CONTENÇÕES PERIFÉRICAS COM RECURSO A CORTINA DE ESTACAS E JET-GROUTING

UM CASO DE OBRA E APLICAÇÃO A SÃO PAULO

INSTITUTO DE ENGENHARIA

1916

ANCORBRAS

GEOTECNIA E FUNDAÇÕES

SUMÁRIO

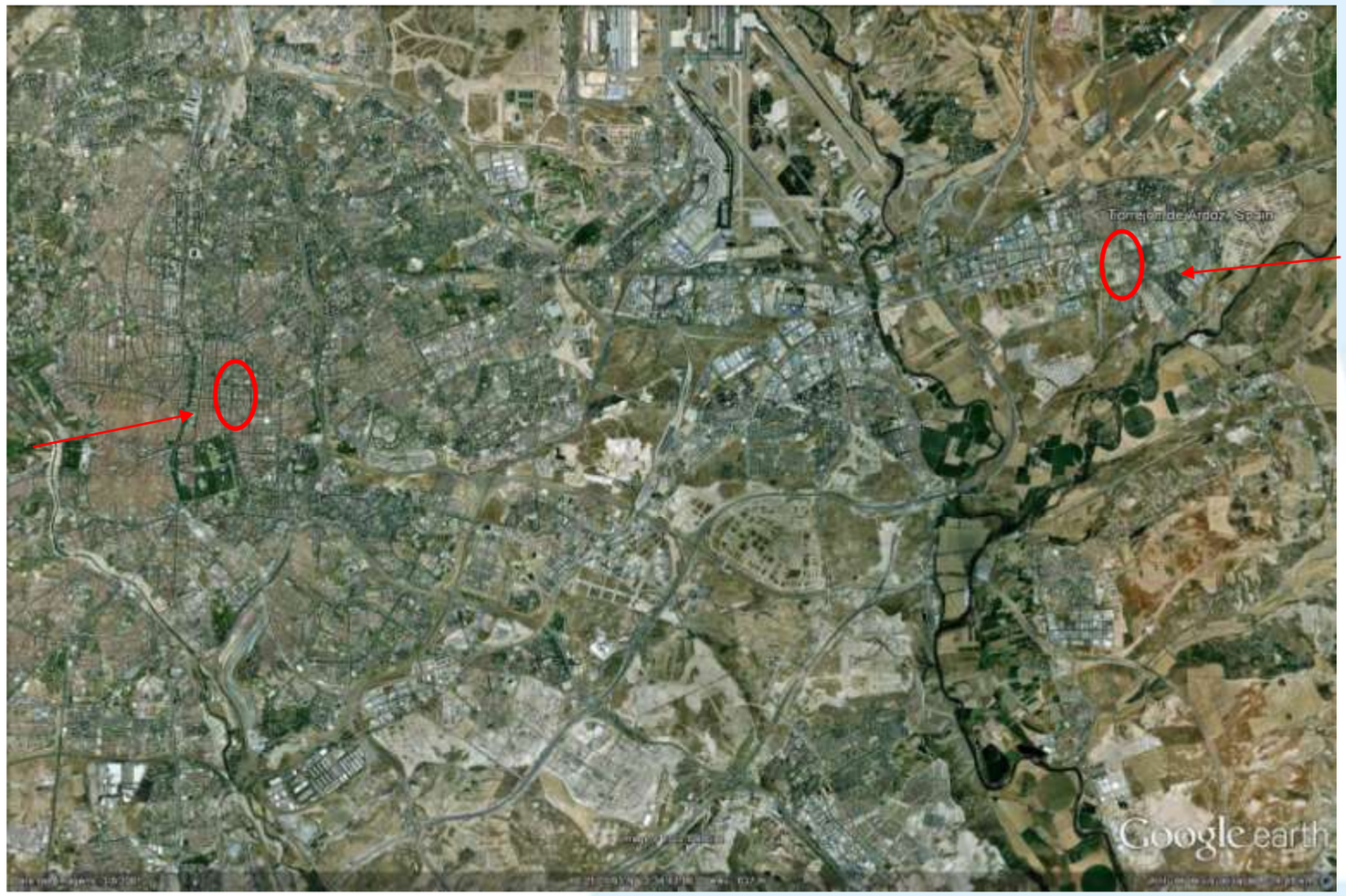
1. INTRODUÇÃO
2. CONDICIONALISMOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS
3. SOLUÇÃO ADOTADA
4. DIMENSIONAMENTO
5. FASEAMENTO CONSTRUTIVO
6. CONCLUSÕES E ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

1. INTRODUÇÃO

2. CONDICIONALISMOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS
3. SOLUÇÃO ADOTADA
4. DIMENSIONAMENTO
5. FASEAMENTO CONSTRUTIVO
6. CONCLUSÕES E ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

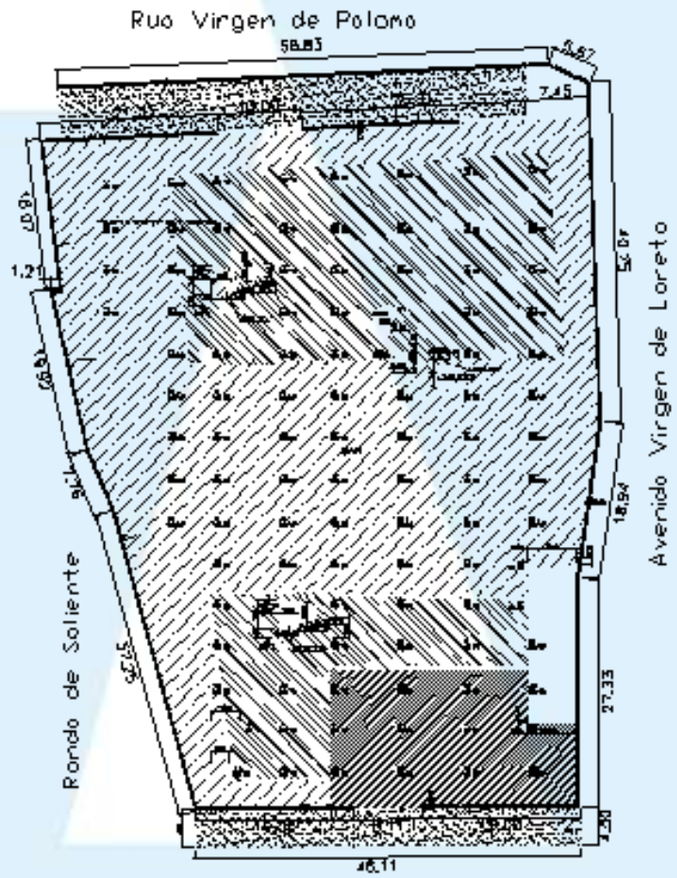
- O edifício, pertencente à Sede de Polícia de Torrejón de Ardoz, está localizado na zona metropolitana de Torrejón de Ardoz, na província de Madrid.

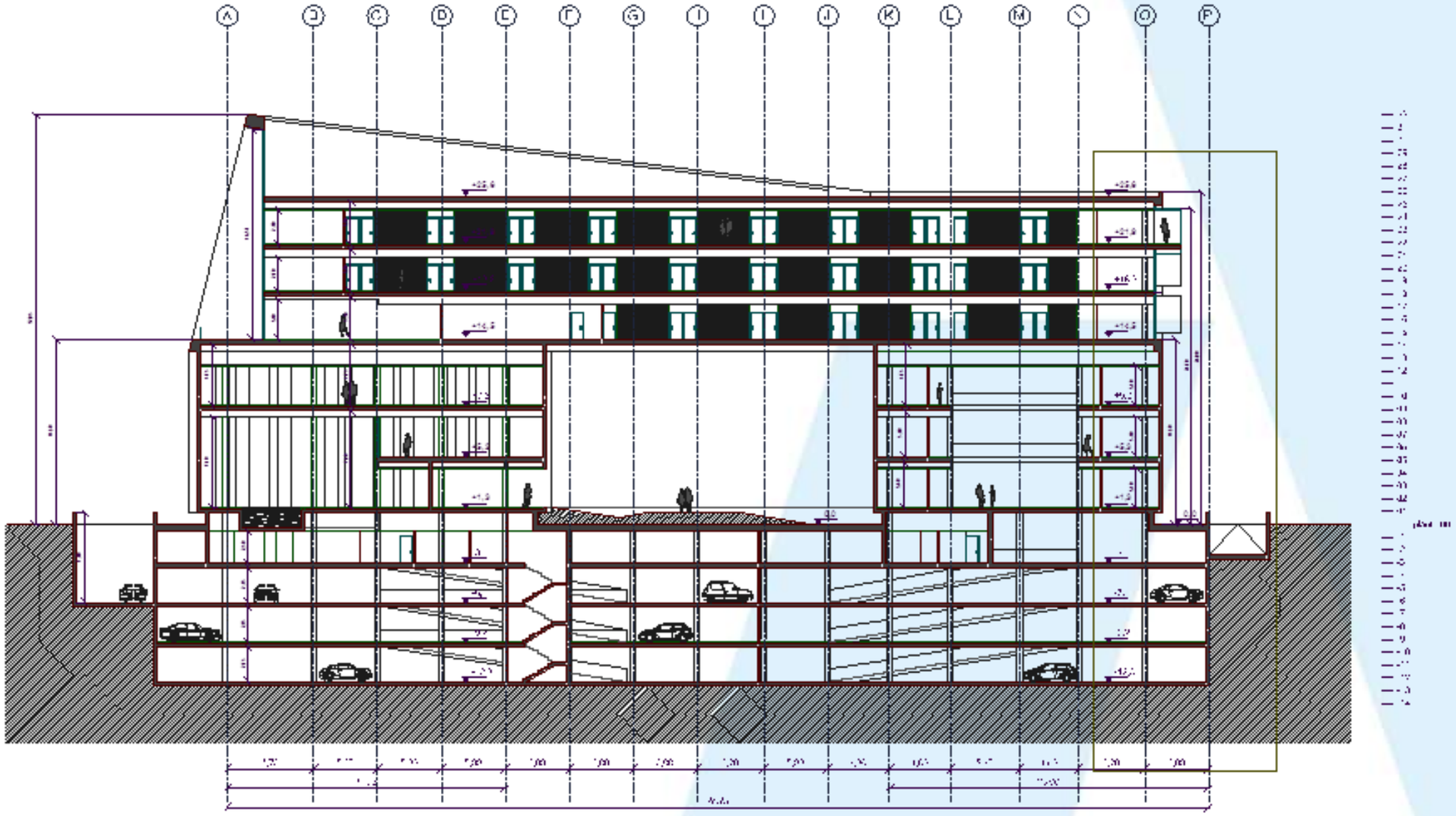
Madrid (Centro)



Torrejon de Ardoz (obra)

- O edifício é constituído por 4 pisos enterrados e 6 pisos elevados, ocupa em planta uma área de cerca de 4400m2 e está implantado em meio fortemente urbano e encontra-se confinado por arruamentos diversos. Todos estes arruamentos encontram-se de nível, com ligeiras pendentes do terreno.





A empreitada de escavação e contenção periférica foi concluída em 2010, tendo os restantes trabalhos sido terminados em 2011.

1. INTRODUÇÃO
2. **CONDICIONALISMOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS**
3. SOLUÇÃO ADOTADA
4. DIMENSIONAMENTO
5. FASEAMENTO CONSTRUTIVO
6. CONCLUSÕES E ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

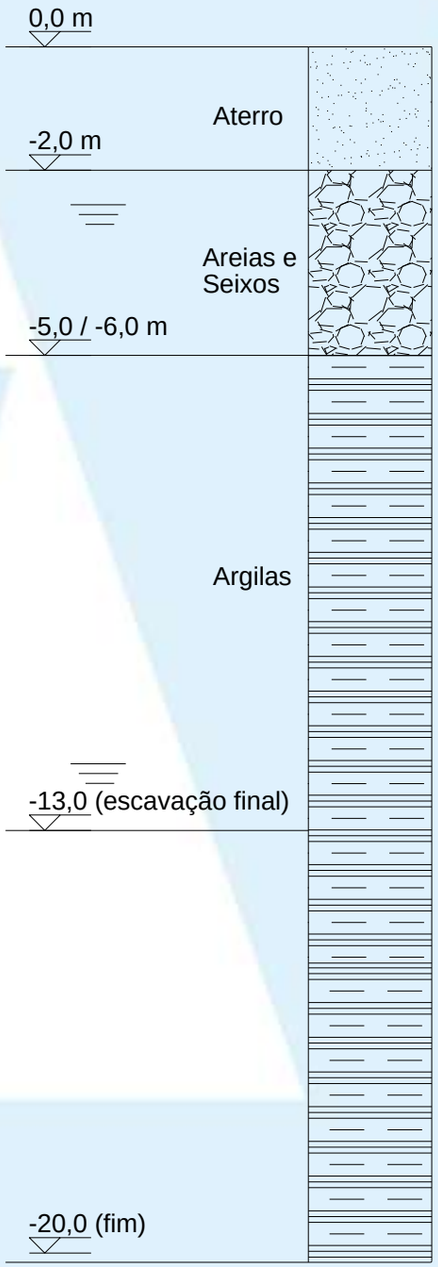
- A caracterização Geológica-Geotécnica do local da obra baseou-se no relatório elaborado em 2008 por Gaia – Estúdios Y Consultoria.

- Foram realizadas três sondagens (S1 a S3) acompanhadas pela execução de ensaios de penetração dinâmica SPT. Foram também fornecidos os resultados de uma campanha de prospeção efetuada na parcela vizinha, constituída por duas sondagens mecânicas (S4 a S5).Todas as sondagens foram realizadas até uma profundidade máxima de 20 m .

- Foram realizados sete ensaios laboratoriais de identificação (granulometrias e limites de Atterberg – LL e LP) e cinco ensaios de corte direto nas amostras.

Foram identificadas 3 zonas geotécnicas distintas:

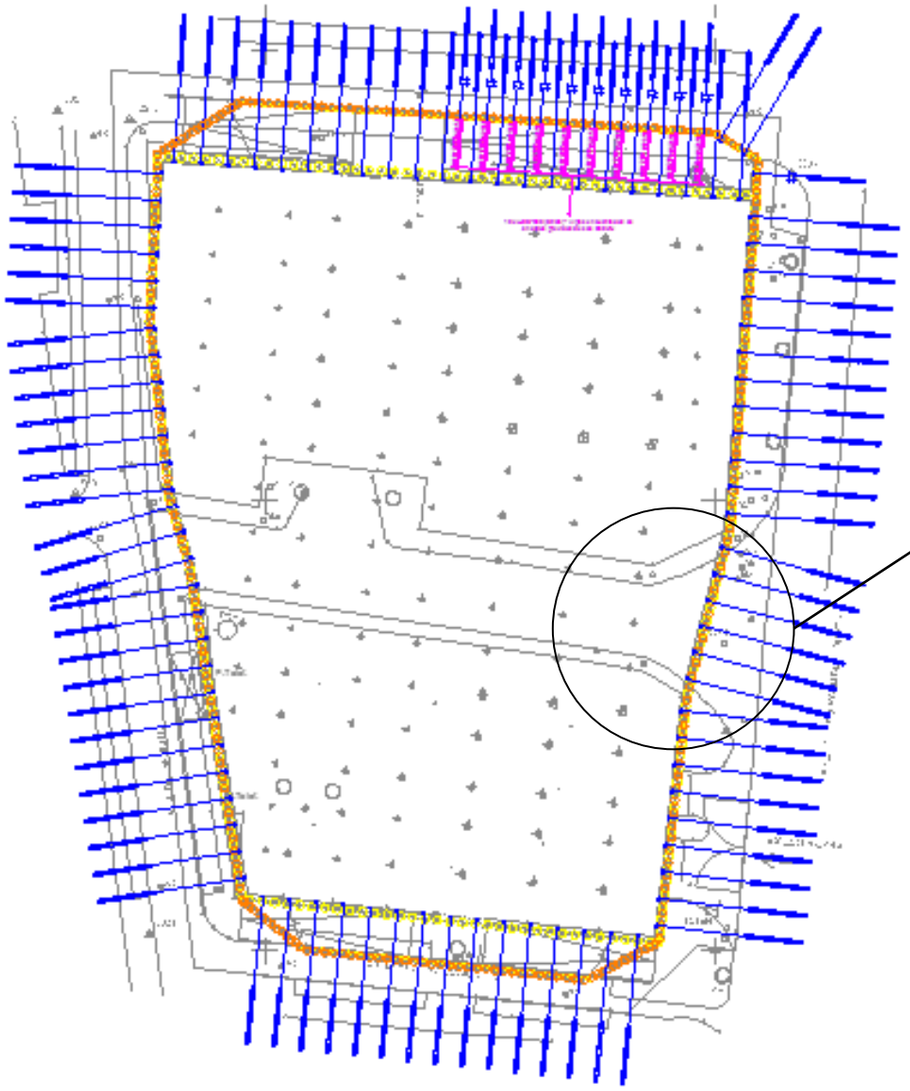
- Zona 1 – Aterros - camada heterogénea constituída por areias e argilas.
- Zona 2 – Seixos. Depósito Quaternário - depósitos granulares compostos por seixo de diferentes tamanhos envoltos numa matriz areno-argilosa.
- Zona 3 – Argilas. Depósitos Terciários - substrato sedimentar impermeável constituído por argilas, argilas siltosas de compacidade alta. Em profundidade surgem níveis compostos por margas intercalados com gesso. Os valores de SPT, realizados no local, variaram entre 38 e 91, sendo o valor de 50 (nega) o mais representativo.

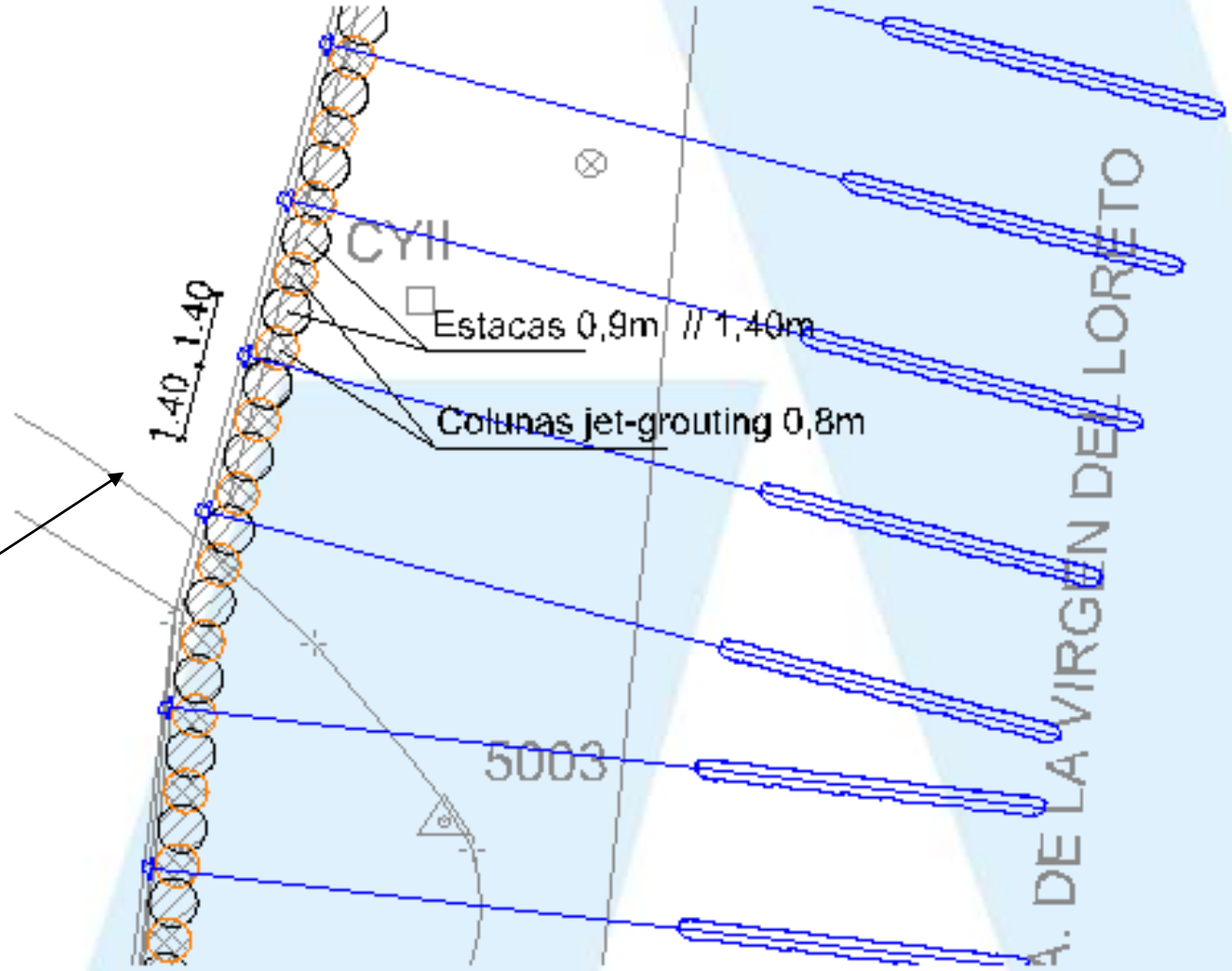


1. INTRODUÇÃO
2. CONDICIONALISMOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS
3. **SOLUÇÃO ADOTADA**
4. DIMENSIONAMENTO
5. FASEAMENTO CONSTRUTIVO
6. CONCLUSÕES E ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

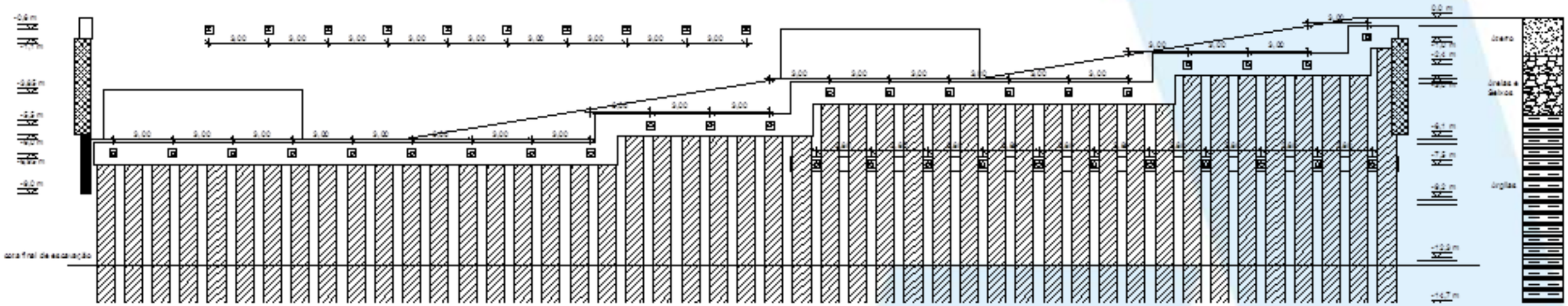
- Solução base – Parede diafragma de 0,45m de espessura e 3 niveis de tirantes;
- Solução variante - solução mista com estacas moldadas intercaladas com colunas de jet-grouting:
  - Estacas f900mm//1,40.
  - Colunas de jet-grouting f800mm com sobreposição mínima de 0,15m.
  - Estabilização com 2 níveis de tirantes provisórios, sendo o primeiro à cota da viga de coroamento.
  - Execução de concreto projetado para revestimento da cortina.

Item	Parede diafragma (e=0,45m)	Cortina de estacas (0,90m//1,4)
Secção transversal (m2/m)	0,45	0,454
Inércia (m4/m)	0,00759	0,023





- Planta de dimensionamento
- Pormenor das colunas e estacas



- Alçado tipo na zona das rampas

Item	Unidades	Quantidades
Estacas de 900mm	m	2950
Estacas de 500mm	m	760
Concreto projetado	m3	348
Colunas de jet-grouting	m	1380
Tirantes provisórios	m	3135
	uni	192

Quantidades principais

Solução estacas

Item	Unidades	Quantidades
Execução de parede diafragma	m3	2106
Escavação para parede diafragma	m2	4.682
Aço em parede diafragma	kg	234.100
Tirantes provisórios	m	5700
	un	285

Quantidades principais

Solução Parede Diafragma

ANCORBRAS
GEOTECNIA E FUNDAÇÕES

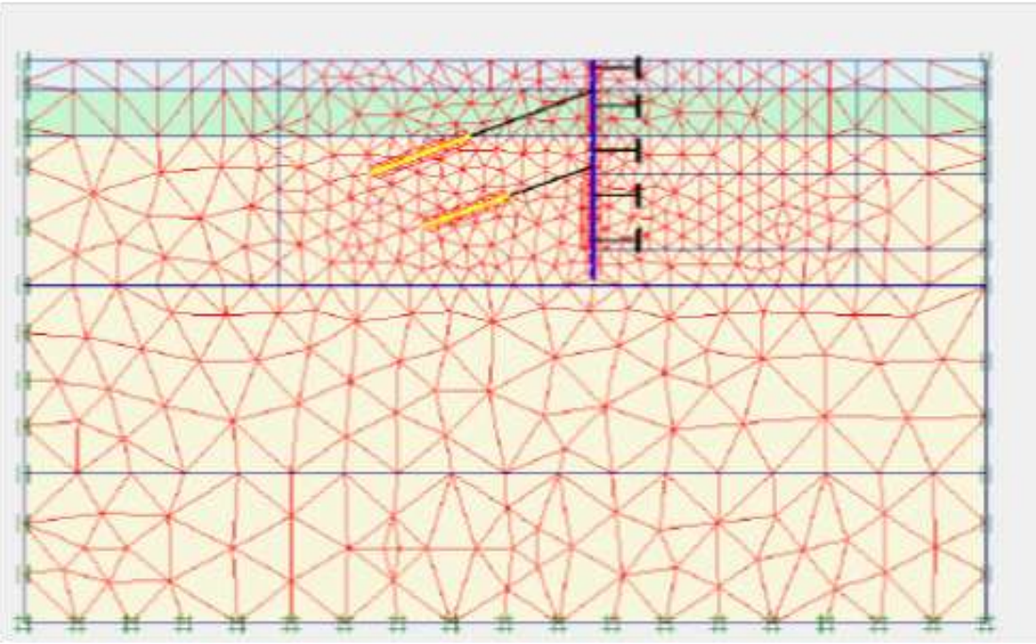
1. INTRODUÇÃO
2. CONDICIONALISMOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS
3. SOLUÇÃO ADOTADA
4. **DIMENSIONAMENTO**
5. FASEAMENTO CONSTRUTIVO
6. CONCLUSÕES E ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

O dimensionamento foi efetuado de acordo com a regulamentação nacional em vigor, tendo em atenção a regulamentação comunitária.

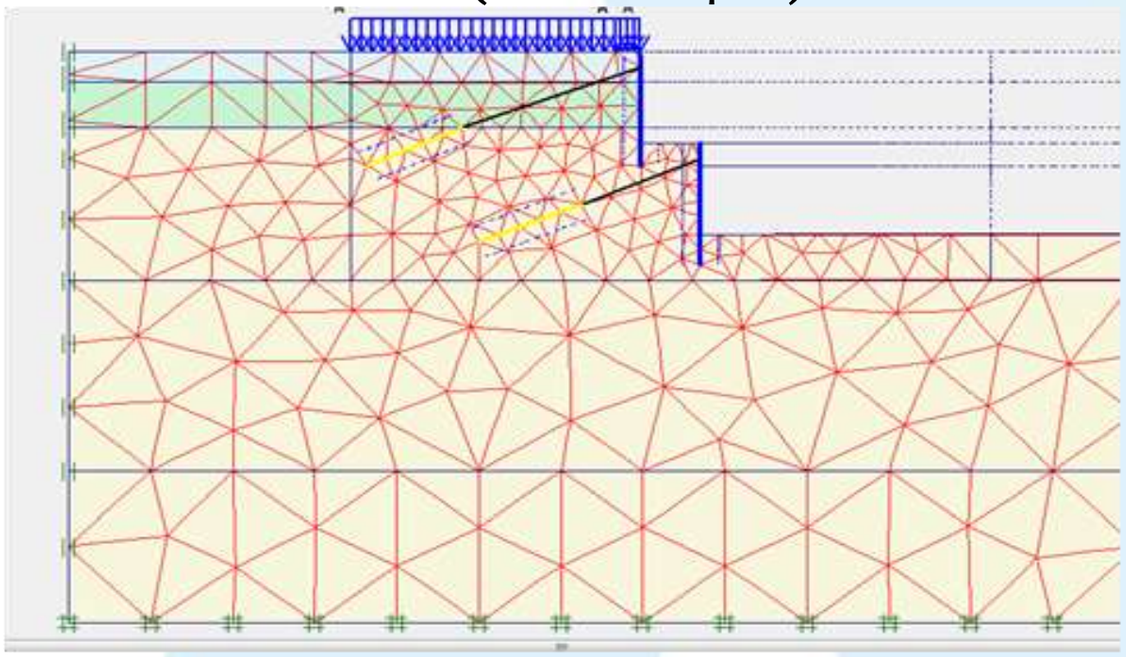
- DB-SE Cimientos;
- Instruccion de hormigon estructural (EHE);
- Ministério de Fomento Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera;
- Eurocódigo 2 Projeto de estruturas de concreto armado;
- Eurocódigo 3 Projeto de estruturas metálicas;
- Eurocódigo 7 Projeto de estruturas geotécnicas;
- Eurocódigo 8 Projeto de estruturas Sismo Resistentes.

- Modelos de análise no programa de elementos finitos Plaxis V8
- Faseamento construtivo adotado;
  - Execução das estacas;
  - Execução sucessiva dos níveis de escavação e respetivos tirantes;
  - Fase definitiva.
- Avaliação das deformações da cortina e dos assentamentos à superfície;
- Avaliação da estabilidade global da estrutura de contenção (comparação com métodos de equilíbrio limite);
- Dimensionamento estrutural das estacas de concreto armado;
- Validação do nível de Pré-Esforço adotado para os tirantes.

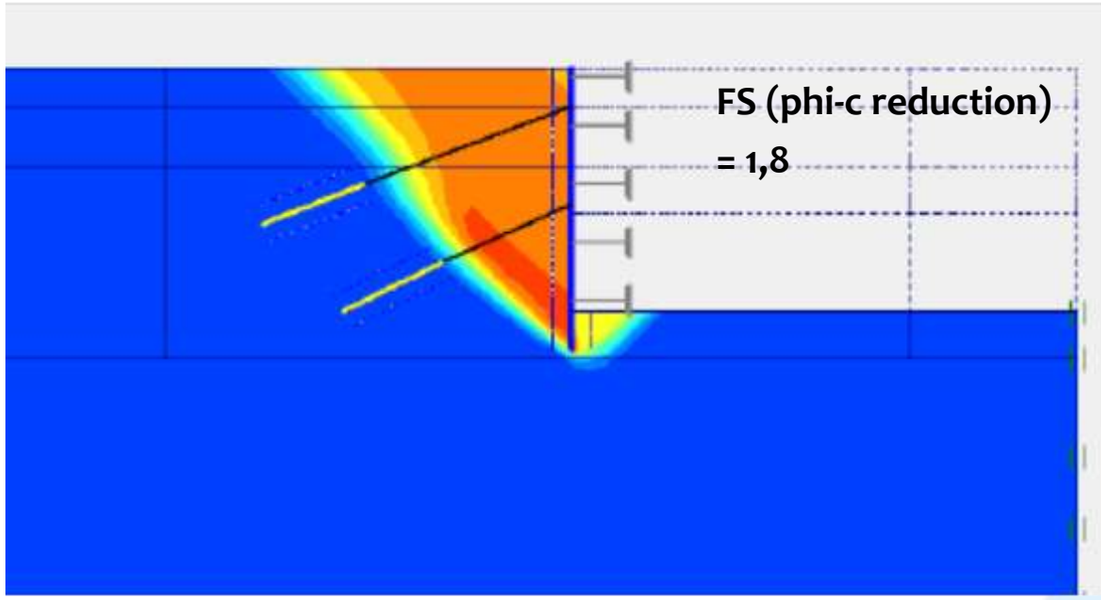
- INPUT



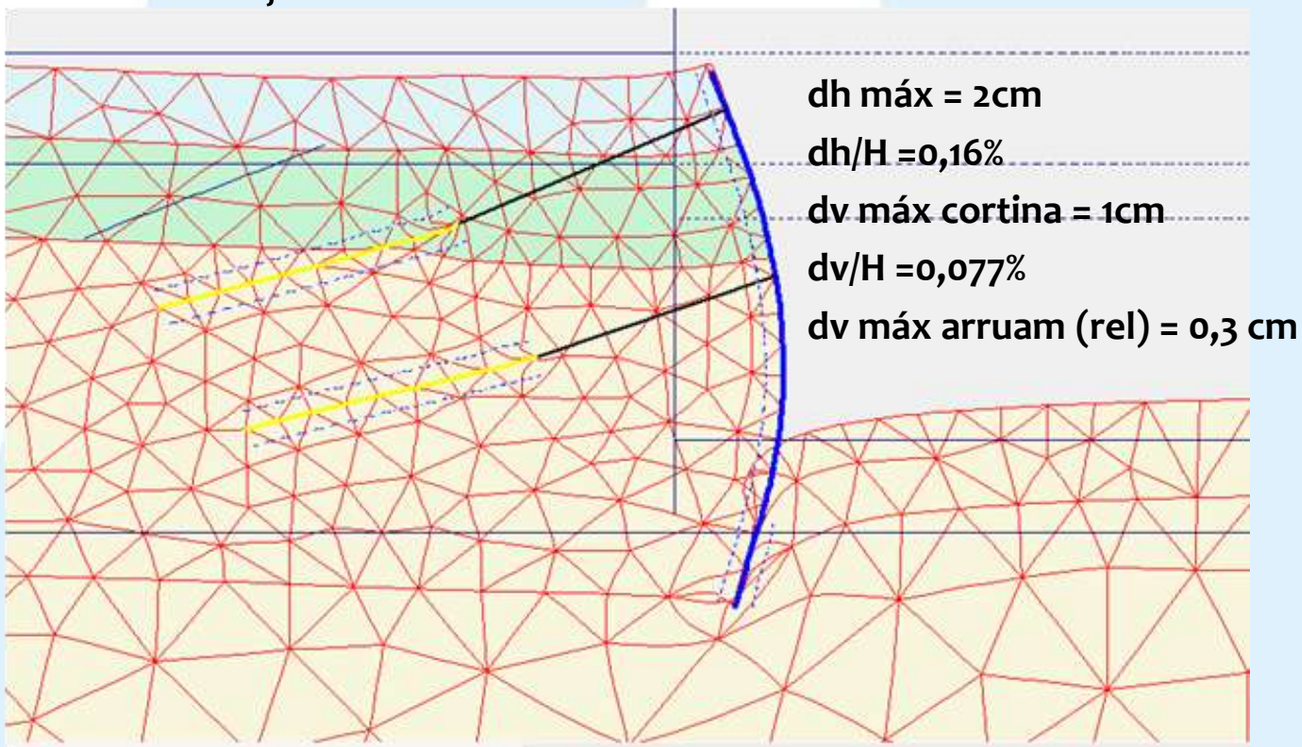
- Fase de cálculo (zona rampas)



- Estabilidade Global



- Avaliação dos deslocamentos



ANCORBRAS
GEOTECNIA E FUNDAÇÕES

1. INTRODUÇÃO
2. CONDICIONALISMOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS
3. SOLUÇÃO ADOTADA
4. DIMENSIONAMENTO
5. **FASEAMENTO CONSTRUTIVO**
6. CONCLUSÕES E ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

Faseamento construtivo adotado

1. Execução das estacas em concreto armado;
2. Execução das colunas de jet-grouting;
3. Execução da viga de coroamento;
4. Execução dos tirantes do primeiro nível;
5. Escavação do 2º nível;
6. Execução dos tirantes do 2º nível;
7. Escavação final;
8. Execução da lâmina drenante;
9. Execução do concreto projetado;
10. Execução da estrutura definitiva.

Execução das estacas

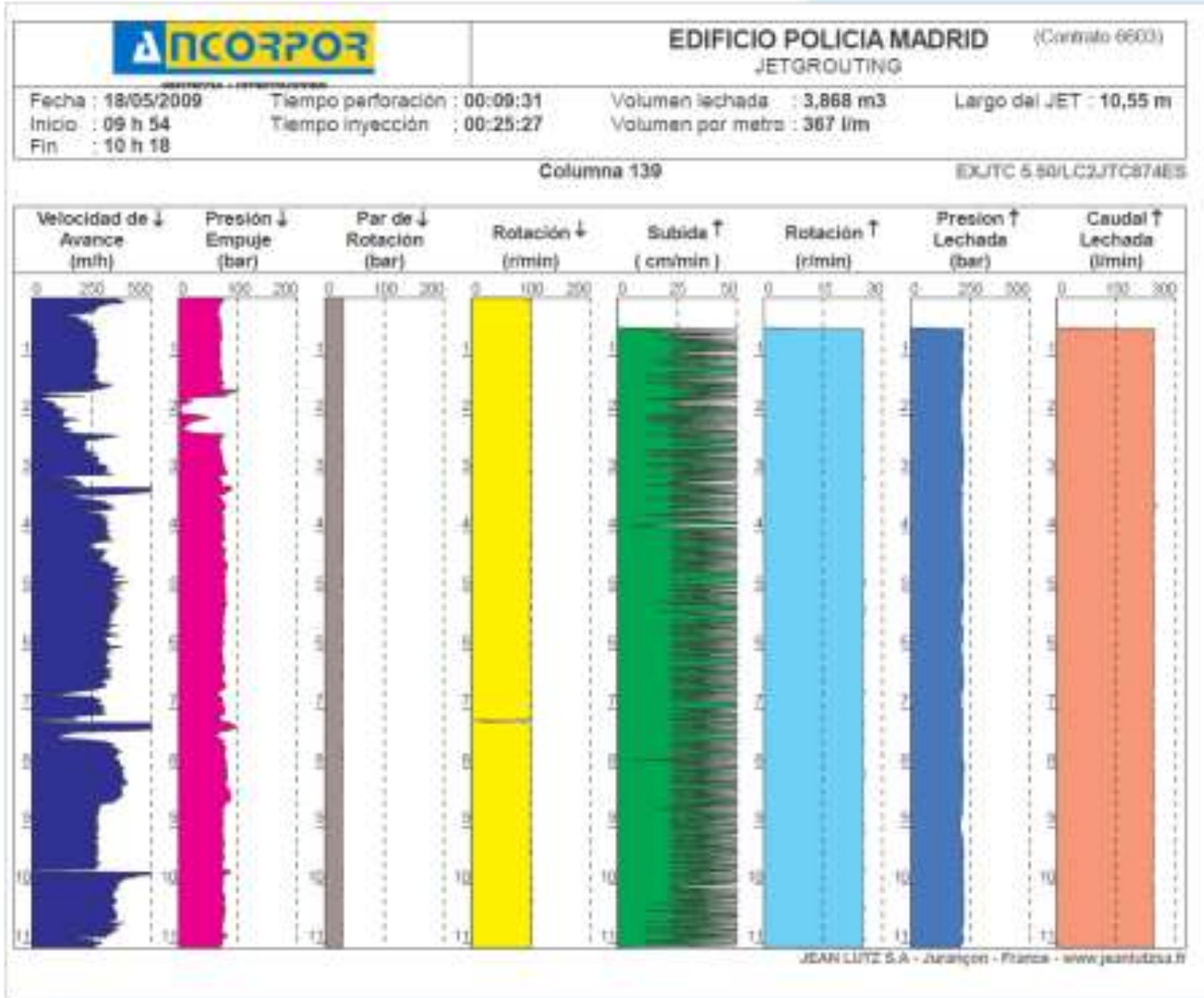
- Processo tradicional, com entubamento provisório, remoção do material, execução e colocação da armadura e posterior concretagem
- Foram realizadas no total 2950m de estacas 0,90m e 760m de estacas de 0,50m

Execução de colunas de jet-grouting

- Montagem do estaleiro, furação com hastes duplas, consumo de cimento de 350kg/m3
- Parâmetros previstos em projeto: fck = 3MPa e E=500MPA
- Foram realizados 1380m de colunas de jet-grouting 0,80m

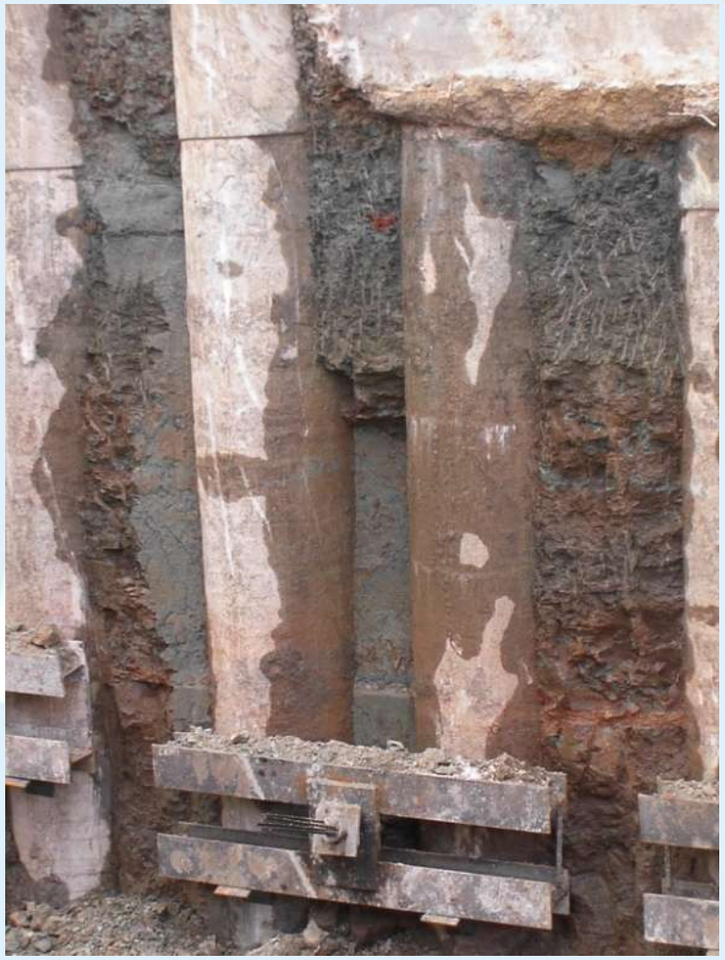
Execução de colunas de jet-grouting – controlo de qualidade

- O controlo de qualidade das colunas de jet foi conseguido através de um registo informático de LT3 chamada "JEAN LUTZ", associado à máquina de perfuração, que permite:
  - Caudal instalado (l/min)
  - Pressão calda (bar)
  - Velocidade de subida (cm/min)
  - Velocidade de rotação



Execução dos tirantes

- Tirantes com pré-esforço até 650kN, sistema de injeção IR – injeção repetitiva
- Foram realizados 3135m de tirantes



Escavação 1º nível

Escavação 2º nível

Escavação final

Montagem da laje de fundo

Aplicação da lâmina drenante

Aplicação do concreto projetado

Central de jet-grouting

Tirantes na viga de coroamento

ANCORBRAS
GEOTECNIA E FUNDAÇÕES

1. INTRODUÇÃO
2. CONDICIONALISMOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS
3. SOLUÇÃO ADOTADA
4. DIMENSIONAMENTO
5. FASEAMENTO CONSTRUTIVO

6. CONCLUSÕES E ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

CONCLUSÕES

- A presença de terrenos superficiais permeáveis associados inferiormente a formações heterogéneas argilosas competentes, viabilizaram uma solução mista de cortina de estacas intercaladas com colunas de jet-grouting, em detrimento de soluções tradicionais como parede diafragma.

- A adoção de estacas de grande inércia (3 vezes a inércia da solução de Parede Diafragma), permitiu a diminuição do numero de níveis de escavação, que se reproduziu numa maior rapidez de execução.

- A quantificação dos equipamentos associados, tendo em consideração os rendimentos de execução de estacas e jet versus parede diafragma (trepano), resultou igualmente numa redução do prazo de execução da obra.

- Esta solução possibilitou a realização das obras de escavação e contenção periférica em cerca de 3 meses e, deste modo, permitir avançar mais rapidamente com os trabalhos das restantes especialidades de estrutura e arquitetura.

Cliente: URBAJAR

Dono de Obra: EMVS Torrejón (Empresa Municipal de Vivienda y Suelo de Torrejón de Ardoz);

ANCORBRAS
GEOTECNIA E FUNDAÇÕES

ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

- Formações basálticas; formações sedimentares – terrenos bastante heterogéneos com alternância de argilas, siltes , areias e cascalheiras com durezas e permeabilidades variáveis;
- Edifícios de médio a grande porte com grande aproveitamento do subsolo para a realização de caves ;
- Presença do nível freático que implica medidas de impermeabilização ao nível dos terrenos e das próprias estruturas de contenção.
- Meio urbano muito denso

ADAPTAÇÃO AO CASO DE SÃO PAULO

- **Vantagens da solução variante:**
- Menor custo e prazo , de montagem de canteiro
- Custo global 20 a 30% inferior
- Prazo de execução global da contenção menor (cerca de 70 m2/ dia para parede diafragma e 140 m2 / dia para cortina de estacas)
- Menor custo de gestão de transporte de produtos sobrantes para bota fora
- Necessidade de canteiro com menos espaço
- Menor perturbação em meio urbano , tanto em ruido como em vibrações transmitidas a estruturas vizinhas

Obrigado pela vossa atenção

ANCORPOR
GEOTECNIA E FUNDAÇÕES

Urb. Casal Pinheiro
Parque Ind. Pinheiros Park, Lt 3
2580-461 Carregado
T: +351 263 860 380
F: +351 263 852 650
E: geral@ancorpor.pt

ANCORPOR
GEOTECNIA Y CIMENTACIONES

MADRID
Calle Tomas Edison, 4, Bloque 2 Of.
2103. 28521 Rivas Vaciamadrid
Madrid
T/F: (+34) 917 136 953
E: dramirez@ancorpor.com

ANCORBRAS
GEOTECNIA E FUNDAÇÕES

Rua Américo Brasiliense, 1479
Conj. 43 Alto da Boavista, SP
CEP 04715-003 Brasil
T/F: (+55) 11 5181 4940
E: fnunes@ancorbras.com.br

ANCORTEX
GEOTECHNICAL AND FOUNDATION WORKS

5501 Lyndon B.
Johnson Freeway
Suite 600, Dallas
75240 Texas
T: (+1) 972 218 0871
E: mgalrito@ancortex.us