERFIL METÁLICO

Aplicação

- CONTENÇÃO ACIMA DO LENÇOL FREÁTICO E EM SOLOS QUE POR UM EFEITO DE ARQUEAMENTO OU DEVIDO À SUA COESÃO, PERMANECERÁ ESTÁVEL, AO MENOS TEMPORARIAMENTE, DE MODO A PERMITIR A ESCAVAÇÃO DO TERRENO, ENTRE PERFIS, PARA INSTALAÇÃO DO PRANCHEAMENTO.
- A CONTENÇÃO PODE TER A FUNÇÃO TAMBÉM DE FUNDAÇÃO.

IV. PERFIL METÁLICO

Instalação no solo

- CRAVAÇÃO
- IMPLANTAÇÃO (Estacas escavadas)

IV. PERFIL METÁLICO

Diferenciais

- ACESSO: ESPAÇO MENOR EM ÁREA E ALTURA.
- MENOR ESPESSURA DE CONTENÇÃO.
- CUSTO.

PERFIL METÁLICO - Bate-estacas queda livre



PERFIL METÁLICO - Bate-estacas queda livre



PERFIL METÁLICO - Bate-estacas queda livre



PERFIL METÁLICO - Martelo hidráulico



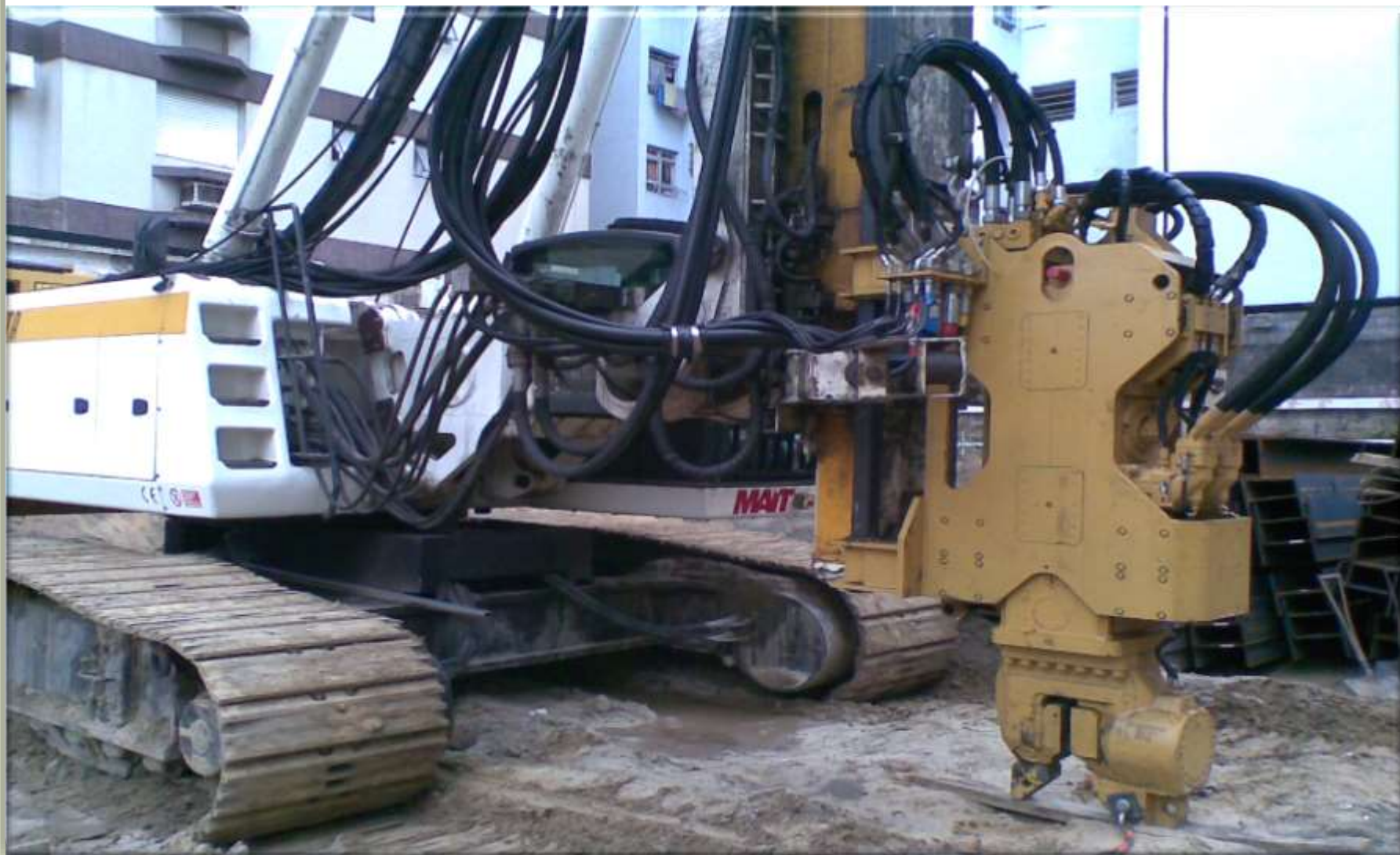
PERFIL METÁLICO - Martelo hidráulico



PERFIL METÁLICO - Martelo hidráulico



PERFIL METÁLICO - Martelo vibratório



PERFIL METÁLICO - Martelo vibratório



PERFIL METÁLICO - Martelo vibratório



CRAVAÇÃO - Solução caseira



PERFIL METÁLICO - Cravação de perfis



PERFIL METÁLICO - Escavação da obra



PERFIL METÁLICO - Escavação entre perfis



PERFIL METÁLICO - Detalhe de canto



PERFIL METÁLICO - Placas pré-moldadas



V. TIRANTE

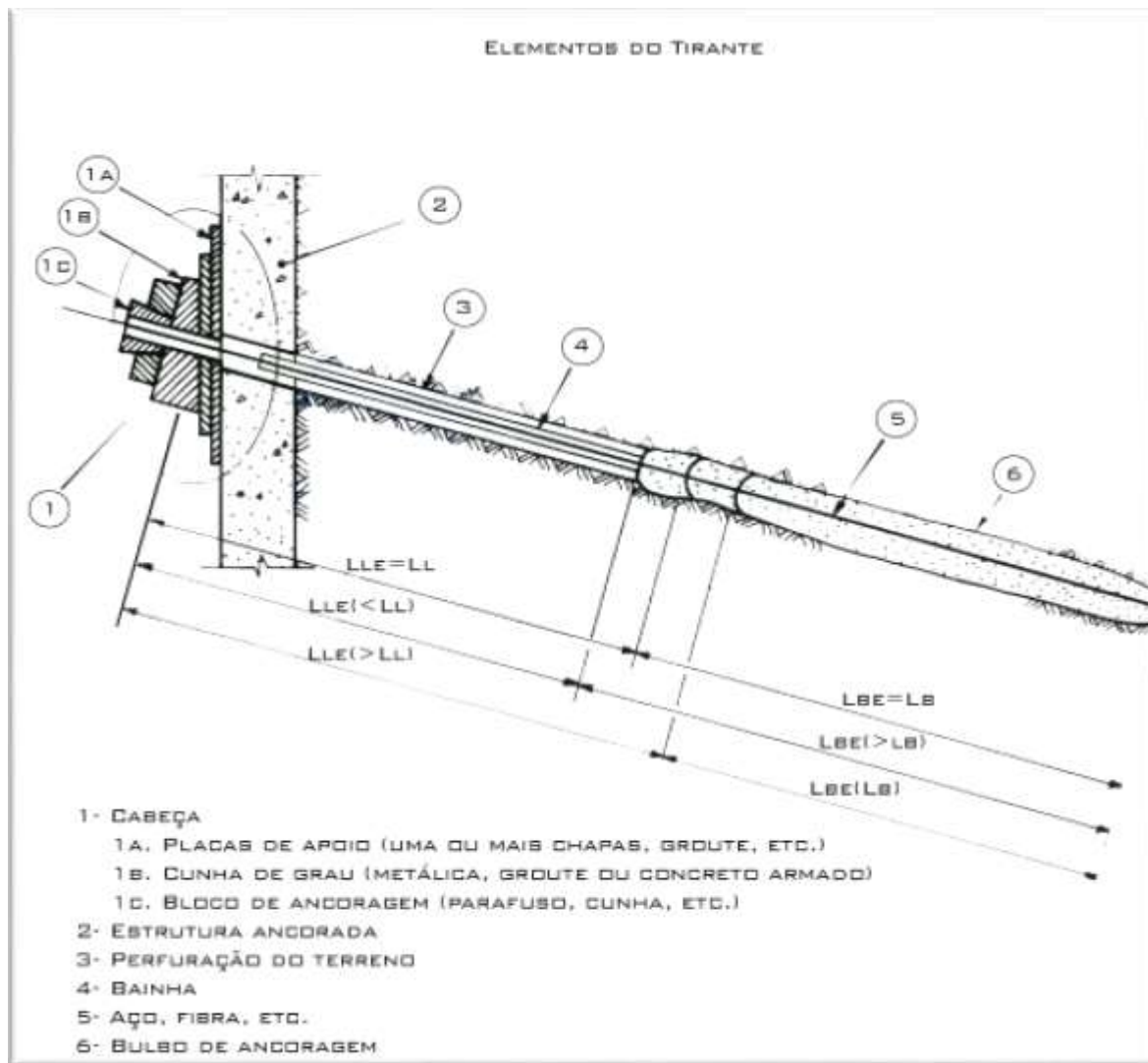
Conceitos Básicos

V. TIRANTE

Definição NBR 5629/2006

PEÇAS ESPECIALMENTE MONTADAS, TENDO COMO COMPONENTE PRINCIPAL UM OU MAIS ELEMENTOS RESISTENTES À TRAÇÃO, QUE SÃO INTRODUZIDAS NO TERRENO EM PERFURAÇÃO PRÓPRIA, NAS QUAIS POR MEIO DE INJEÇÃO DE CALDA DE CIMENTO (OU OUTRO AGLUTINANTE) EM PARTE DOS ELEMENTOS, FORMA UM BULBO DE ANCORAGEM QUE É LIGADO À ESTRUTURA ATRAVÉS DO ELEMENTO RESISTENTE À TRAÇÃO E DA CABEÇA DO TIRANTE.

V. TIRANTE



V. TIRANTE

Histórico

- **1957:** Primeiras aplicações Brasil e Alemanha
- **1968:** Construção metrô São Paulo e Rio de Janeiro

Normas Técnicas

- **1975:** NB-565
- **1977:** NBR-5629
- **1996:** NBR-5629 - Revisão

V. TIRANTE

Aplicação

- Elemento de fundação para estruturas com esforços de tração
- Contenções em geral
- Laje de subpressão
- Reação para provas de carga

V. TIRANTE

Tipo

a) UTILIZAÇÃO:

- Provisório
- Permanente

b) TRABALHO:

- Passivo
- Ativo

V. TIRANTE

Tipo

c) CONSTITUIÇÃO:

- Monobarra
- Múltiplas Barras
- Fios
- Cordoalhas
- Materiais sintéticos

V. TIRANTE

Execução

d) SEQUÊNCIA:

- Preparo da armação do tirante
- Perfuração
- Injeção da bainha
- Instalação do tirante
- Injeção do bulbo de ancoragem
- Protensão e ensaio

TIRANTE - Montagem



TIRANTE - Perfuração



TIRANTE - Parede diafragma



TIRANTE - Estaca justaposta



TIRANTE - Perfil metálico



TIRANTE - Cortina de concreto



TIRANTE - Perfuração



TIRANTE - Detalhe armação



TIRANTE - Detalhe da forma



TIRANTE - Detalhe escavação alternada



TIRANTE - Macaco de protensão



TIRANTE - Detalhe cabeça do tirante



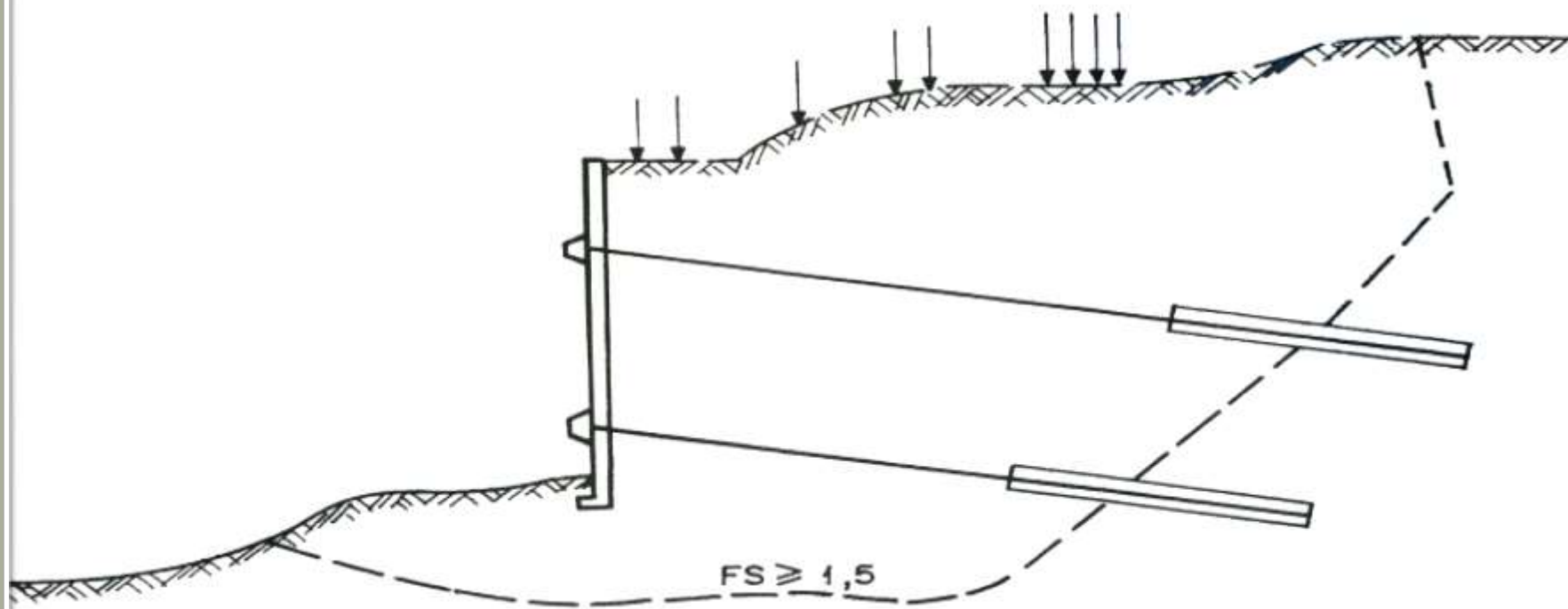
V. TIRANTE

Dimensionamento

- a) Carga
- b) Armação
- c) Comprimento (Livre e ancorado)

F.S. – NBR 5629

ESTABILIDADE GLOBAL

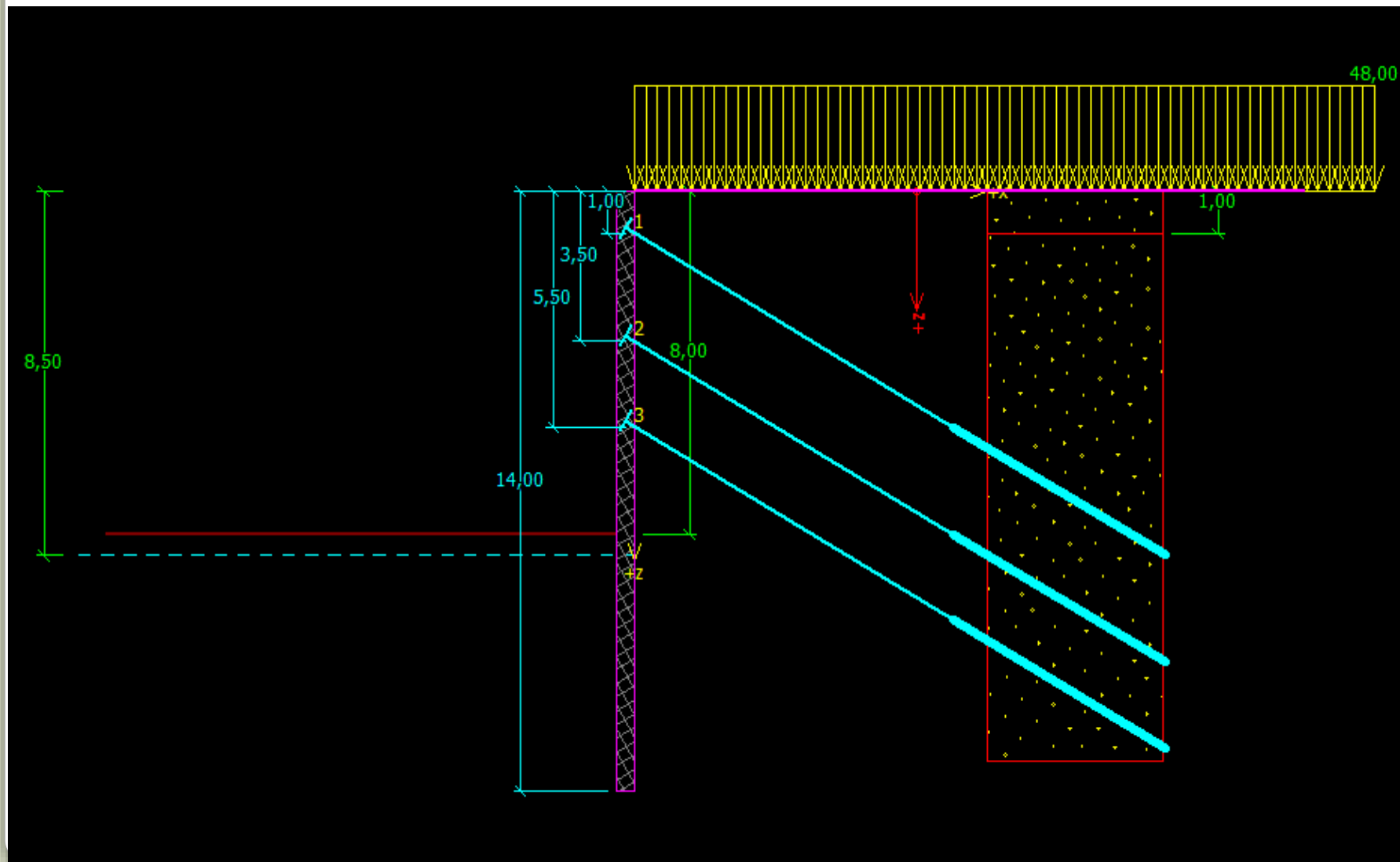


V. TIRANTE

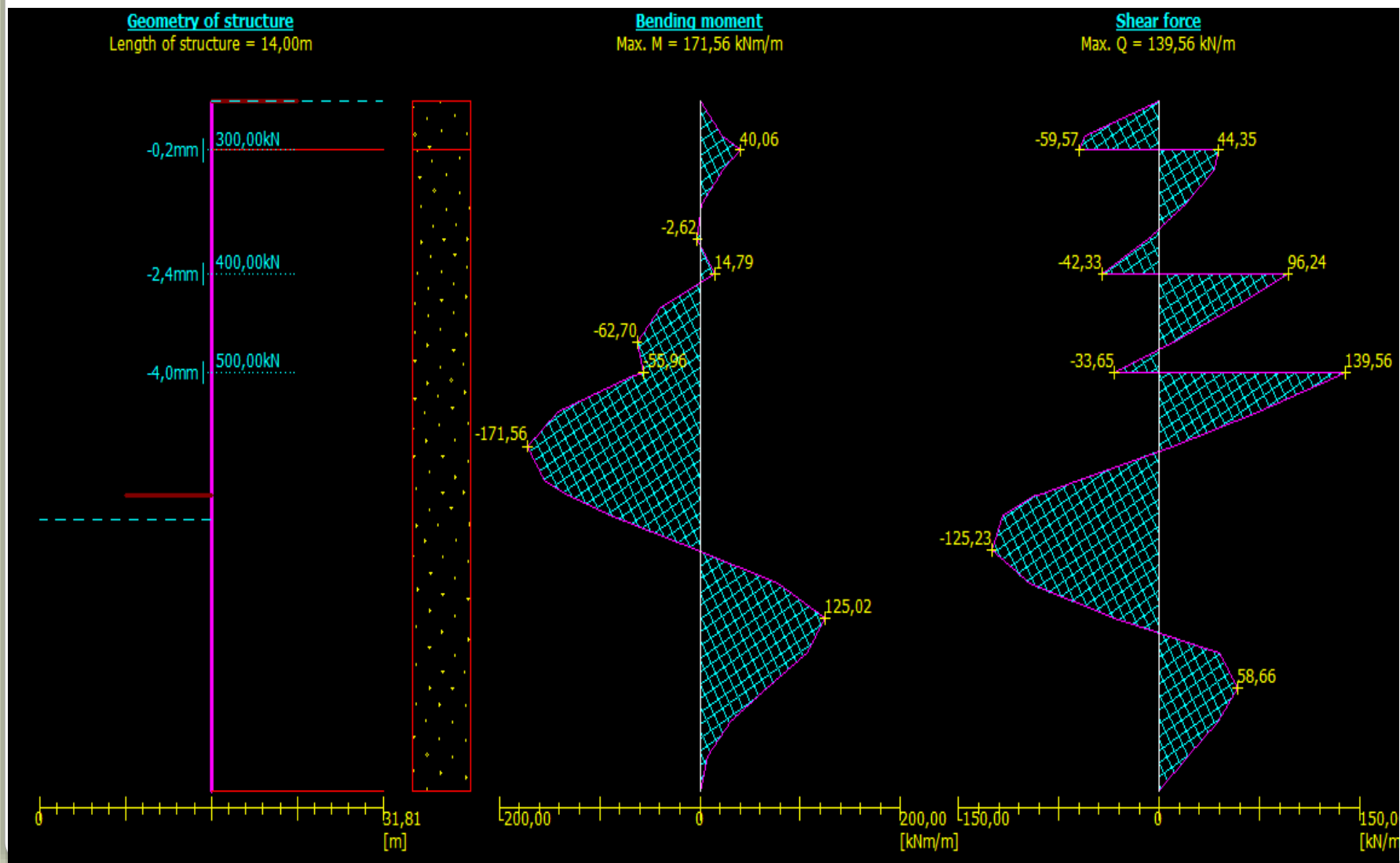
Cálculos

- a) Analíticos
- b) Elementos finitos

TIRANTE - Modelo software GEO5



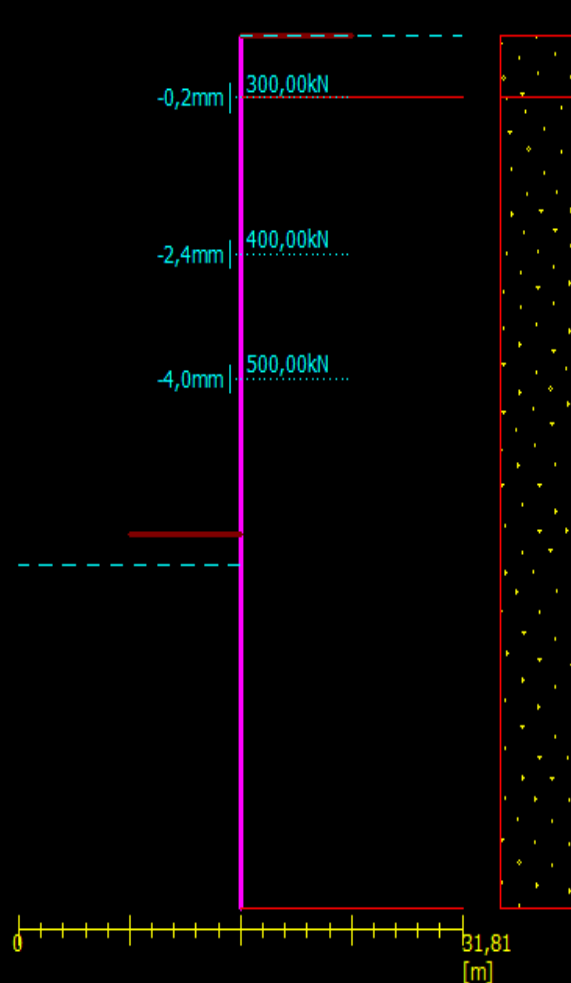
TIRANTE - Esforços na contenção



TIRANTE - Deslocamento da contenção

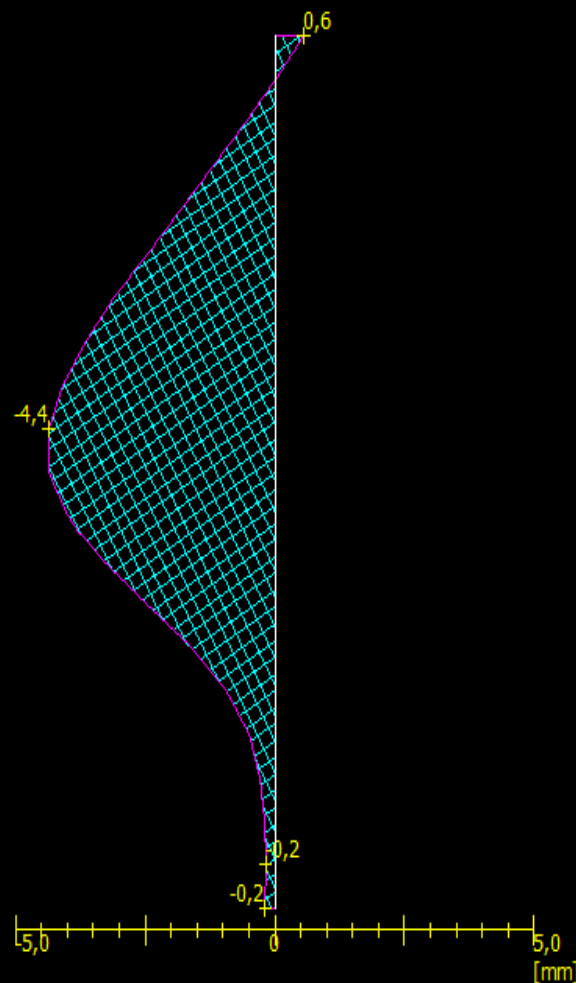
Geometry of structure

Length of structure = 14,00m



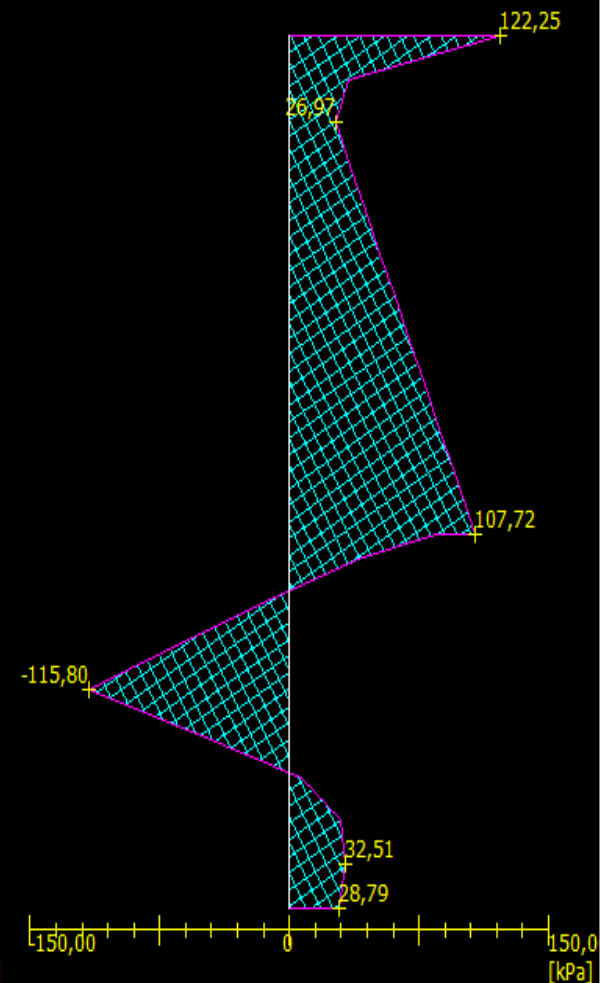
Displacement of structure

Max. disp. = 4,4 mm

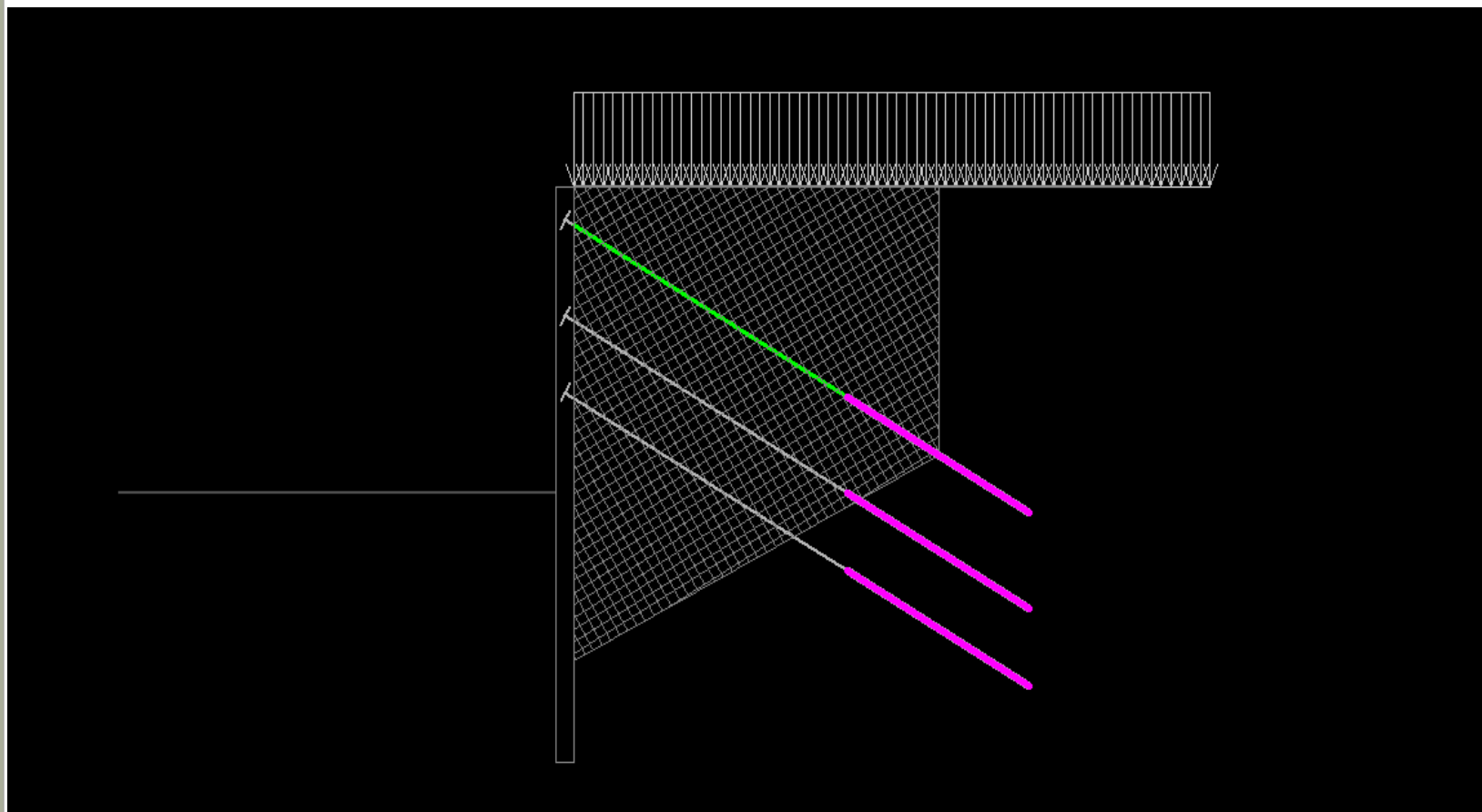


Pressure acting on structure

Max. pressure = 122,25 kPa



TIRANTE - Estabilidade interna



Modes

- Project
- Settings
- Profile
- Modulus Kh
- Soils
- Geometry
- Assign
- Excavation
- Terrain
- Water
- Surcharge
- Applied forces
- Anchors
- Props
- Supports
- Earthquake
- Stage settings
- Analysis
 - Internal stability
 - Exter. stability
 - Heave failure
 - Envelopes

Anchor #	Anchor force [kN]	Max. allow. force [kN]	Safety factor	Verification
1	300,00	922,27	3,07	Is satisfied
2	400,00	1178,01	2,95	Is satisfied
3	500,00	1379,38	2,76	Is satisfied

Results

Required factor of safety = 1,50

Verification of decisive row of anchors :

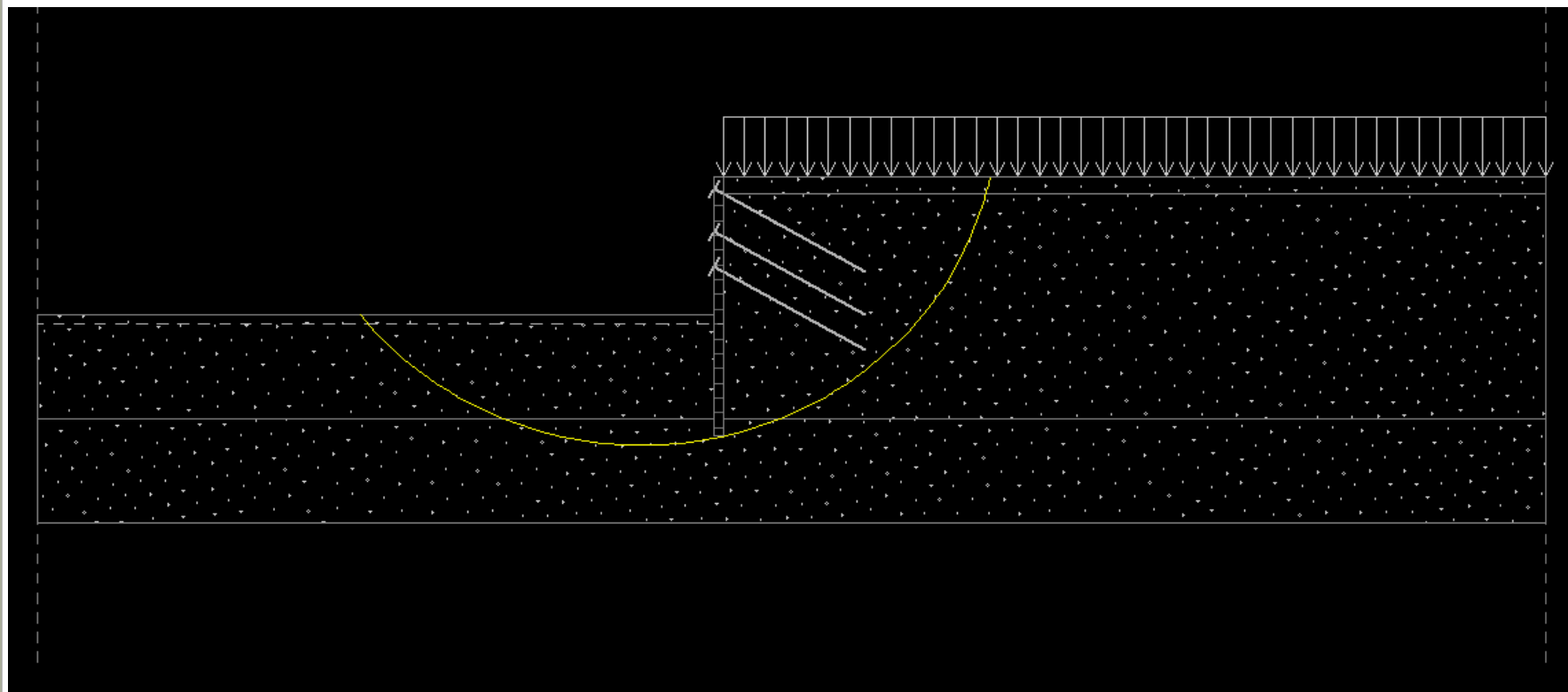
Anchor No. : 3

Computed factor of safety = 2,76

SATISFACTORY

[In detail](#)

TIRANTE - Estabilidade global



Analysis: [1] Detailed results

Slip surface: circular Substitute Remove

Circular slip surface		Analysis	
Center:	Modify	Method:	Bishop
x =	-4,46 [m]	Analysis type:	Optimization
z =	3,93 [m]	Restrictions:	is not input
Radius:		<input type="checkbox"/> Assume anchors as infinite	
$\alpha_1 =$	-52,21 [°]	<input type="button" value="Analyze"/>	
$\alpha_2 =$	78,35 [°]		
		Slope stability verification (Bishop) Sum of active forces : $F_a = 1806,84$ kN/m Sum of passive forces : $F_p = 2830,40$ kN/m Sliding moment : $M_a = 35179,16$ kNm/m Resisting moment : $M_p = 55107,91$ kNm/m Factor of safety = $1,57 > 1,50$ Slope stability ACCEPTABLE	

TIRANTE

Execução Sob Vizinhos

- **Resolução 101/06 do CEUSO de 21.04.2006:**

A obtenção de anuência de vizinhos para a execução de tirantes não deve ser exigida para a aprovação de projeto e não cabe atuação ou embargo de obras que se utilizam de tirantes provisórios para as contenções de subsolos.

- **Lei Municipal 11.228/1992 item 9.2.1 e o Código Civil artigo 1299.**

CASO DE OBRA

MIS – Copacabana / RJ

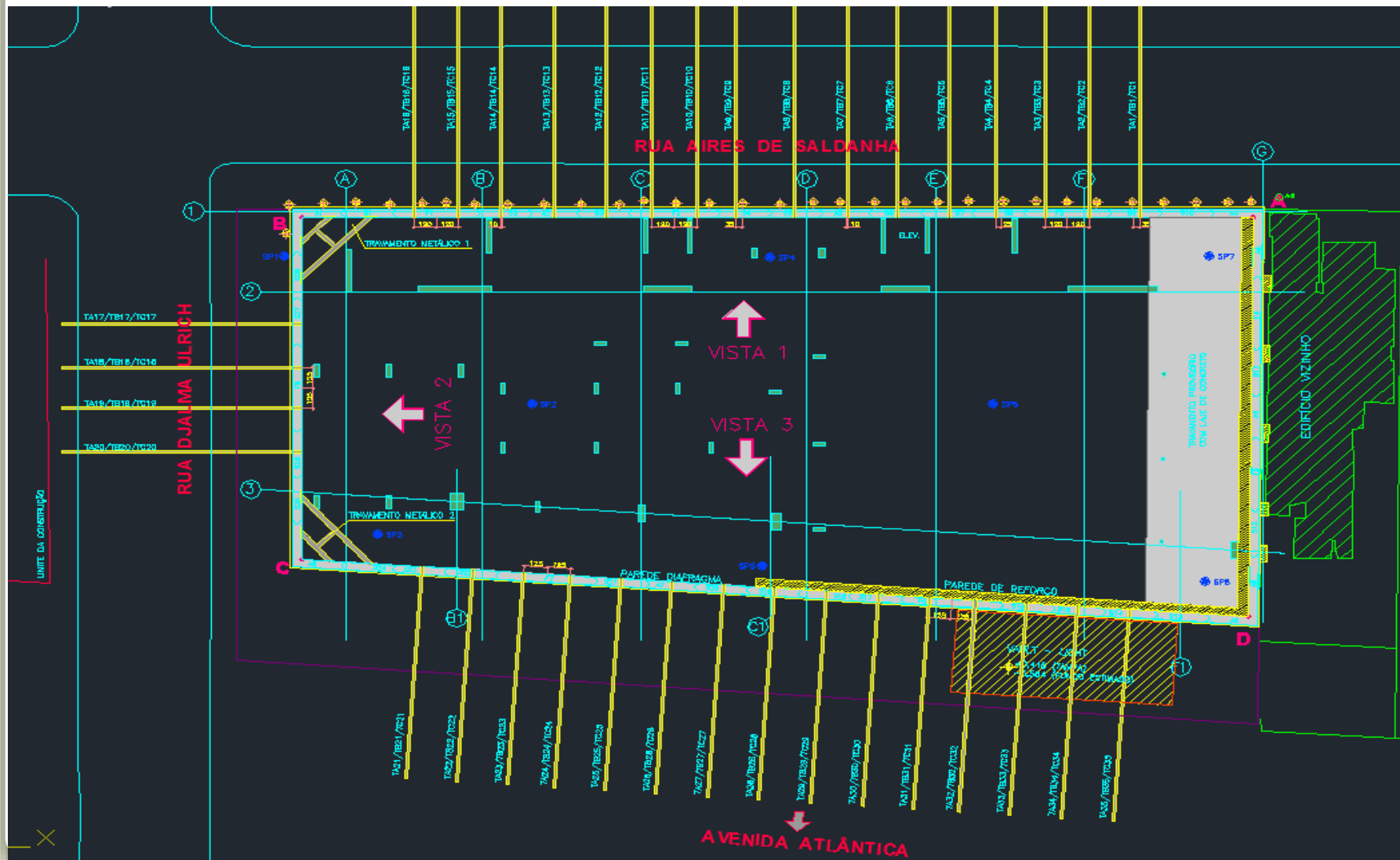


MIS – Copacabana / RJ



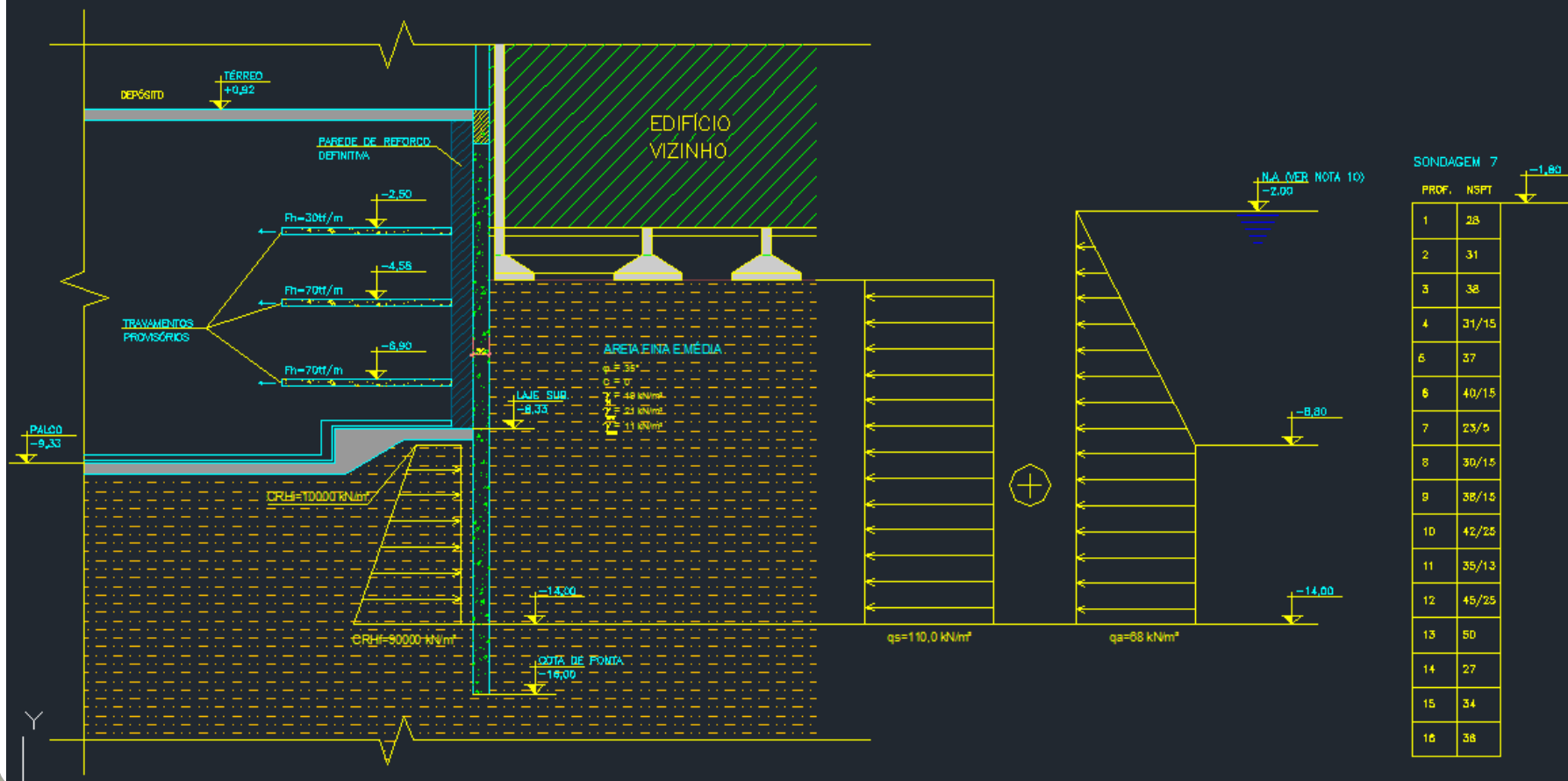
MIS – RJ

Planta Tirantes



MIS - RJ

DIAGRAMA DE EMPUXO - CORTE



MIS – RJ



06/09/2012 02:42 PM

MIS – RJ



19/10/2012 09:08 AM

MIS – RJ



MIS – RJ



09/11/2012 03:39 PM

MIS – RJ



MIS – RJ

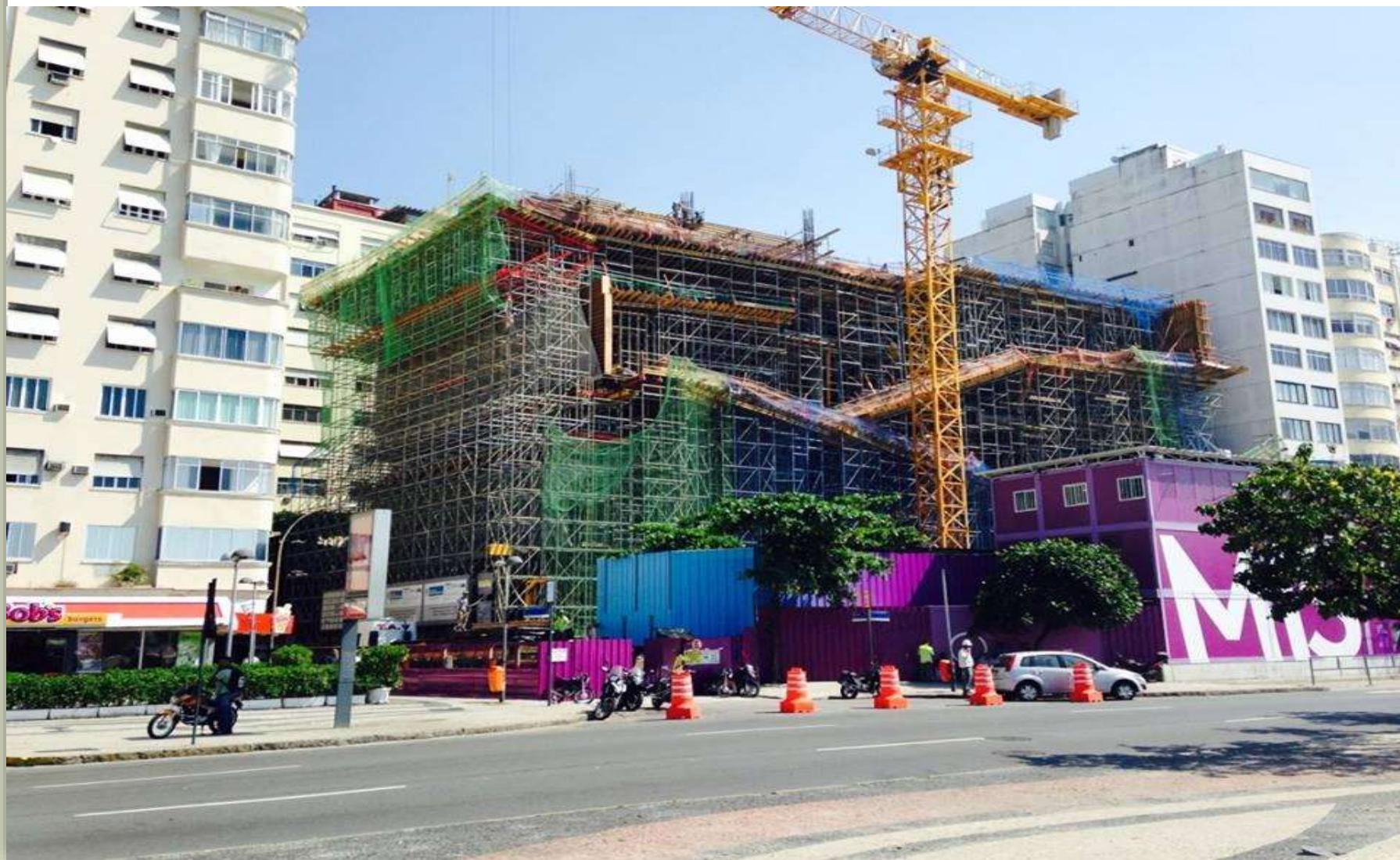


04/12/2012 07:10 PM

MIS – RJ



MIS – RJ



MIS – RJ



MIS – RJ



CONSULTRIX

Desde 1953

Por baixo, mais de 11.000 obras

OBRIGADO PELA ATENÇÃO !!!

Eng^o Marcelo Ferreira

Sócio - Diretor

(11) 3034-1188

www.consultrix.com.br

ferreira@consultrix.com.br