

## CASO PRÁTICO A



# ÍNDICE



**Introdução**

**Principais Condicionamentos**

**Soluções Adoptadas**

**Plano de Instrumentação e Observação**

**Considerações Finais**

## • Palácio – Objectivo da intervenção



- ▶ **ÁREA UTIL DA ESCAVAÇÃO:** 6500 m<sup>2</sup> (95x68)
- ▶ **ALTURA DE ESCAVAÇÃO:** 12 A 27 m
- ▶ **VOLUME TOTAL ESCAVAÇÃO:** 160.000 m<sup>3</sup>

# ÍNDICE



**Introdução**



**Principais Condicionamentos**

**Soluções Adoptadas**

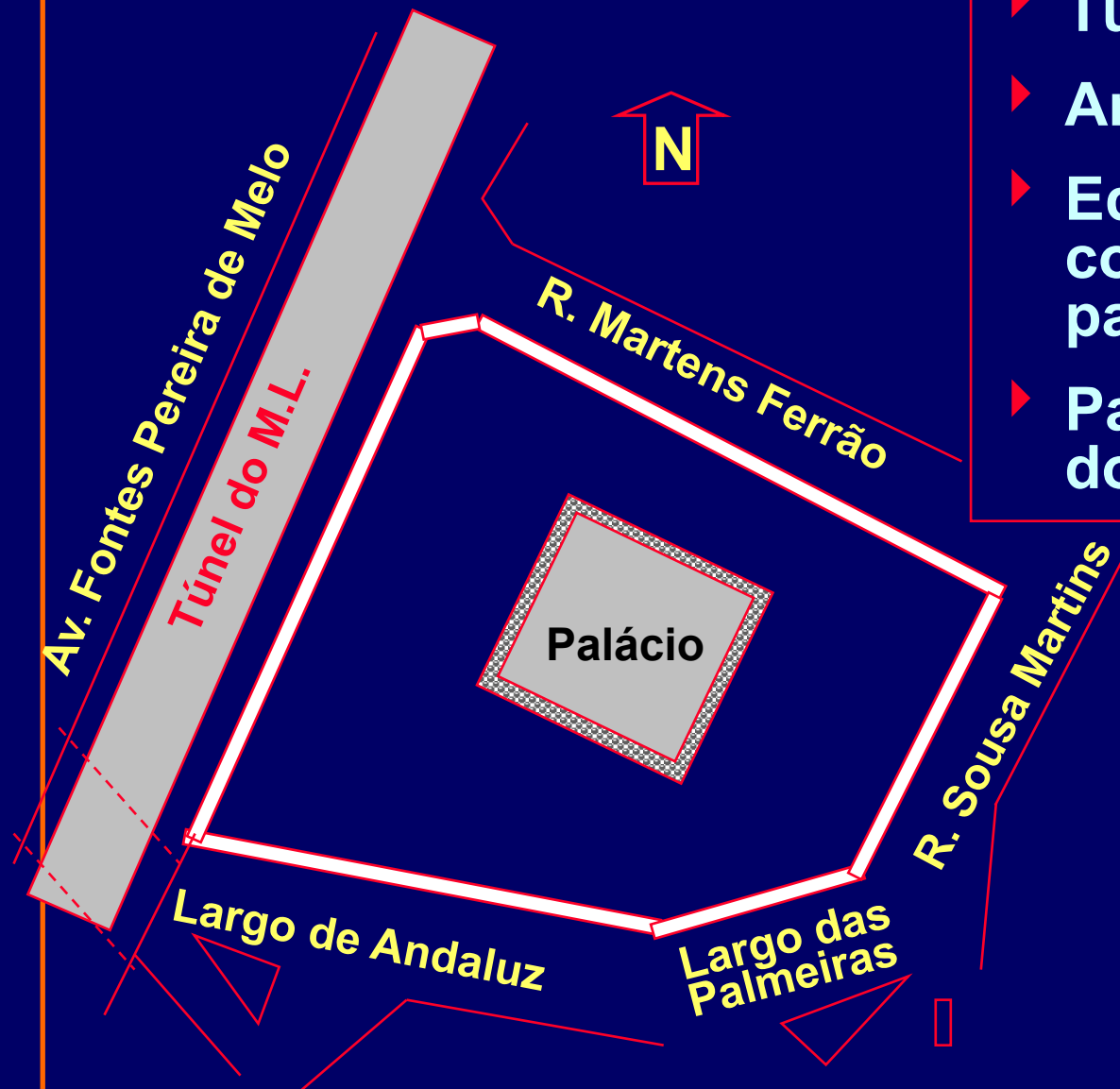
**Plano de Instrumentação e Observação**

**Considerações Finais**

## • Localização (i)

### Zona Urbana

- ▶ Túnel do M.L.
- ▶ Arruamentos
- ▶ Edifícios vizinhos com valor patrimonial
- ▶ Palácio no interior do terreno





- **Localização (iii)** Vista a partir da Av. Fontes Pereira de Melo



▶ **Situação em Dezembro de 1999**

## • Arquitectura

LISBOA  
168  
SA SOTTO MAIOR  
1112

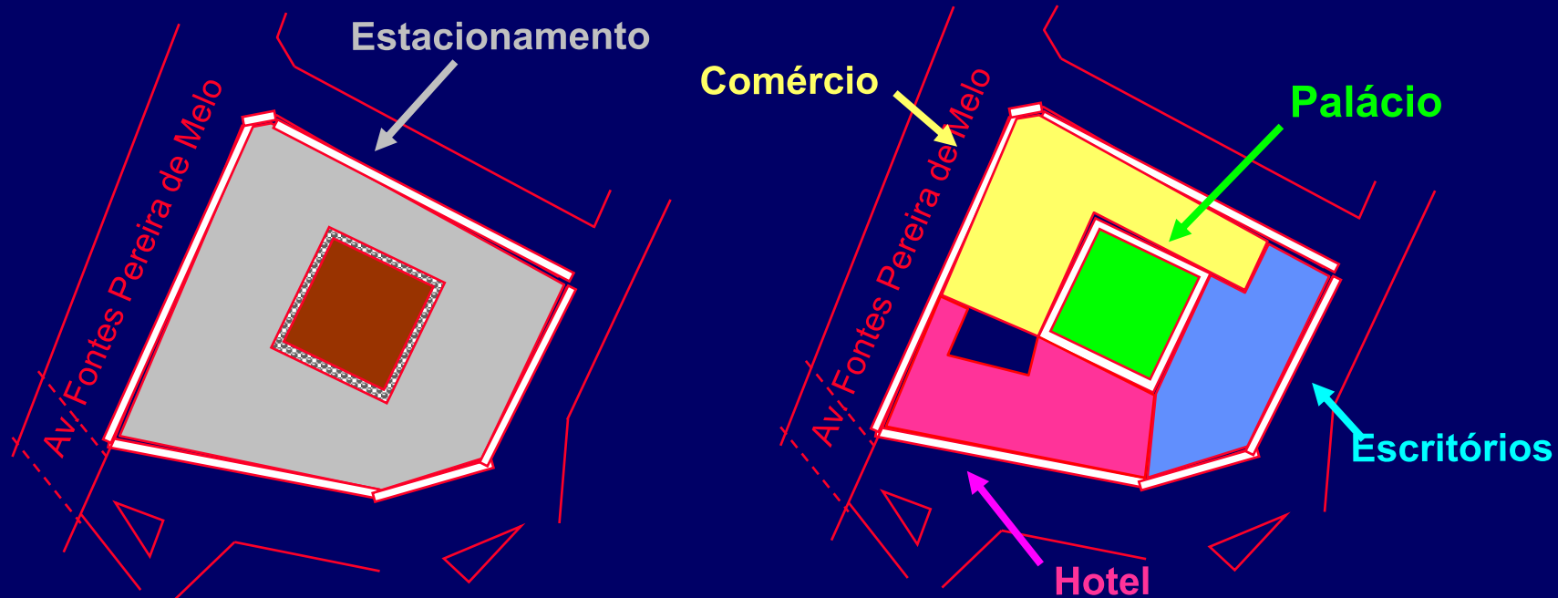


### Edifício do Palácio

- ▶ **Construído entre 1902 e 1906 ( Arq Ezequiel Bandeira)**
- ▶ **Classificado pelo IPPC como imóvel de interesse público**
- ▶ **Paredes em alvenaria de pedra e tijolo, pisos em vigamento e soalho de madeira, ocupa uma área de 30x30 m<sup>2</sup>**
- ▶ **Dispõe de cave semi-enterrada, piso térreo nobre, 1º piso e piso de sótão com mansardas**



## • Arquitectura (ii)



### **Novo Projecto para o Palácio**

- ▶ Empreendimento para fins de hotelaria, escritórios, comércio e estacionamento
- ▶ Construção de 8 pisos enterrados ( 5 semi enterrados) em torno do Palácio
- ▶ Execução de uma nova cave e de uma galeria sob a estrutura do Palácio

- **Arquitetura (ii)**

## Manutenção da identidade



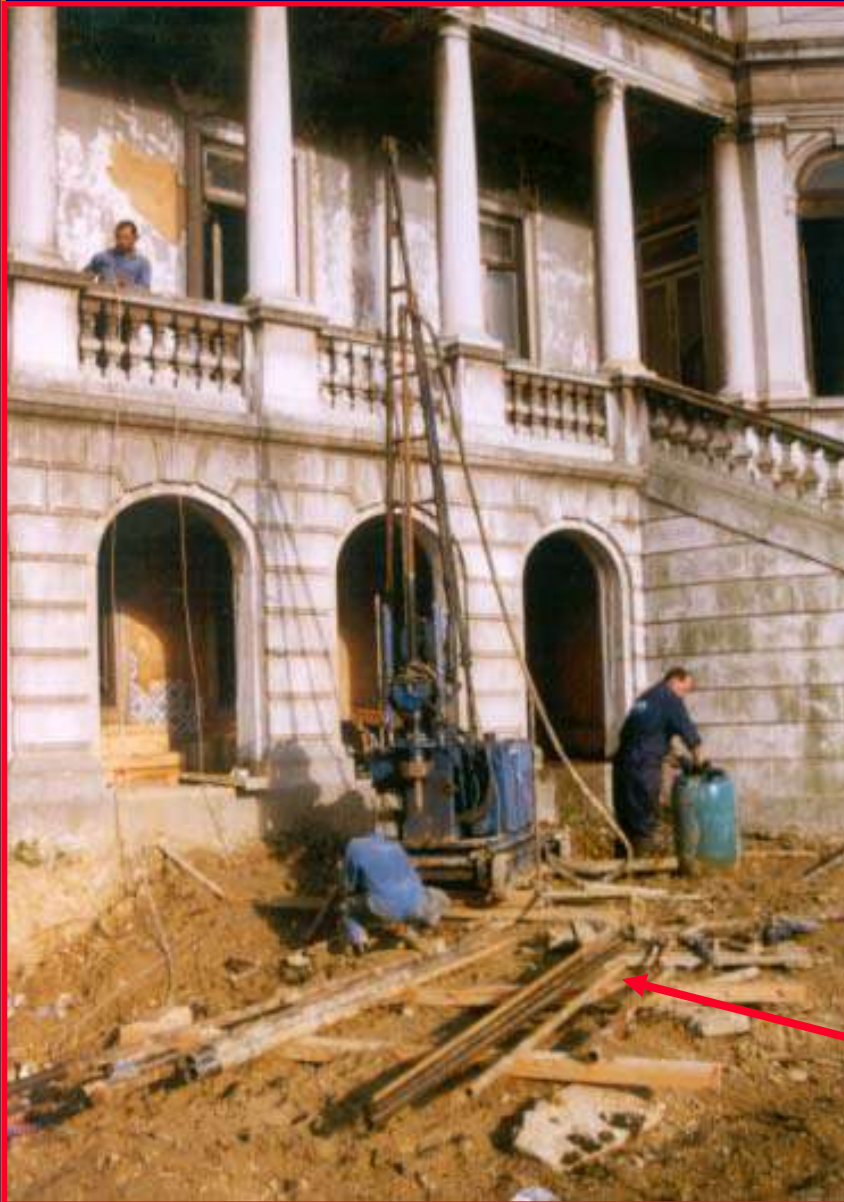
## • Arquitectura (ii)



## Vistas do interior Palácio



- **Geologia e Geotecnia (iii)**



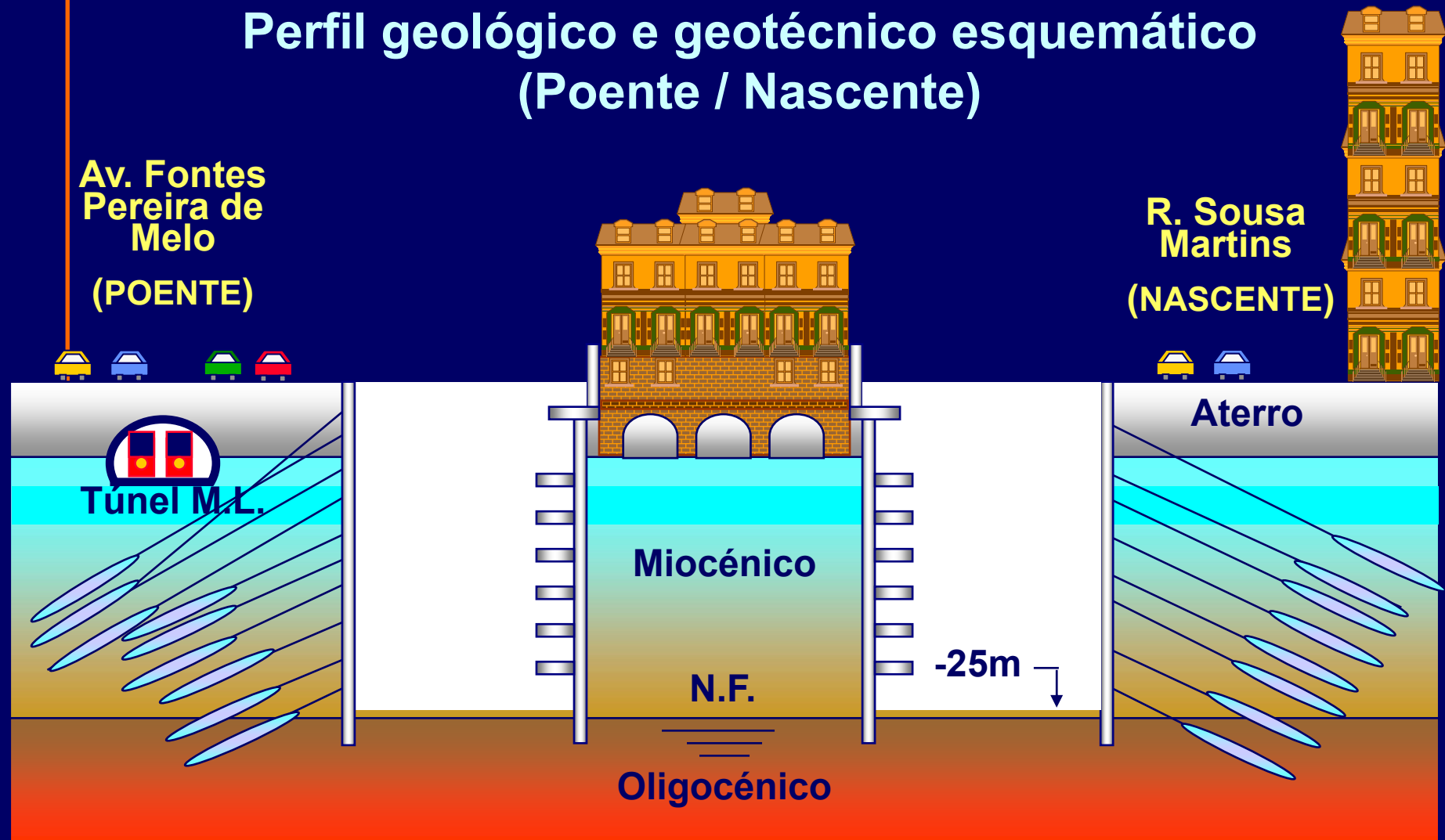
**Objectivos:**

- ▶ **Caracterização geológica e geotécnica, incluindo realização de ensaios “in-situ” e laboratoriais**
- ▶ **Zonamento geológico**

**Realização de sondagens**

- **Geologia e Geotecnia (iii)**

## Perfil geológico e geotécnico esquemático (Poente / Nascente)



# Perfil Geológico (fachada para Av. F. P. Melo)

## Aterro

Argila siltosa

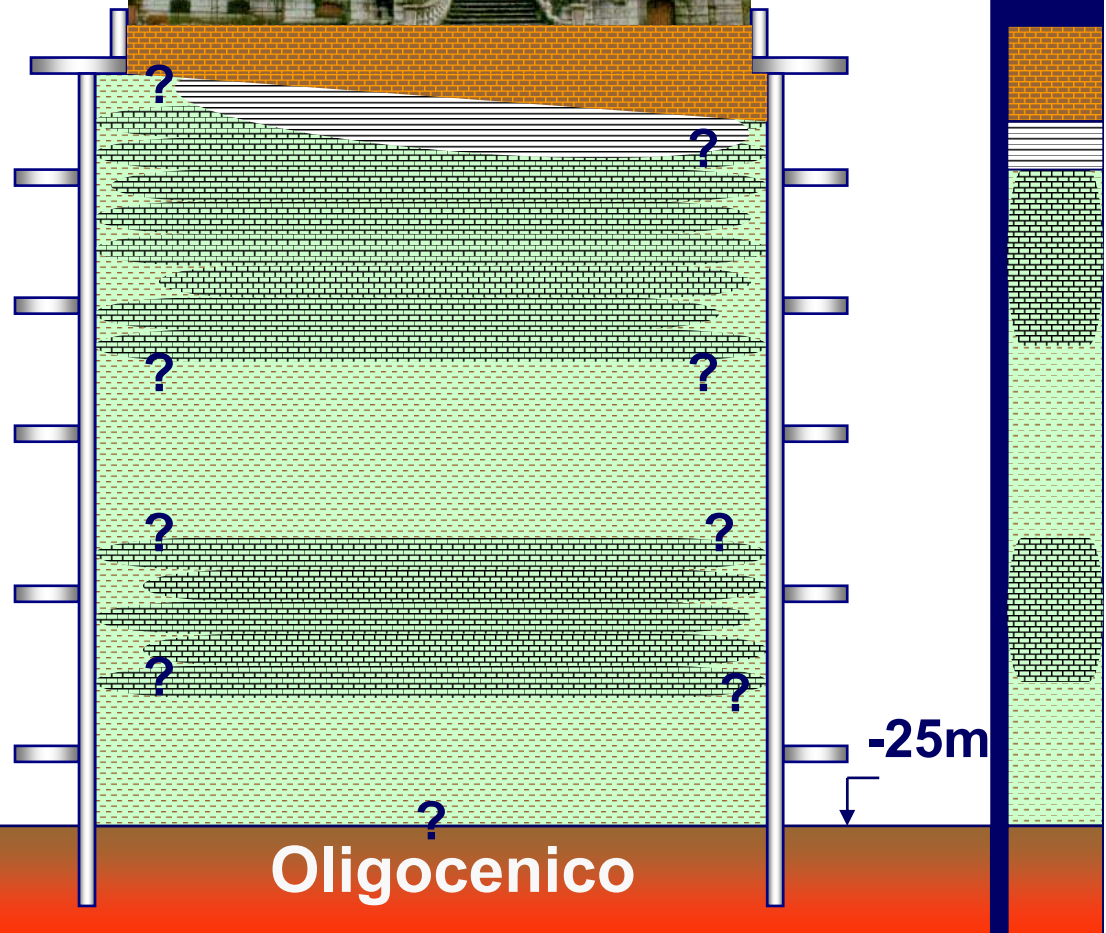
Calcarenitos

Argilas siltosas  
com componente  
margosa

Calcarenitos

Argilas siltosas  
com componente  
margosa

Miocenico



Oligocenico

# ÍNDICE



**Introdução**



**Principais Condicionamentos**



**Soluções Adoptadas**

**Plano de Instrumentação e Observação**

**Considerações Finais**

- **Recalçamento do Palácio para execução de galeria interior**

**Objectivos:**

- ▶ **Transferência de carga das paredes do Palácio para as novas fundações, de forma a permitir a escavação interior e exterior ao Palácio**



- **Recalçamento do Palácio para execução de galeria interior**

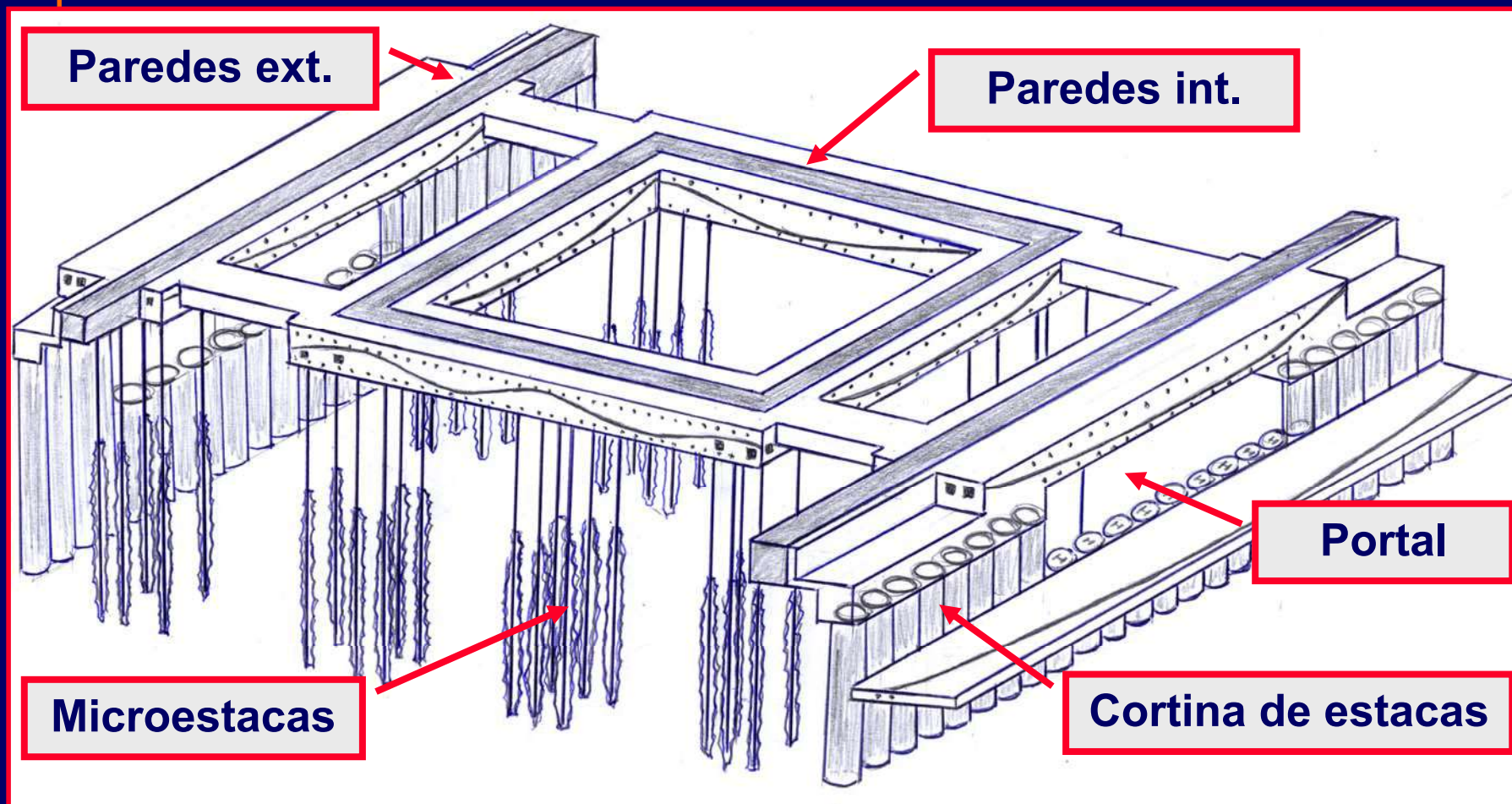
**Objectivos:**

- ▶ **Transferência de carga das paredes do Palácio para as novas fundações, de forma a permitir a escavação interior e exterior ao Palácio**

**Solução:**

- ▶ **Grelha de vigas de betão armado pré-esforçado, apoiadas em microestacas (interior) e cortina de estacas (exterior), solidarizadas às fundações do Palácio através de barras pré-esforçadas (mecanismo de costura)**

# Grelha de vigas de betão armado pré-esforçado



Paredes existentes (alvenaria de pedra)



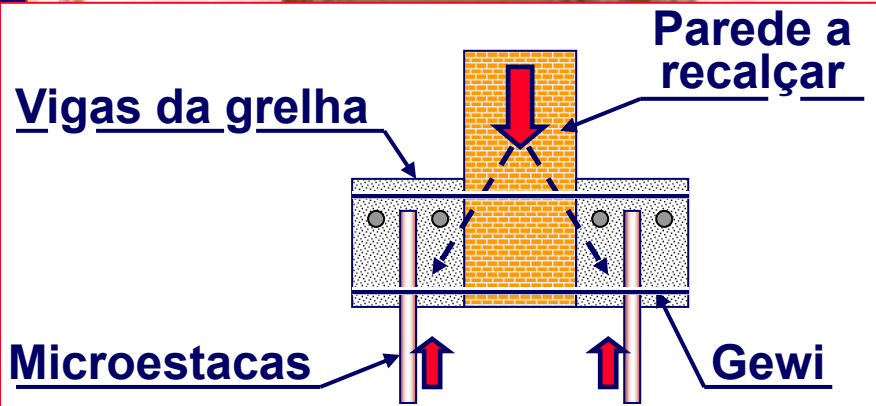
Grelha de vigas em betão armado pré-esforçado



**Operação de furação para execução de microestacas**

**Transferência de carga**

**Microestacas de recalçamento**



## Execução de microestacas no interior do edifício





**Nichos das ancoragens**



**Grelha de vigas**

**Escavação para grelha de vigas**



**Microestacas**



# • **Contenção ao longo do perímetro do Palácio**

## **Objectivo:**

- ▶ **Recalçamento exterior do Palácio**
- ▶ **Contenção/confinamento do terreno de fundação do Palácio**

# • **Contenção ao longo do perímetro do Palácio**

## **Objectivo:**

- ▶ **Recalçamento exterior do Palácio**
- ▶ **Contenção/confinamento do terreno de fundação do Palácio**

## **Solução:**

- ▶ **Cortina de estacas Ø800mm // 1,0m, travada através de vigas de cintagem em betão armado pré-esforçado (anéis), revestida com betão projectado**
- ▶ **As vigas de cintagem localizam-se ao nível dos futuros pisos enterrados, são betonadas contra o terreno e são apoiadas na sua extremidade em perfis metálicos para controlo de verticalidade**



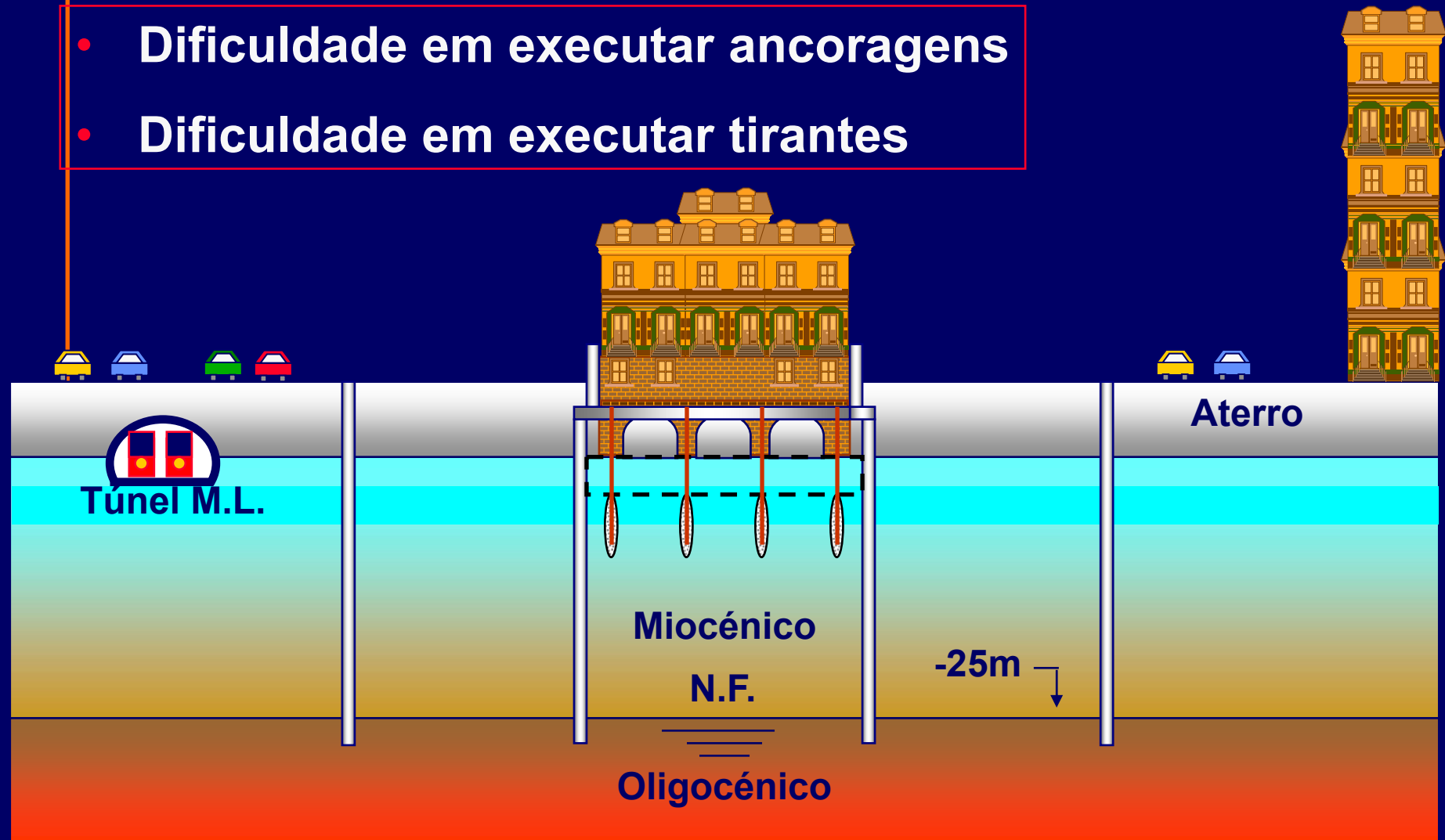
- **Contenção ao longo do perímetro do Palácio**



▶ **Cortina de Estacas** revestida com betão projectado ( $\text{Ø}800\text{mm}/1,0\text{m}$   $h^{\text{max}} = 24\text{m}$ ), travada por vigas de cintagem (anéis)

# Condicionamentos às soluções de travamento

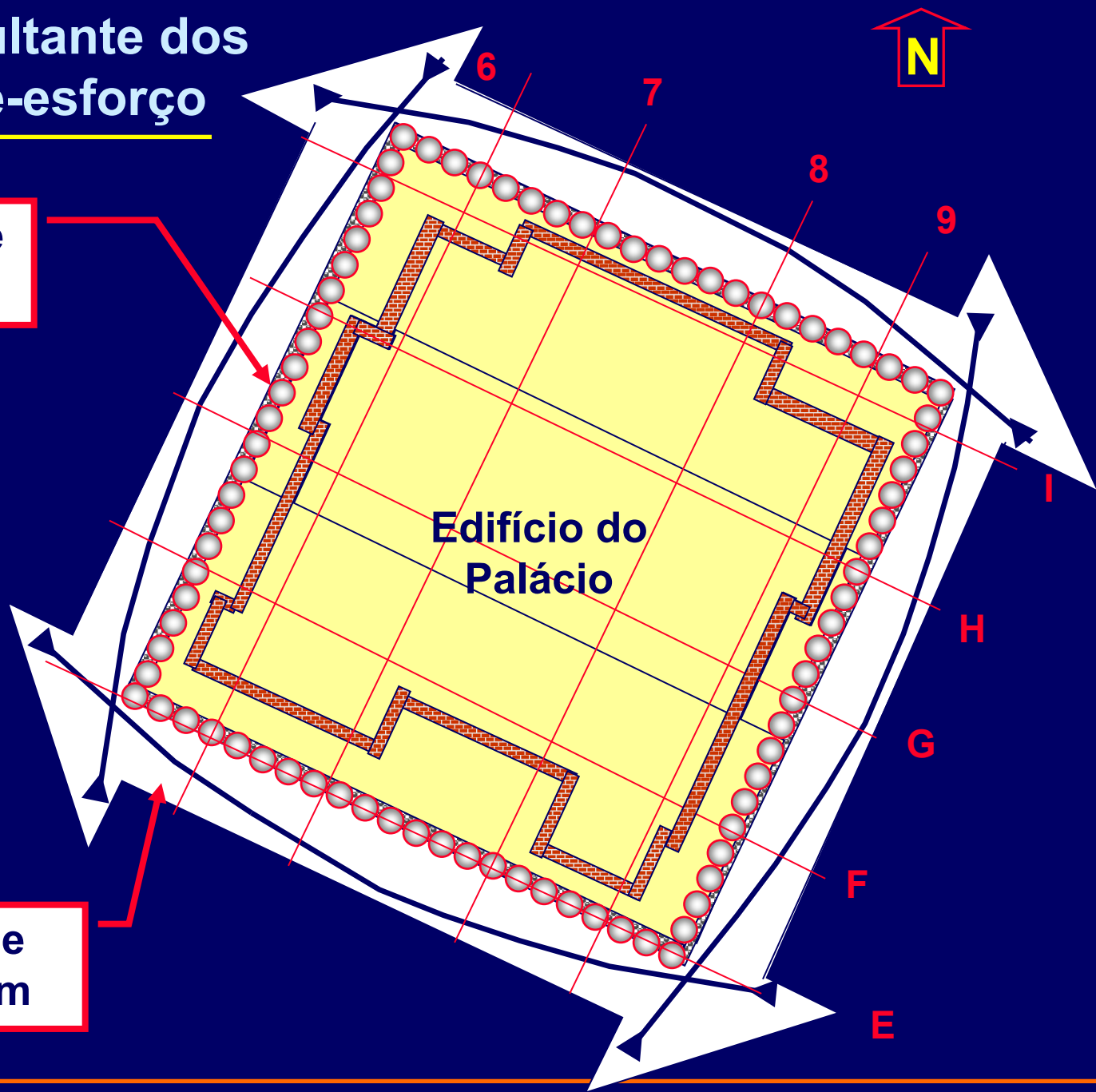
- Dificuldade em executar ancoragens
- Dificuldade em executar tirantes



# Traçado resultante dos cabos de pré-esforço

Cortina de estacas

Vigas de cintagem



# Armadura de uma estaca da cortina de contenção



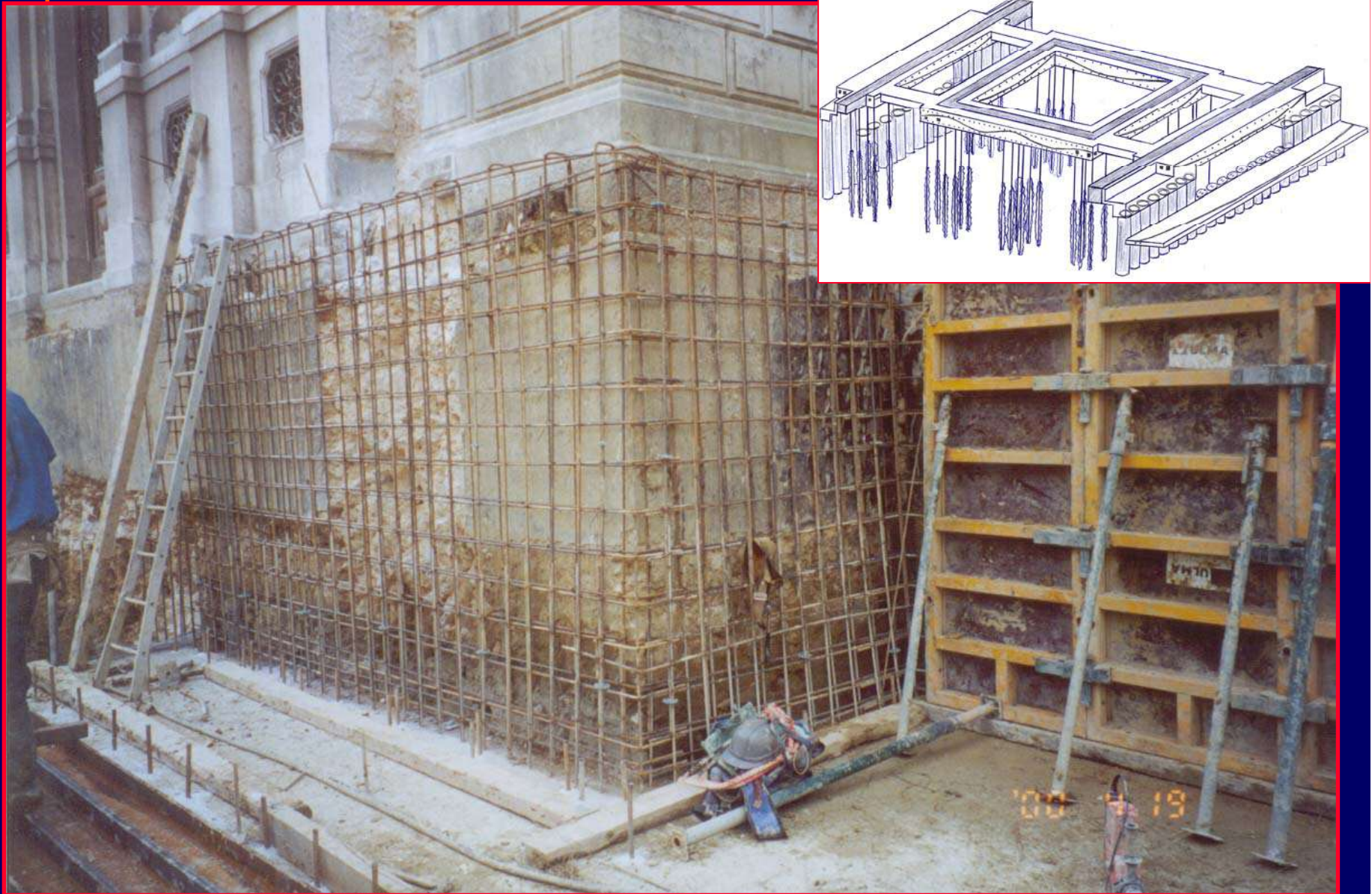
**Betonagem  
de estacas**



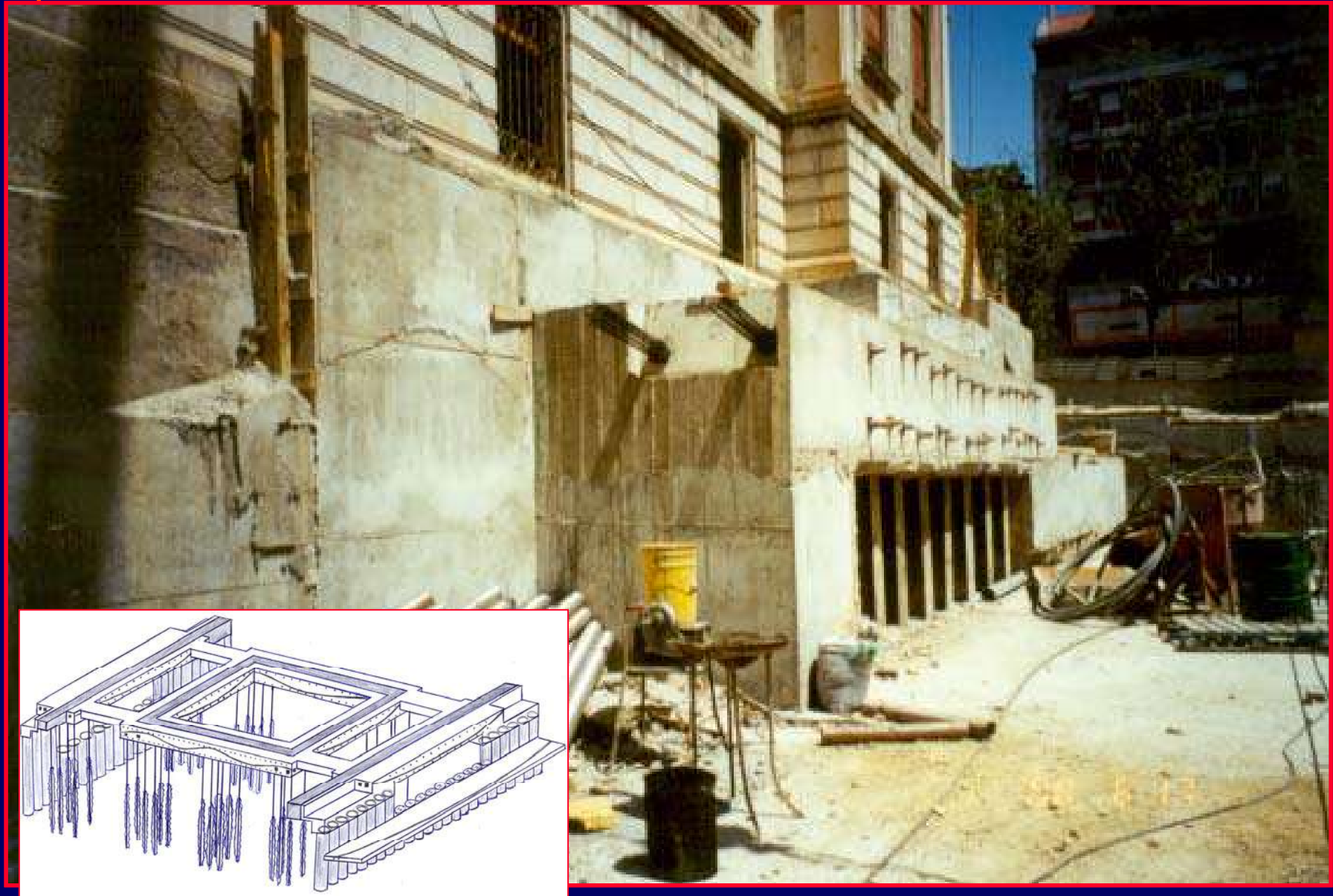
**Execução da 1ª  
viga de cintagem**



# Parede de ligação Palácio - viga de coroamento da cortina



## Vigas da grelha no exterior do Palácio sobre as estacas



# Preparação do terreno para betonagem: 1ª viga cintagem





## Montagem cabos de pré-esforço da 1ª viga de cintagem

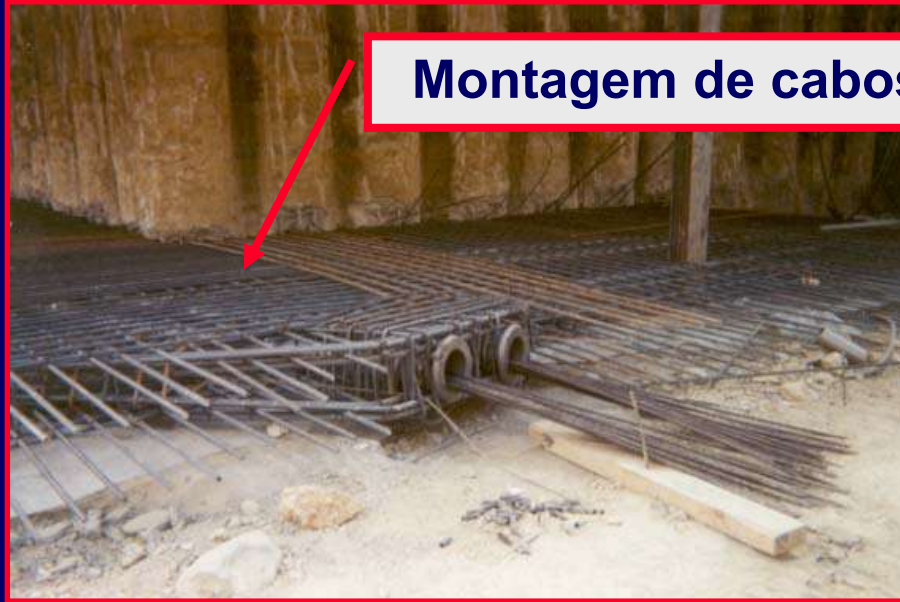


## Montagem da armadura superior da 1ª viga de cintagem



## Vista inferior da 1ª viga de cintagem



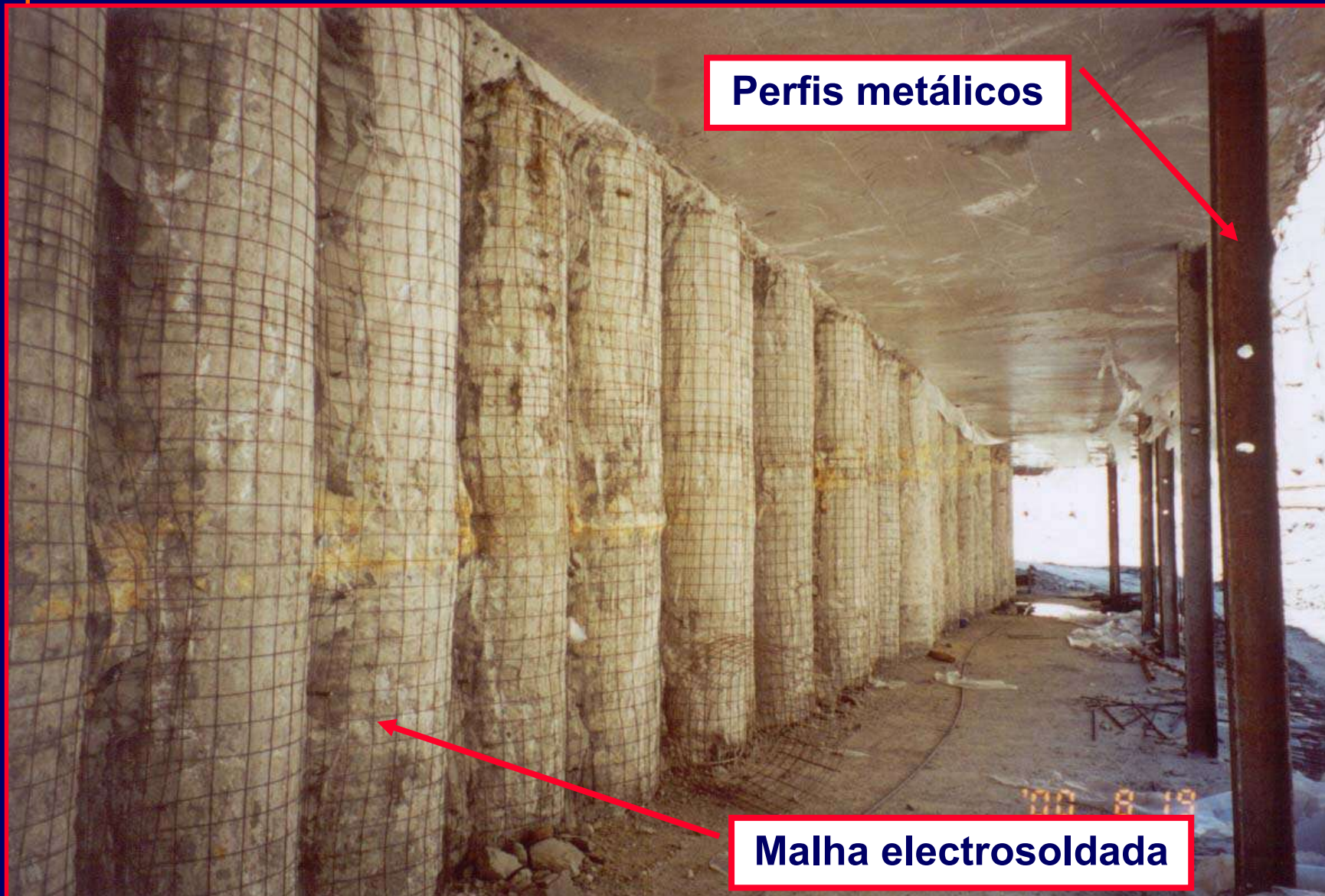


**Montagem de cabos**



**Vigas de cintagem**

## Estacas antes do revestimento com betão projectado



**Perfis metálicos**

**Malha electrosoldada**

**Janeiro 2000**



**Janeiro 2000**



**Fevereiro 2000**



**Janeiro 2000**



**Março 2000**



**Fevereiro 2000**





**Janeiro 2000**



**Março 2000**



**Fevereiro 2000**



**Mai 2000**



**Maio 2000**



**Maio 2000**



**Junho 2000**



**Maio 2000**



**Julho 2000**



**Junho 2000**



**Maio 2000**



**Julho 2000**



**Junho 2000**



**Agosto 2000**



## Vista da geral da escavação à volta do Palácio (fase final)



**Novembro 2000**

# Vista da geral da escavação à volta do Palácio (fase final)



## Vista da geral da escavação à volta do Palácio - Dez. 2000





## • Estruturas de contenção periférica exterior

### Objectivo:

- ▶ Realização da escavação para a execução dos pisos enterrados, preservando a segurança das estruturas e infraestruturas vizinhas

## • Estruturas de contenção periférica exterior

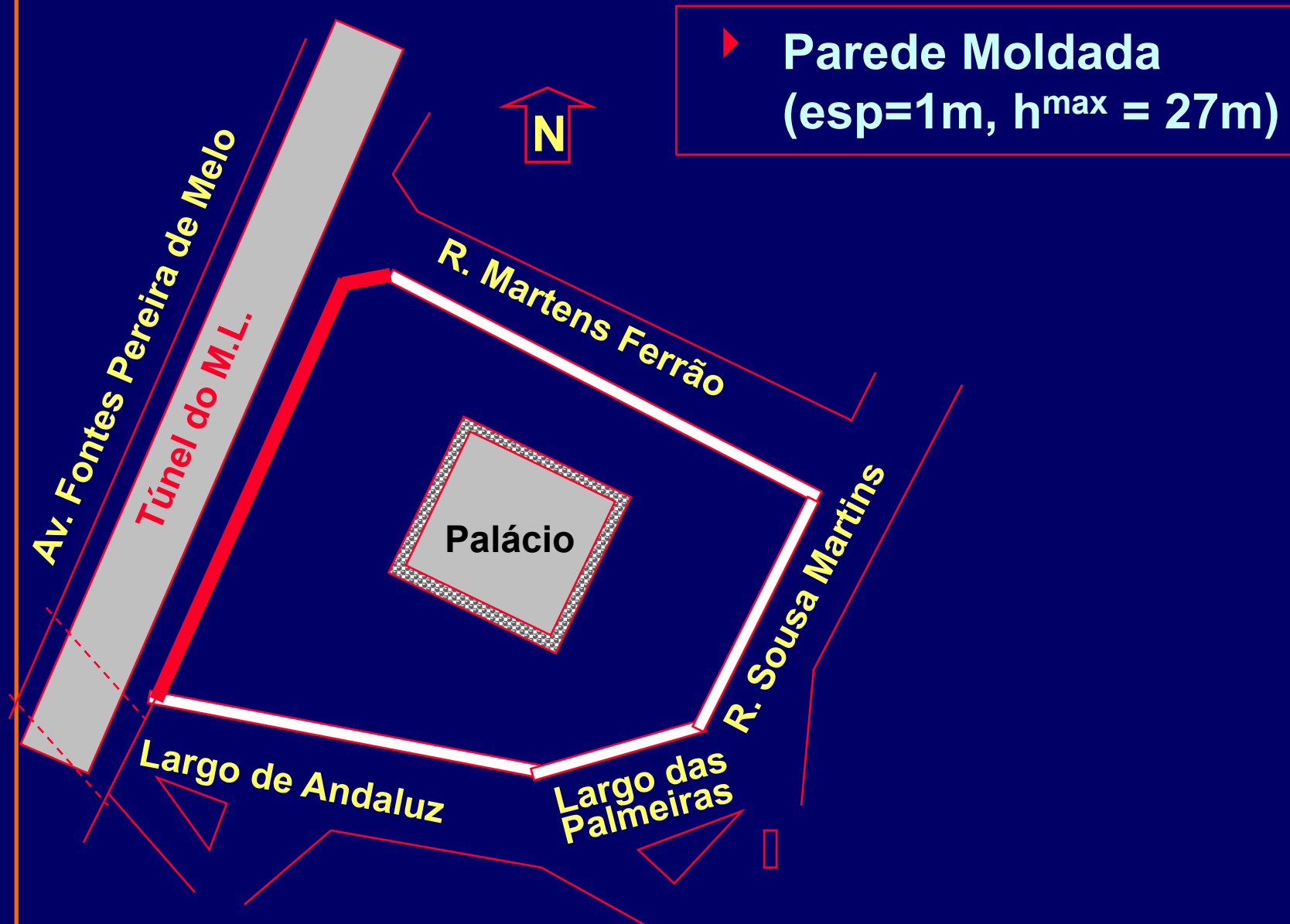
### Objectivo:

- ▶ Realização da escavação para a execução dos pisos enterrados, preservando a segurança das estruturas e infraestruturas vizinhas

### Soluções:

- ▶ Alçado Av. F.P. Melo: Parede Moldada (esp=1m,  $h^{\max} = 27\text{m}$ )

- **Contenção Periférica - Alçado Av. F. P. Melo**



## Montagem das armaduras da parede moldada



## Equipamento de escavação para execução dos painéis de parede moldada



## Tanque para reciclagem das lamas bentoniticas utilizadas na execução das paredes moldadas



## Execução da viga de coroamento da parede moldada



## Furação para execução das ancoragens (1º nível)





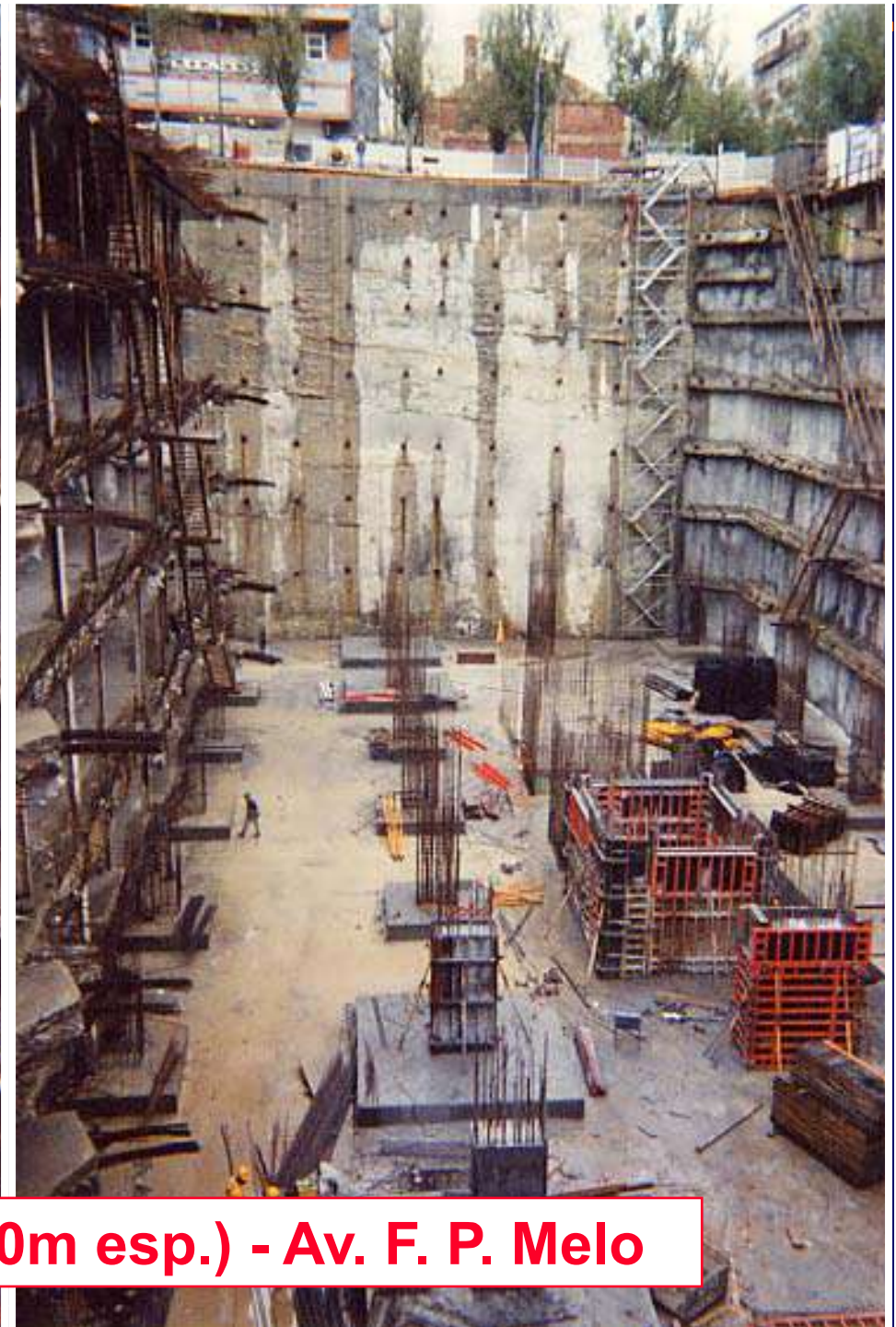
## Vista dos trabalhos de escavação (fase intermédia)



## Vista dos trabalhos de escavação (fase intermédia)



Reforço Sísmico de Fundações de Alvenaria, 26 de Outubro 2022, apinto@jetsj.com



**Parede moldada (1.0m esp.) - Av. F. P. Melo**

## Vista dos trabalhos de escavação (fase final)

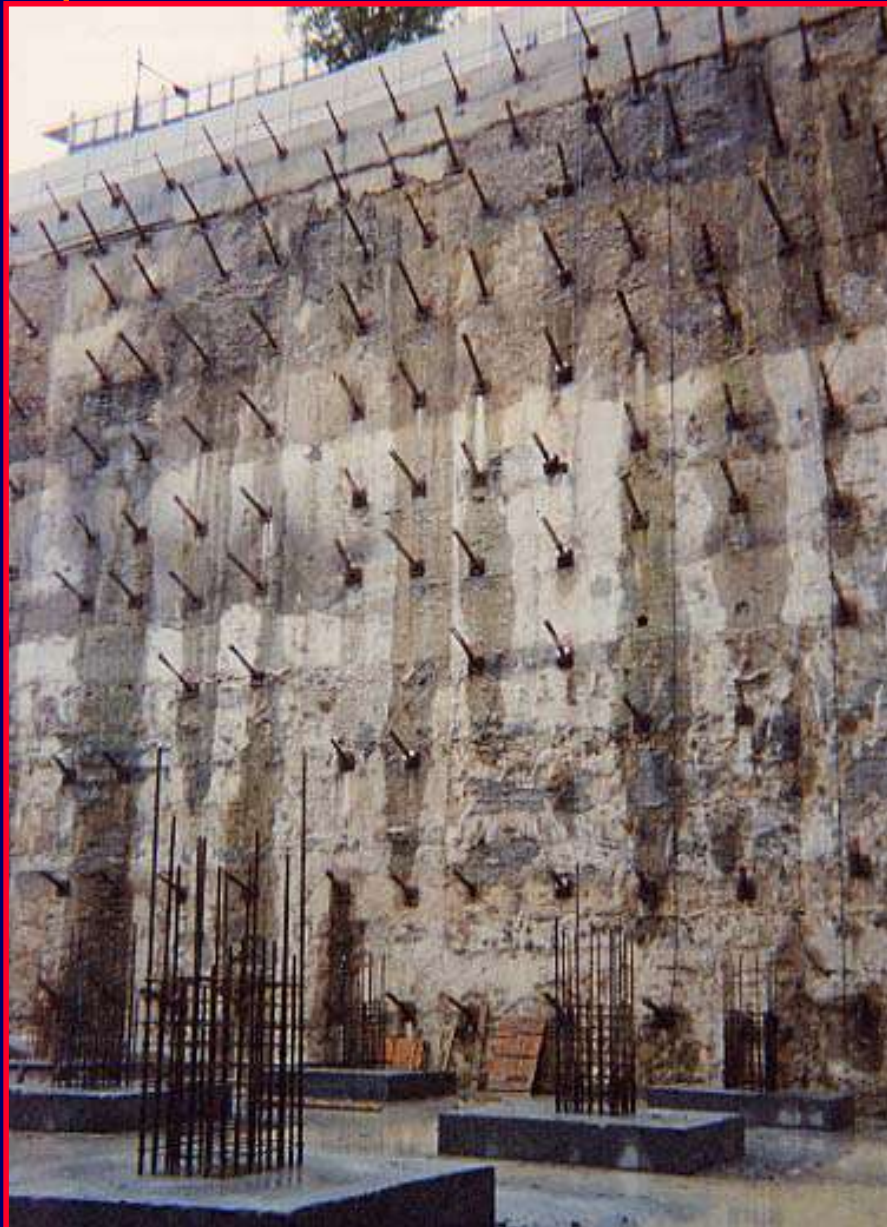


**Parede moldada –  
Av. F. P. Melo**

## Parede moldada (1.0m esp.) - Av. F. P. Melo



# Parede moldada (1.0m esp.) - Av. F. P. Melo



## • Estruturas de contenção periférica exterior

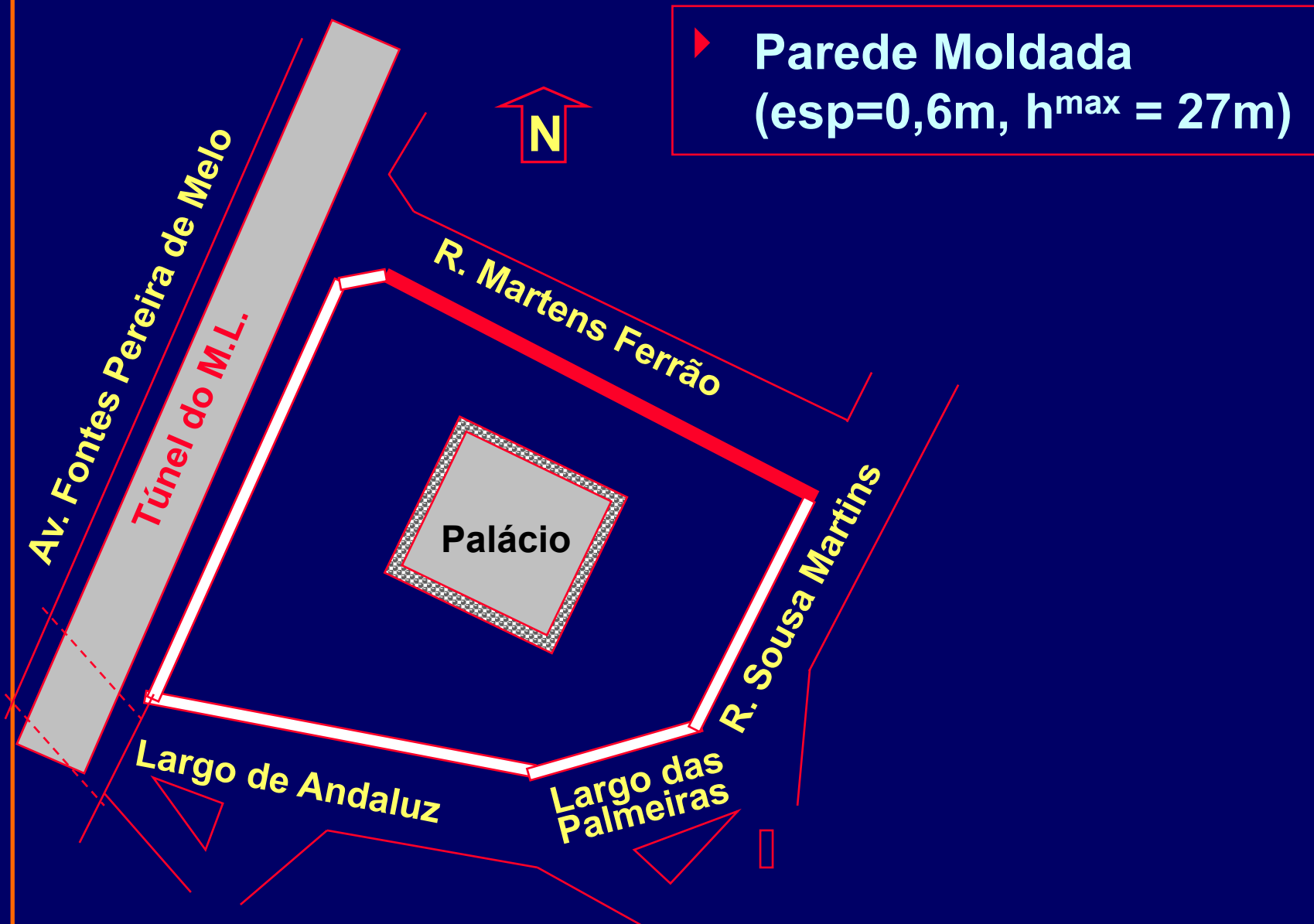
### Objectivo:

- ▶ Realização da escavação para a execução dos pisos enterrados, preservando a segurança das estruturas e infraestruturas vizinhas

### Soluções:

- ▶ Alçado Av. F.P. Melo: Parede Moldada (esp=1m,  $h^{\max} = 27\text{m}$ )
- ▶ Alçado R. Martens Ferrão: Parede Moldada (esp=0,6m,  $h^{\max} = 27\text{m}$ )

- **Contenção Periférica - Alçado R. Martens Ferrão**





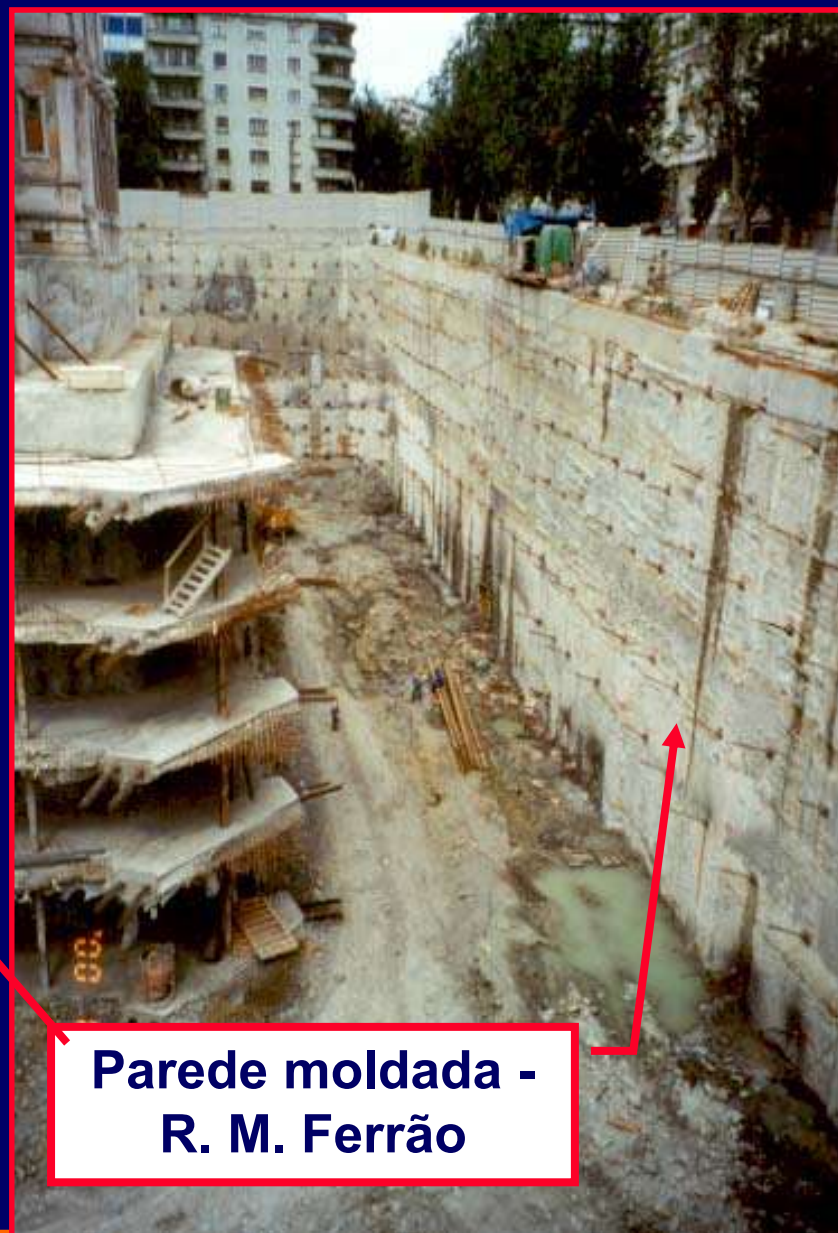
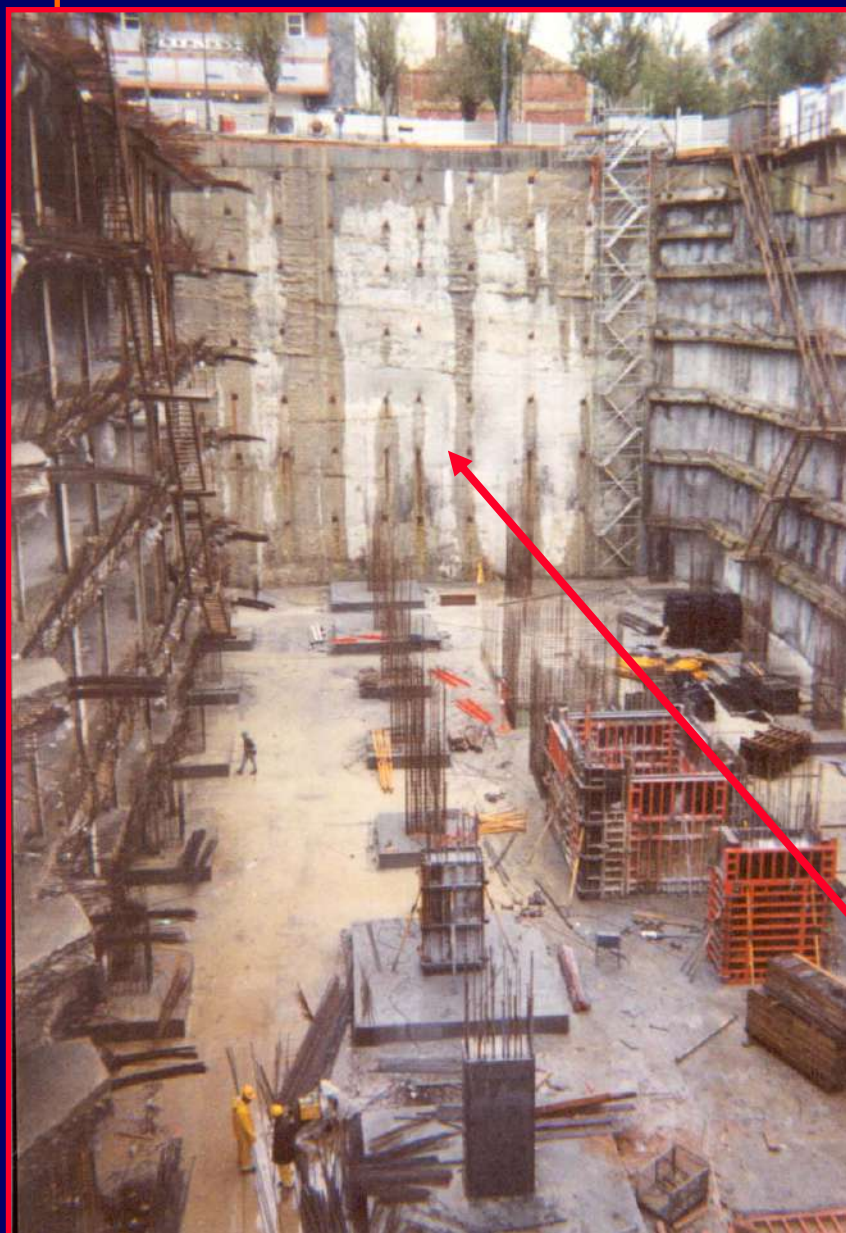
## Trabalhos de execução da parede moldada



**Negativo a incorporar na armadura das paredes moldadas, para facilitar a posterior execução das ancoragens**



## Vista geral dos trabalhos de escavação (fase final)



**Parede moldada -  
R. M. Ferrão**

## Vista dos trabalhos de escavação (fase final)



Reforço Sísmico de Fundações de Alvenaria, 26 de Outubro 2022, apinto@jetsj.com

## • Estruturas de contenção periférica exterior

### Objectivo:

- ▶ Realização da escavação para a execução dos pisos enterrados, preservando a segurança das estruturas e infraestruturas vizinhas

### Soluções:

- ▶ Alçado Av. F.P. Melo: Parede Moldada (esp=1m,  $h^{\max} = 27\text{m}$ )
- ▶ Alçado R. Martens Ferrão: Parede Moldada (esp=0,6m,  $h^{\max} = 27\text{m}$ )
- ▶ Alçado R. Sousa Martins: Cortina de Estacas ( $\text{Ø}800\text{mm} // 1,0\text{m}$ ,  $h^{\max} = 23\text{m}$ )

# • Contenção Periférica - Alçado R. Sousa Martins



**Parede moldada (0,6m esp.) - R. M. Ferrão,  
Cortina de Estacas (ø800mm af. 1,0m) - R. S. Martins**



**Cortina estacas -  
R. S. Martins**

**Parede moldada -  
R. M. Ferrão**

**Execução  
de estaca**



**Cortina de estacas**



## Vista dos trabalhos de escavação (fase final)



## • Estruturas de contenção periférica exterior

### Objectivo:

- ▶ Realização da escavação para a execução dos pisos enterrados, preservando a segurança das estruturas e infraestruturas vizinhas

### Soluções:

- ▶ Alçado Av. F.P. Melo: Parede Moldada (esp=1m,  $h^{\max} = 27\text{m}$ )
- ▶ Alçado R. Martens Ferrão: Parede Moldada (esp=0,6m,  $h^{\max} = 27\text{m}$ )
- ▶ Alçado R. Sousa Martins: Cortina de Estacas ( $\text{Ø}800\text{mm} // 1,0\text{m}$ ,  $h^{\max} = 23\text{m}$ )
- ▶ Largos das Palmeiras e Andaluz: Contenção “Munique” (esp=0,35m,  $h^{\max} = 18\text{m}$ )

- **Contenção Periférica - Alçado Largos das Palmeiras e Andaluz**



▶ Contenção tipo “MunIQUE”, apoiada em microestacas (esp=0,35m,  $h^{\max} = 18\text{m}$ )

**Cortina de Estacas (ø800mm af. 1,0m) - R. S. Martins**  
**Cont. “Munique” (0,35m esp.) - Largos Palmeiras e Andaluz**

**Cortina estacas -  
R. S. Martins**



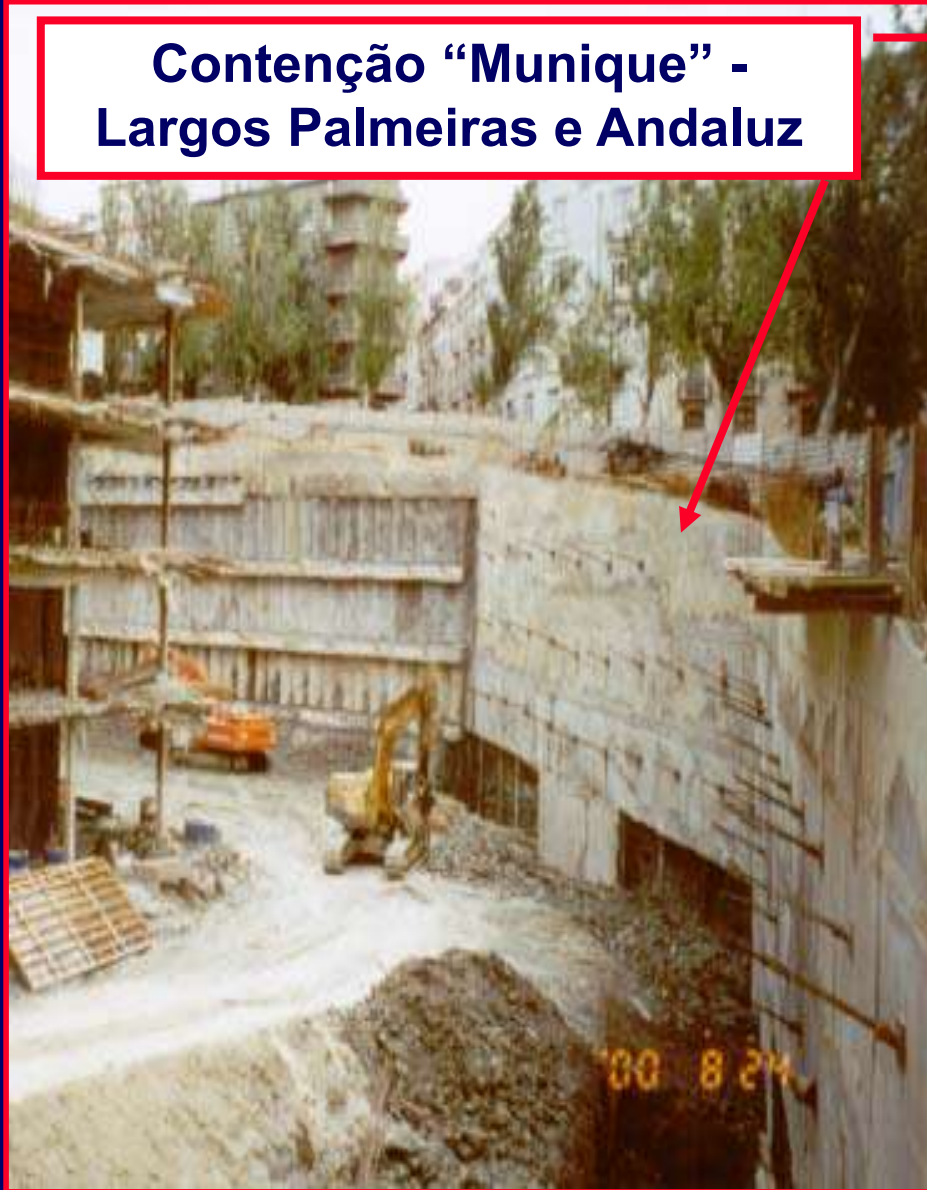
**Contenção “Munique” - Largos  
Palmeiras e Andaluz**

## Vista dos trabalhos de escavação (fase final)



## Vista dos trabalhos de escavação (fase final)

**Contenção “MunIQUE” -  
Largos Palmeiras e Andaluz**



## • Estrutura em torno do Palácio

### Objectivo:

- ▶ Execução de pisos enterrados para travamento definitivo das fundações do Palácio e das paredes das contenções periféricas

## • Estrutura em torno do Palácio

### Objectivo:

- ▶ Execução de pisos enterrados para travamento definitivo das fundações do Palácio e das paredes das contenções periféricas

### Solução:

- ▶ Lajes fungiformes aligeiradas, compatibilizadas, com os condicionamentos determinados pelas várias especialidades (ex: vigas de cintagem)



**Dezembro 2000**



**Dezembro 2000**



**Março 2001**



**Dezembro 2000**



**Março 2001**



**Abril 2001**



## Execução das lajes dos pisos em torno do Palácio

Abril 2001



Abril 2001



# Execução das lajes dos pisos em torno do Palácio



Maio 2001

## Demolição pontual das vigas de cintagem



## Ligação geral das lajes às vigas de cintagem



## • Galeria sob o Palácio

### Objectivo:

- ▶ Execução de escavação para para construção de espaços de comunicação entre áreas comerciais (nível sup.) e zona técnica (nível inf.)



## • Galeria sob o Palácio


### **Objectivo:**

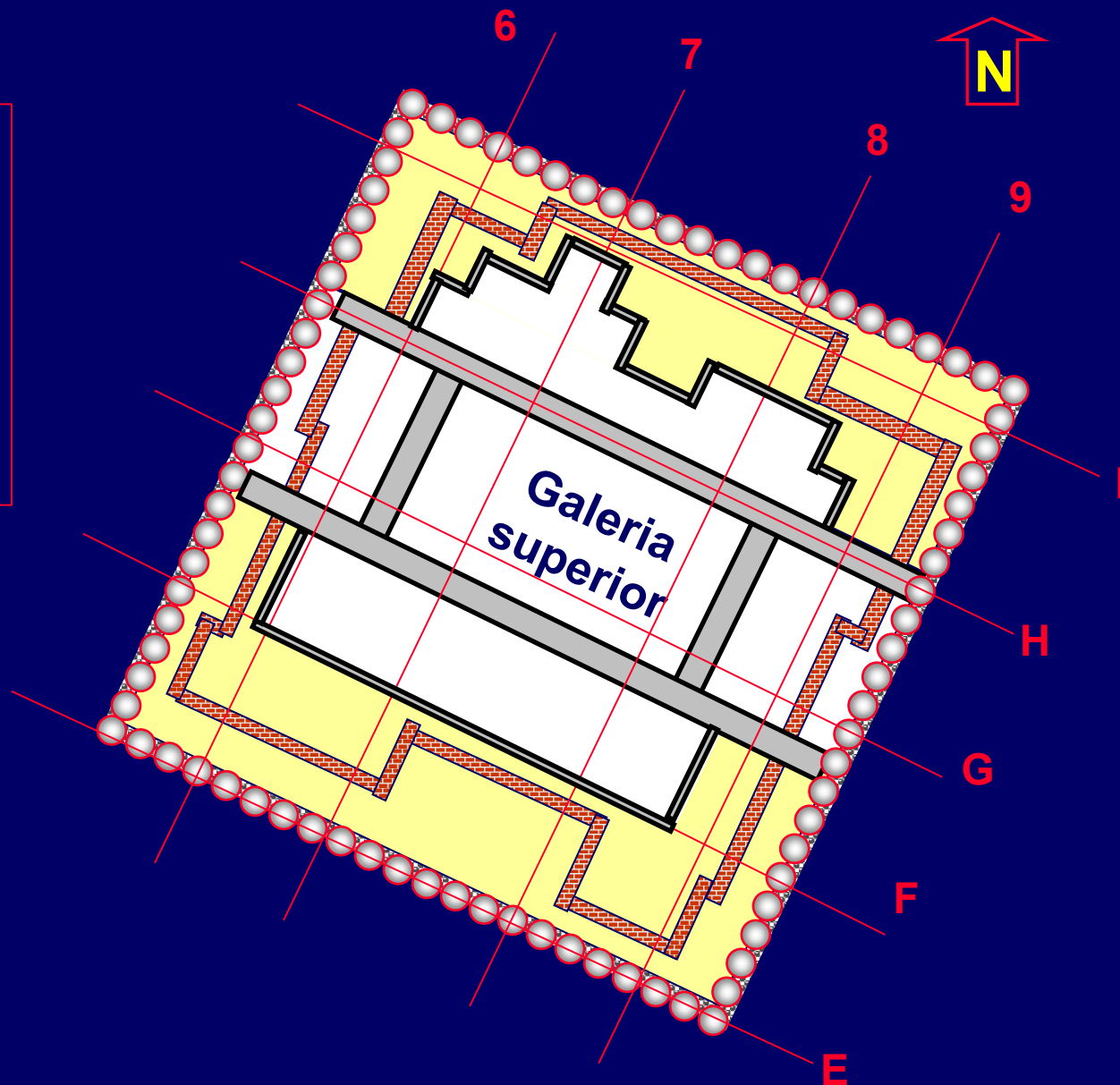
- ▶ **Execução de escavação para para construção de espaços de comunicação entre áreas comerciais (nível sup.) e zona técnica (nível inf.)**

### **Solução:**

- ▶ **Pilares de betão armado para apoio da grelha de vigas, sempre que possível envolvendo as microestacas utilizadas no recalçamento**
- ▶ **Paredes executadas ao abrigo da tecnologia tipo “Munique”: painéis de betão armado apoiados nas microestacas de recalçamento**

# Galeria superior sob o Palácio

 Zona escavada para a construção da galeria superior



## Início da escavação da galeria superior sob o Palácio

Grelha de vigas

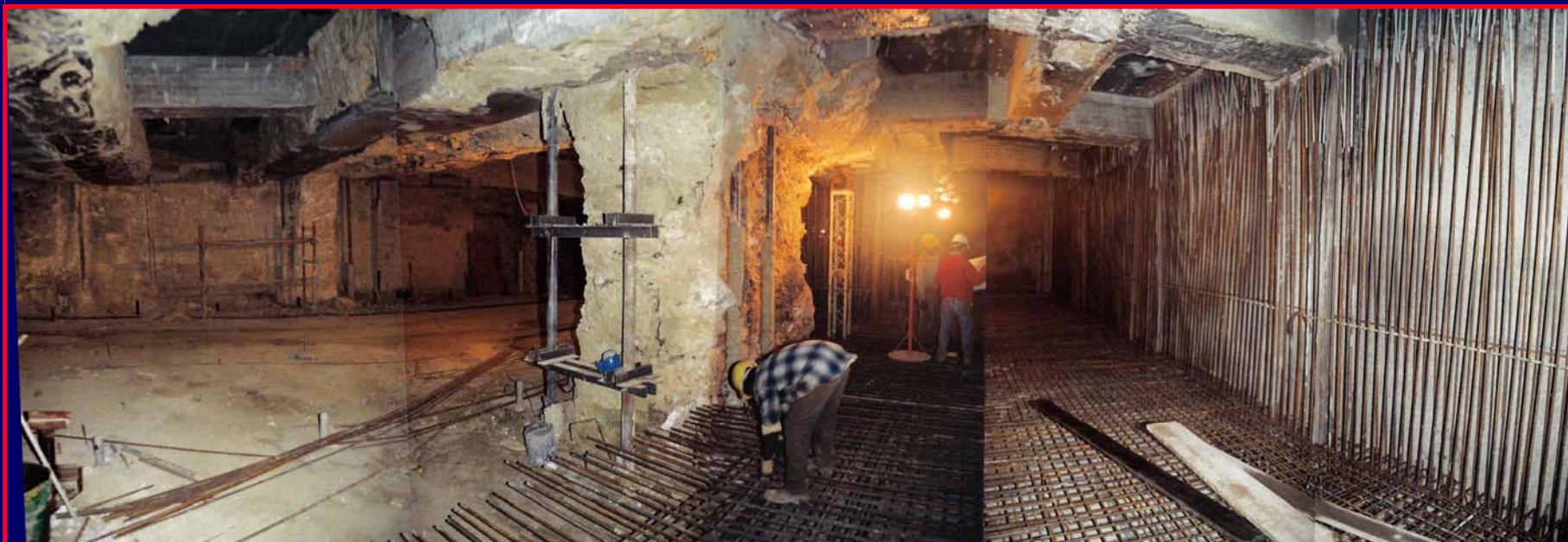
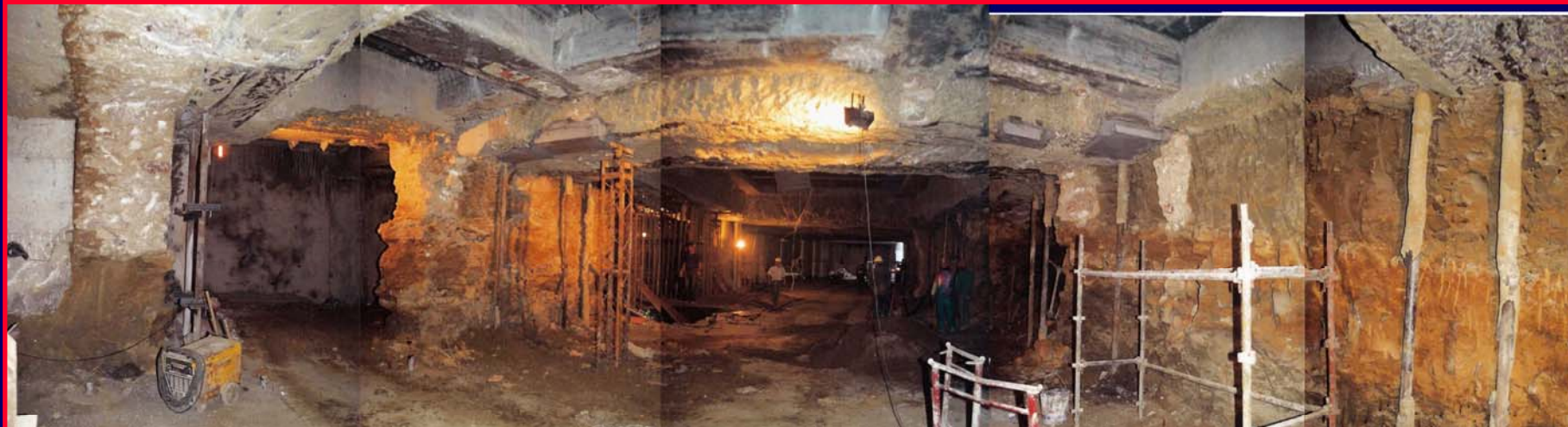
Setembro 2001



# Escavação da galeria superior sob o Palácio



## Fases da escavação da galeria superior sob o Palácio



**Microestacas  
recalçamento**



## Execução das paredes da galeria superior sob o Palácio



# Escavação da galeria superior sob o Palácio



**Microestacas**

**Grelha de vigas**



## Microestacas de recalçamento e pilares definitivos




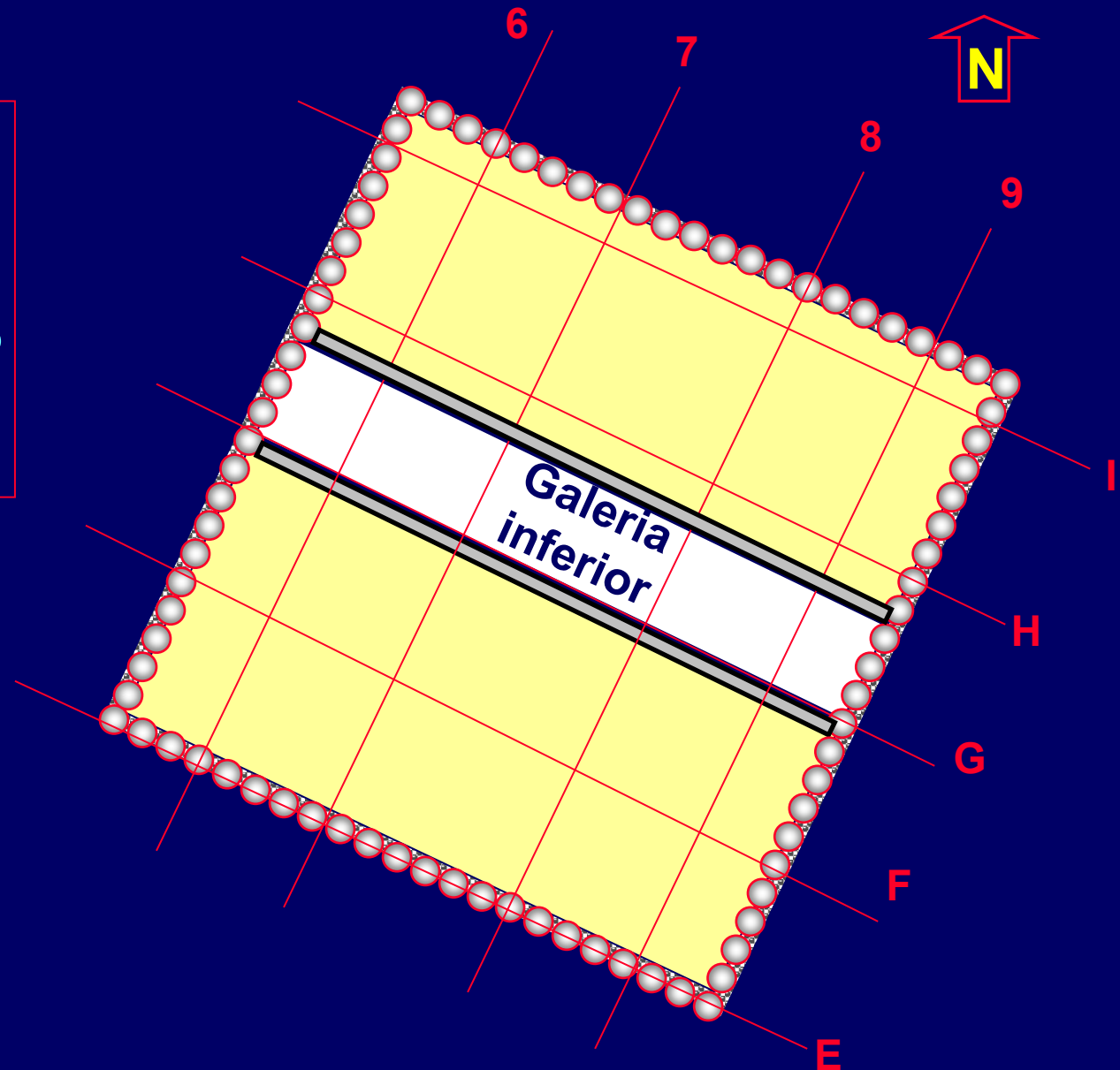
## Final da escavação da galeria superior sob o Palácio



Janeiro 2002

# Galeria inferior sob o Palácio

 Zona escavada para a construção da galeria inferior



# Escavação da galeria inferior sob o Palácio



**Escoramentos na  
viga de coroamento**

**Pilares  
definitivos**

# • Remodelação e Reabilitação do Palácio

## Objectivo:

- ▶ Reabilitação de fachadas e paredes interiores
- ▶ Remodelação e reabilitação de pavimentos
- ▶ Remodelação e reabilitação da cobertura

# • Remodelação e Reabilitação do Palácio

## Objectivo:

- ▶ Reabilitação de fachadas e paredes interiores
- ▶ Remodelação e reabilitação de pavimentos
- ▶ Remodelação e reabilitação da cobertura

## Solução:

- ▶ **Fachadas:** intervenções ao nível de carpintarias, cantarias e serralharias
- ▶ **Paredes interiores:** reforço face à acção sísmica com recurso a panos de betão armado confinados
- ▶ **Pavimentos:** substituição por laje em betão leve ou reforço com vigas em betão leca
- ▶ **Cobertura:** laje de betão leca e vigas metálicas

## Reabilitação das Paredes Interiores



**Malha  
electrosoldada**

# Reabilitação das Fachadas



**Pórtico  
Norte**



# Reabilitação das Fachadas



**Fachada e  
Escadas Poente**

# Remodelação e Reabilitação dos Pavimentos



**Vigas de  
betão leve**



**Laje em  
betão leve**

## Remodelação e Reabilitação da cobertura



**Perfis metálicos  
para apoio da laje**

# Remodelação e Reabilitação da cobertura



**Laje em  
betão leve**

# ÍNDICE



**Introdução**



**Principais Condicionamentos**



**Soluções Adoptadas**



**Plano de Instrumentação e Observação**

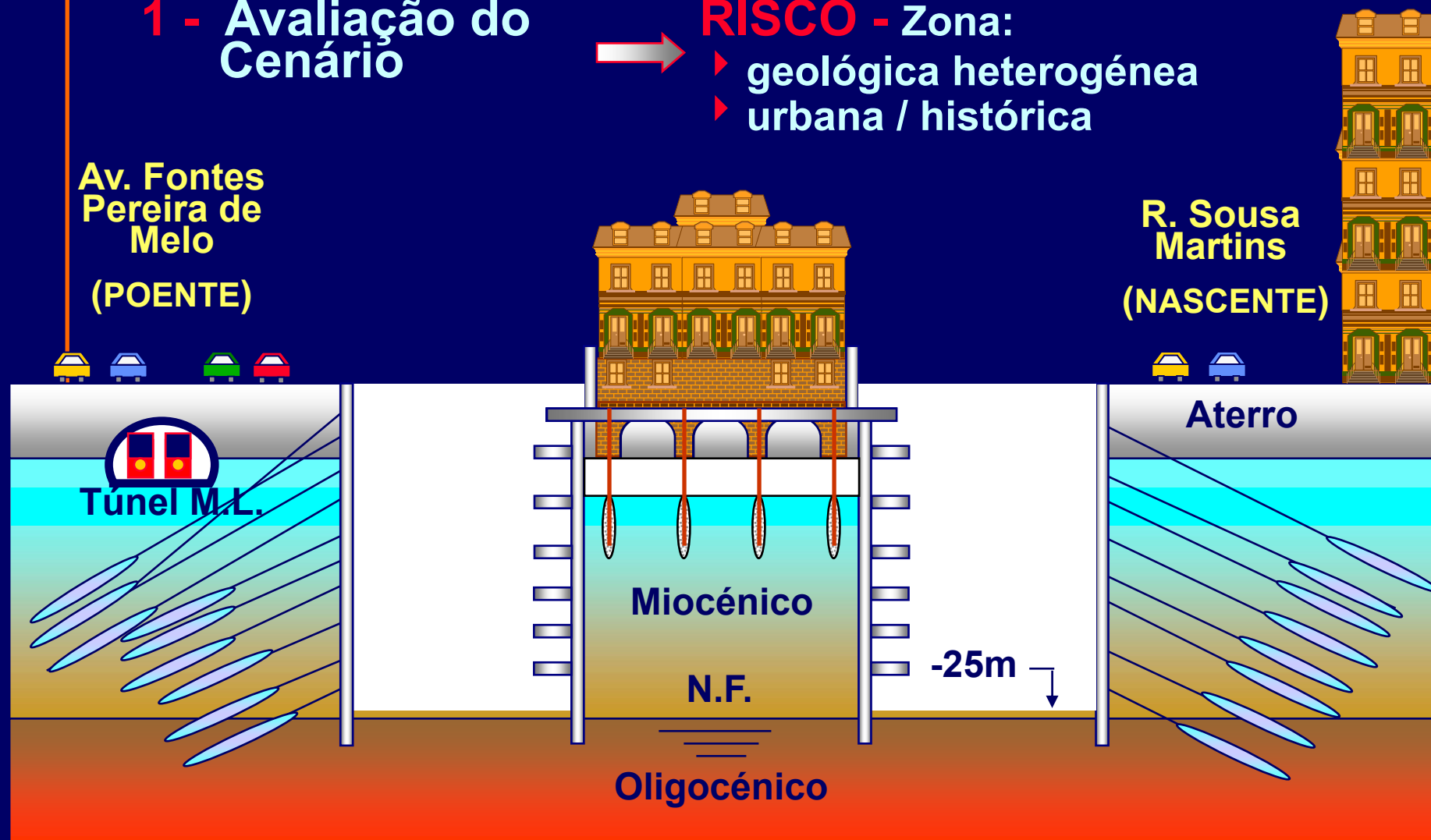
**Considerações Finais**

# Plano de Instrumentação e Observação

## 1 - Avaliação do Cenário

→ **RISCO** - Zona:

- ▶ geológica heterogénea
- ▶ urbana / histórica



# • Plano de Instrumentação e Observação

**2 - Movimentos  
previstos para  
cada zona**

→ **Seleccção de instrumentação  
(não dispensa observação visual)**

**Leitura da mesma grandeza  
através de aparelhos diferentes**

- ▶ **ZONA 1** - Contenção periférica exterior: 7 alinhamentos
- ▶ **ZONA 2** - Edifícios vizinhos
- ▶ **ZONA 3** - Edifício do Palácio: 4 alçados e galeria
- ▶ **ZONA 4** - Túnel do M.L.: 9 secções

# • Plano de Instrumentação e Observação

## 2 - Movimentos previstos

### Zona 1

### → Selecção de instrumentação

#### ▶ Contenção exterior: 7 alinhamentos

▶ Edifícios e arruamentos vizinhos

▶ Edifício do Palácio: 4 alçados

▶ Túnel do M.L.: 9 secções

▶ Inclínómetros



Movimentos horizontais

▶ Alvos Topográficos



Movimentos tridimensionais

▶ Células de Carga



Variação do pré-esforço

▶ Ensaio de Carga



Validação das cargas nas ancoragens

▶ Piezómetros

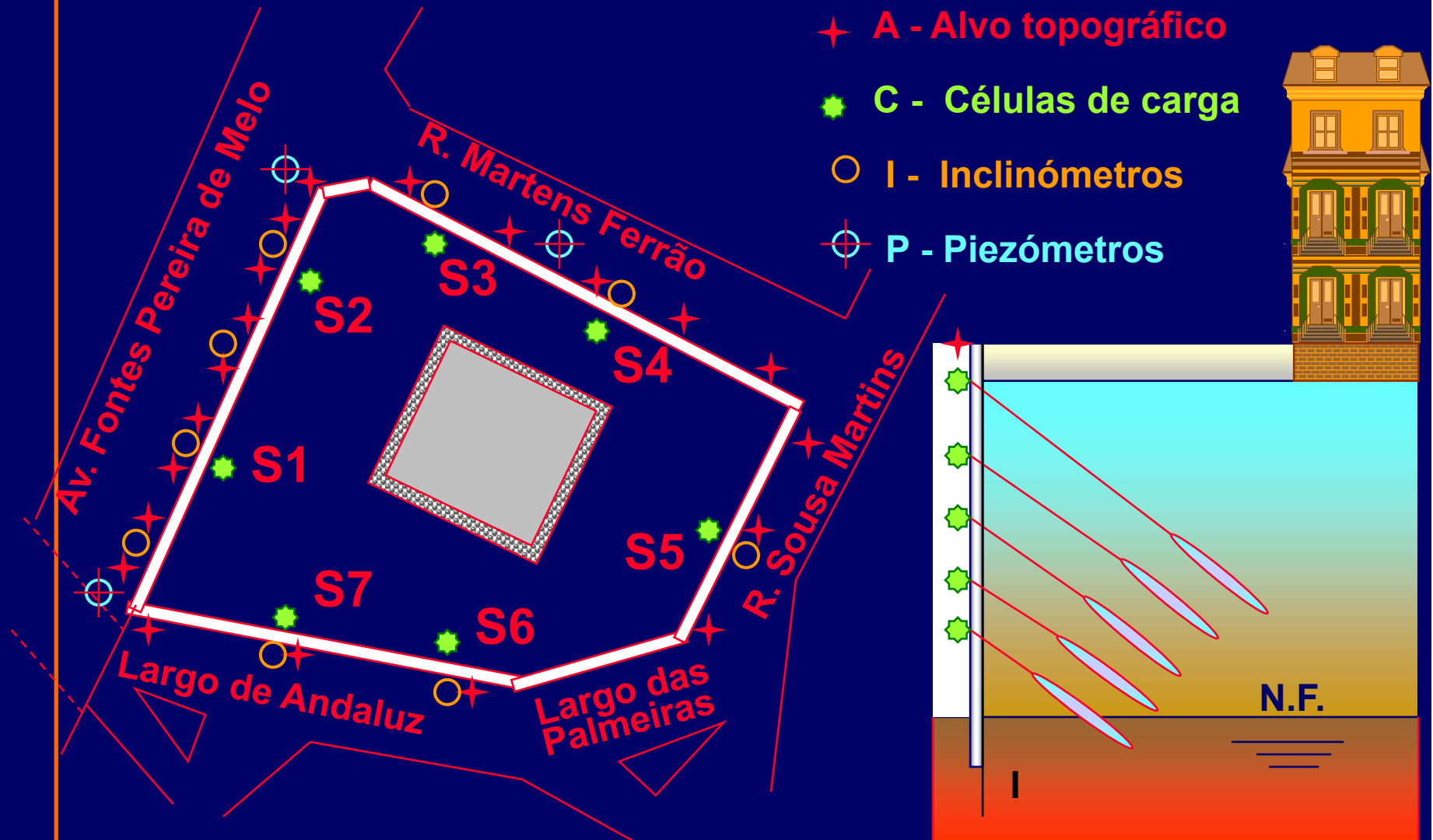


Variação do nível freático



# • Plano de Instrumentação e Observação

## Zona 1: Contenção exterior - 7 alinhamentos



- **Plano de Instrumentação e Observação**

## Zona 1: Contenção exterior - 7 alinhamentos



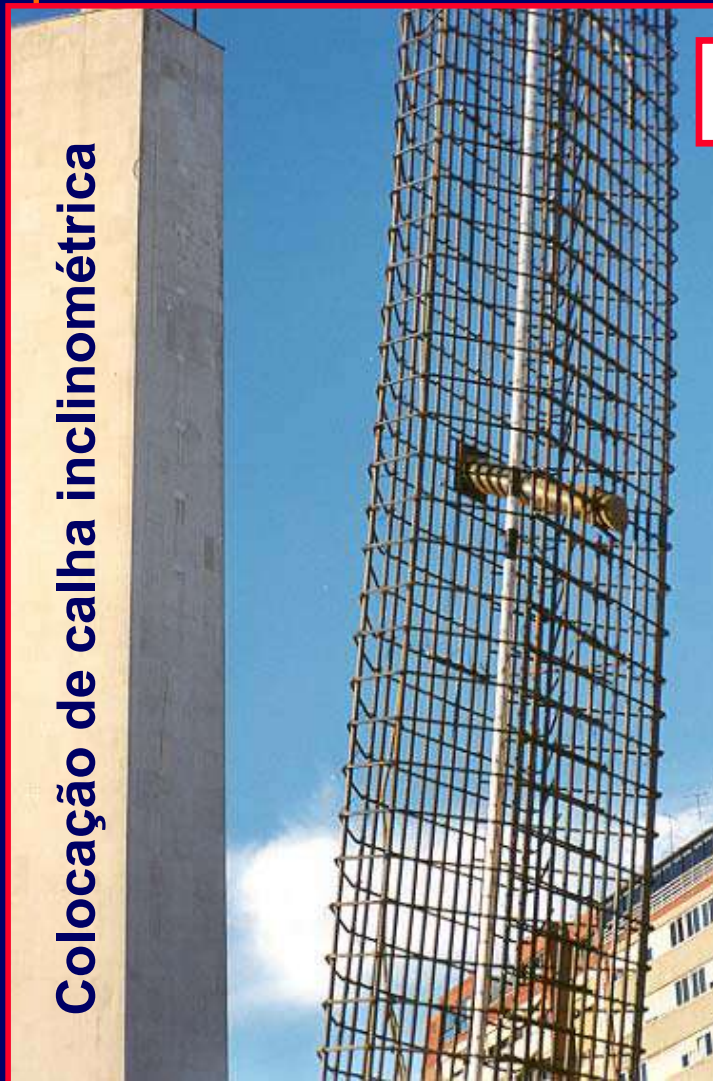
**Montagem de calha inclinométrica**

**Colocação de calha  
inclinométrica no interior da  
gaiola de armaduras da barreta**



- **Plano de Instrumentação e Observação**

## Zona 1: Contenção exterior - 7 alinhamentos



Alvo topográfico



# • Plano de Instrumentação e Observação

## Zona 1: Contenção exterior - 7 alinhamentos



**Furação para  
instalação de  
piezômetro**



**Célula de carga eléctrica**

- **Plano de Instrumentação e Observação**

## Zona 1: Contenção exterior - 7 alinhamentos



- **Plano de Instrumentação e Observação**

## Zona 1: Contenção exterior - 7 alinhamentos



**Leitura de  
inclinómetro**

# • Plano de Instrumentação e Observação

## 2 - Movimentos previstos

### Zona 2

## ⇒ Selecção de instrumentação

- ▶ Contenção exterior: 7 alinhamentos
- ▶ Edifícios e arruamentos vizinhos
- ▶ Edifício do Palácio: 4 alçados
- ▶ Túnel do M.L.: 9 secções

▶ Alvos Topográficos



Movimentos tridimensionais

▶ Marcas/ Réguas topográficas



Movimentos verticais

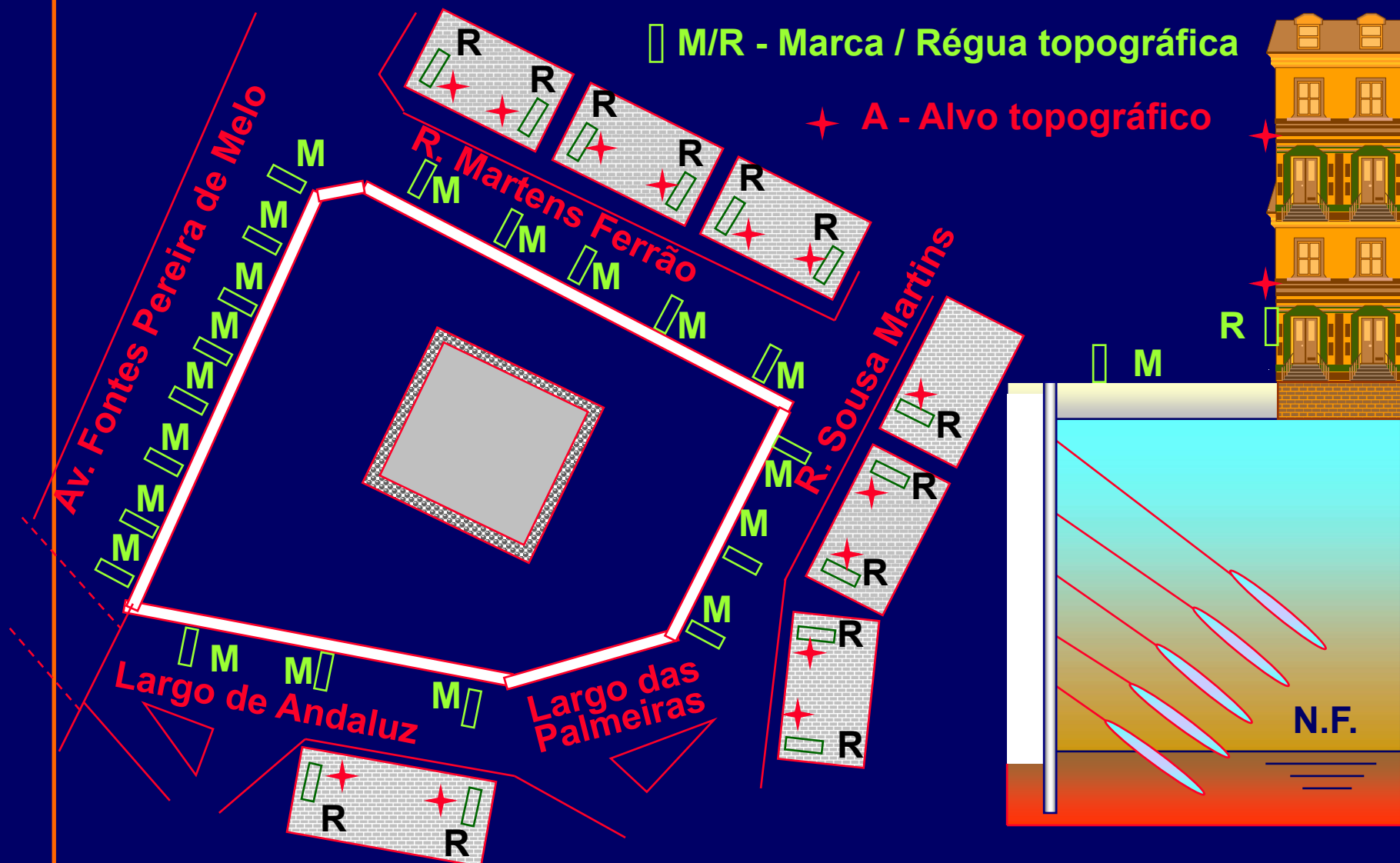
▶ Fissurómetros



Controle de evolução de fissuras

# • Plano de Instrumentação e Observação

## Zona 2: Edifícios e arruamentos vizinhos





- **Plano de Instrumentação e Observação**

## Zona 2: Edifícios e arruamentos vizinhos



**Régua topográfica em  
fachada de edifício**

# • Plano de Instrumentação e Observação

## 2 - Movimentos previstos

### → Selecção de instrumentação

- ▶ Contenção exterior: 7 alinhamentos
- ▶ Edifícios e arruamentos vizinhos
- ▶ **Edifício do Palácio: 4 alçados**
- ▶ Túnel do M.L.: 9 secções

### Zona 3

▶ **Inclinómetros**



**Movimentos horizontais na contenção**

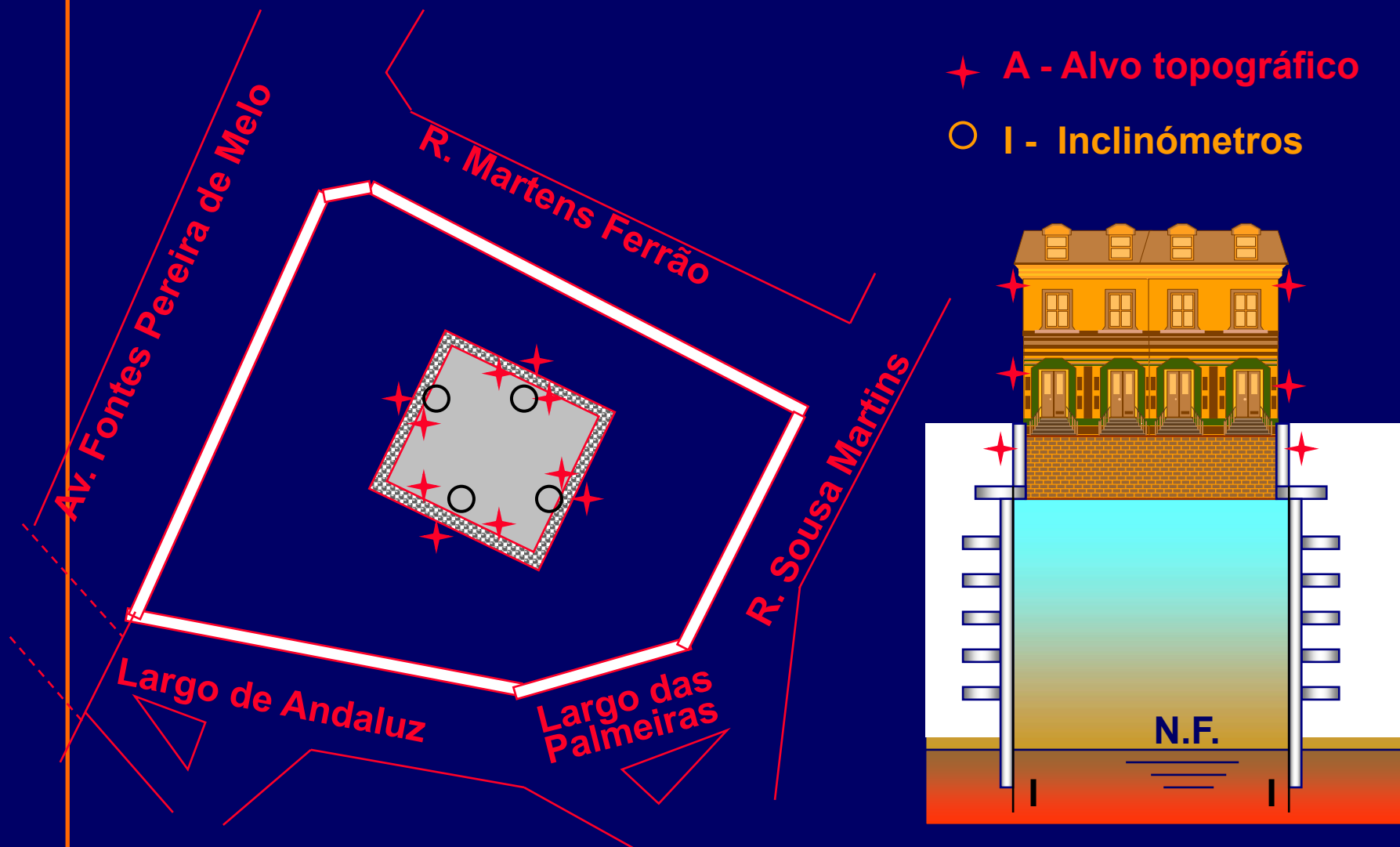
▶ **Alvos Topográficos**



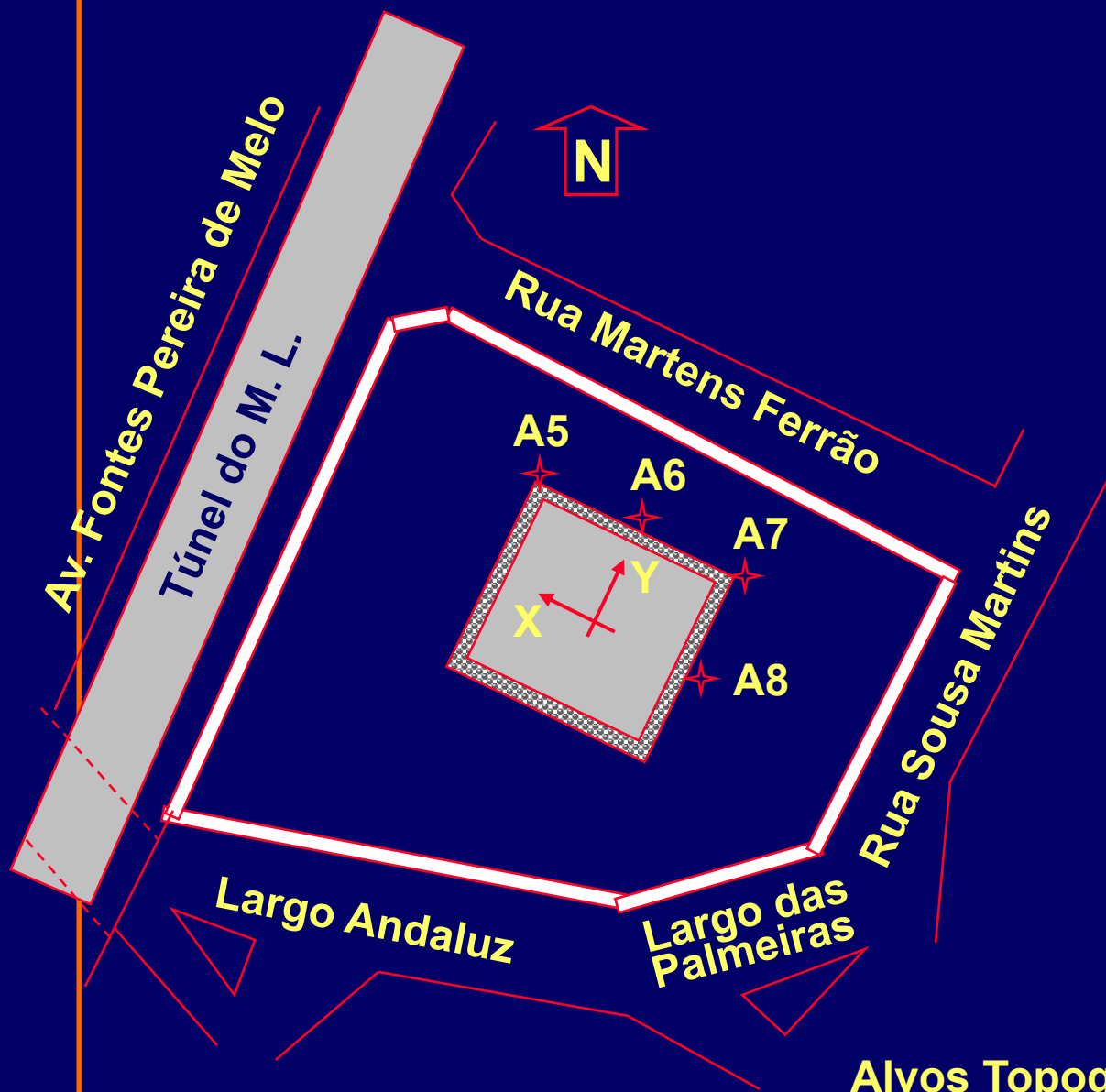
**Movimentos tridimensionais no edifício e coroamento da contenção**

# • Plano de Instrumentação e Observação

## Zona 3: Edifício do Palácio - 4 alçados

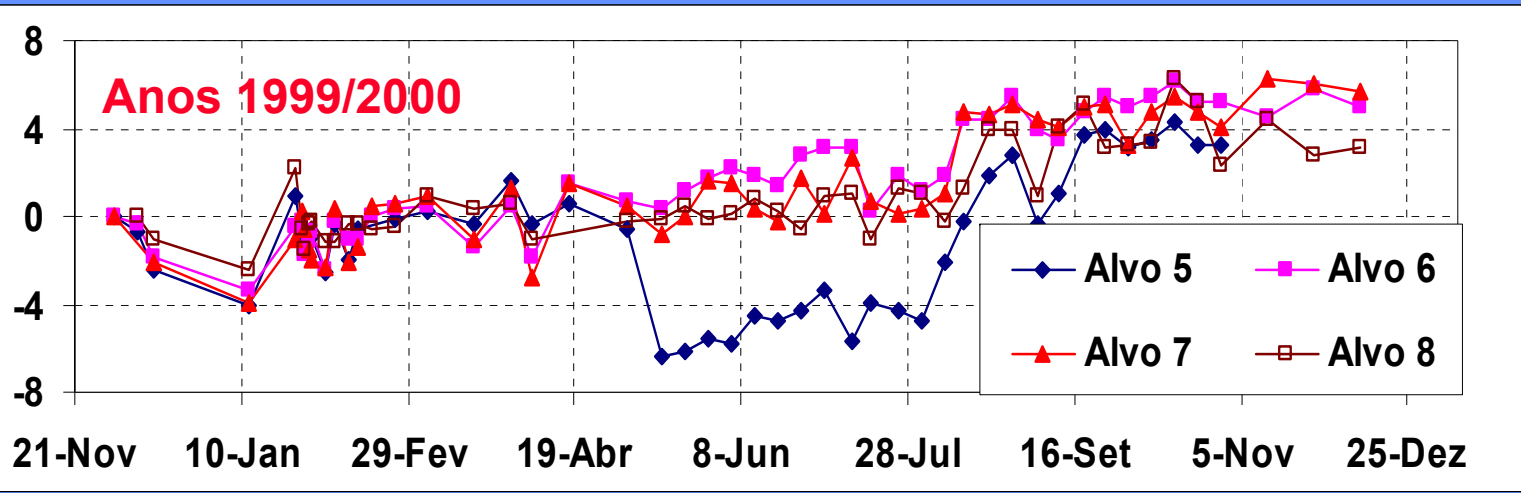


# Zona 3: Edifício do Palácio - 4 alçados

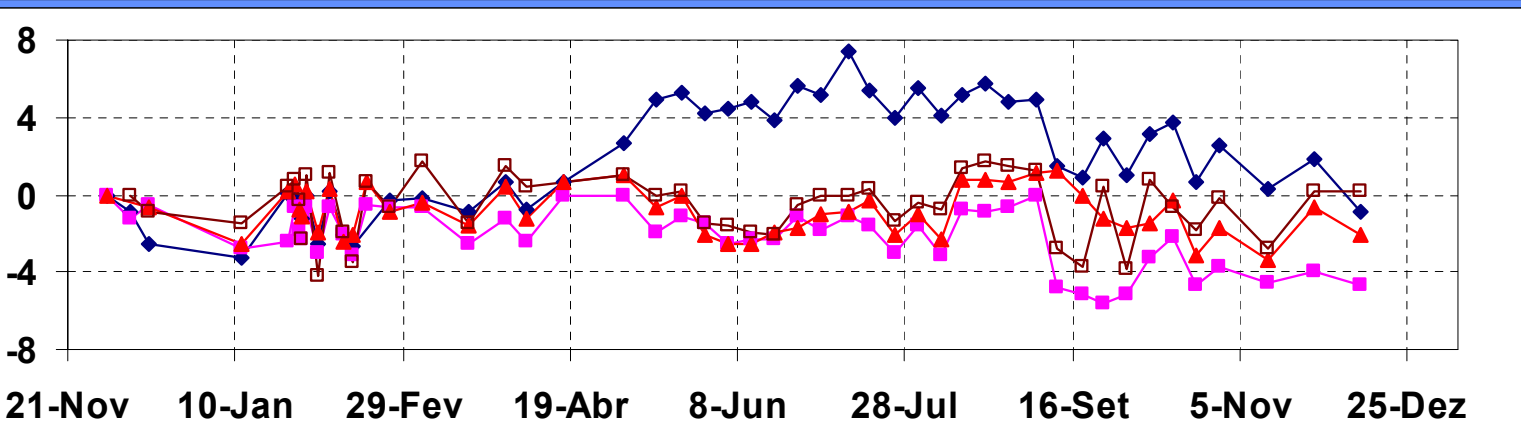


Alvos Topográficos  
(viga de coroamento)

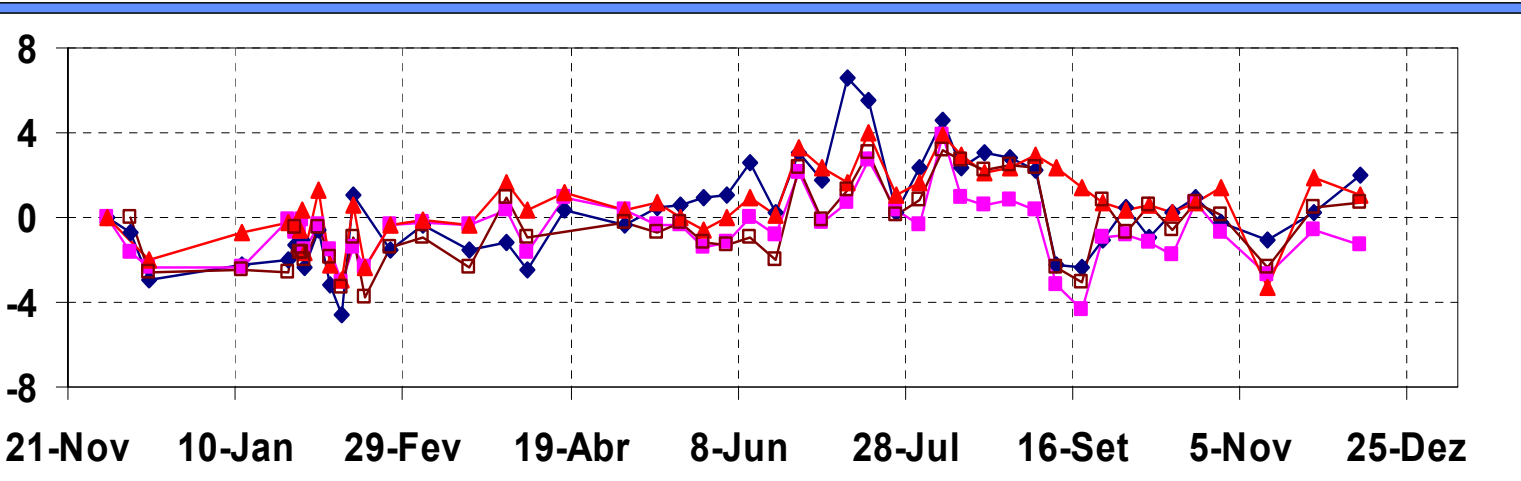
$D_x$   
[ $\times 10^{-3}m$ ]



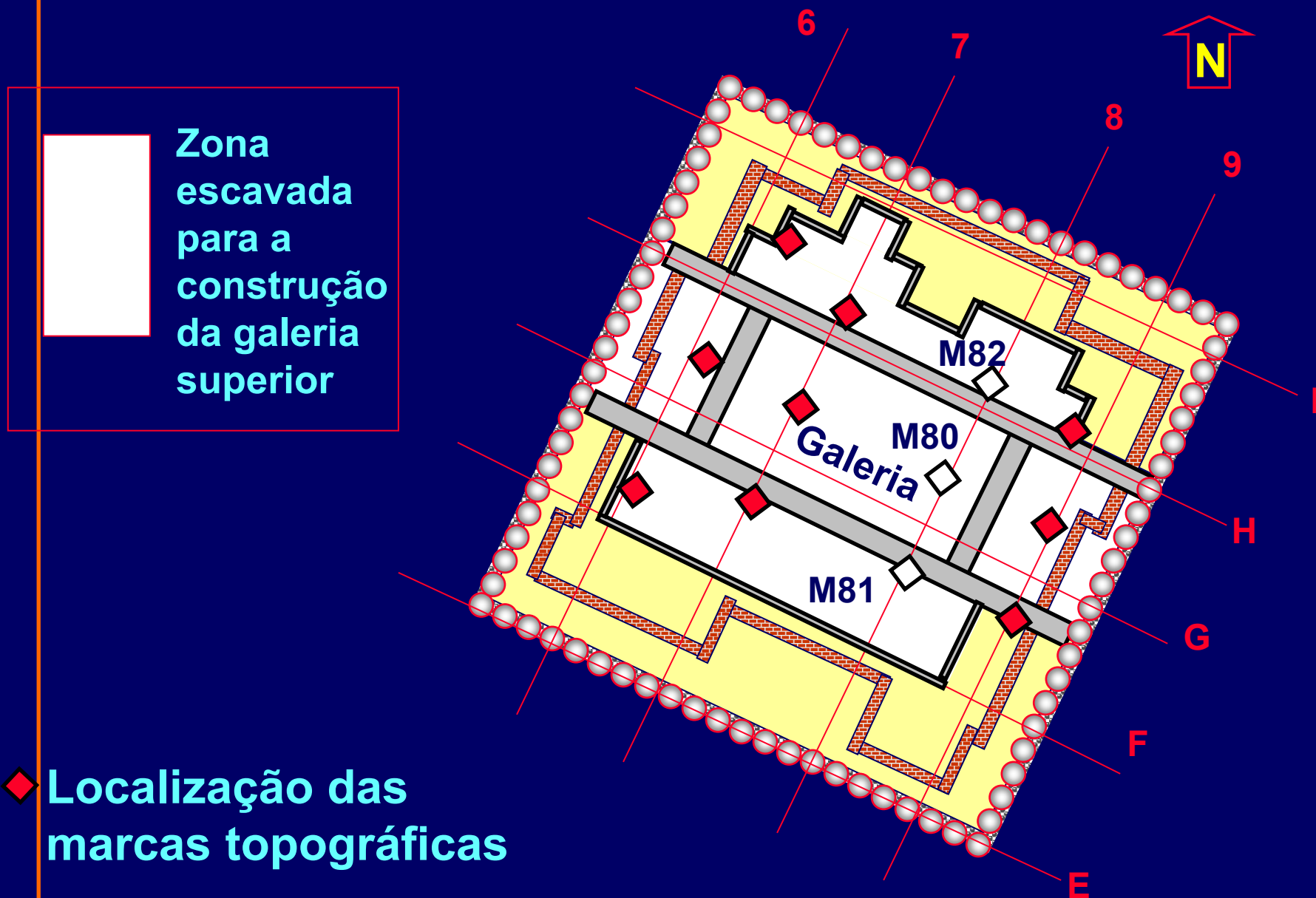
$D_y$   
[ $\times 10^{-3}m$ ]



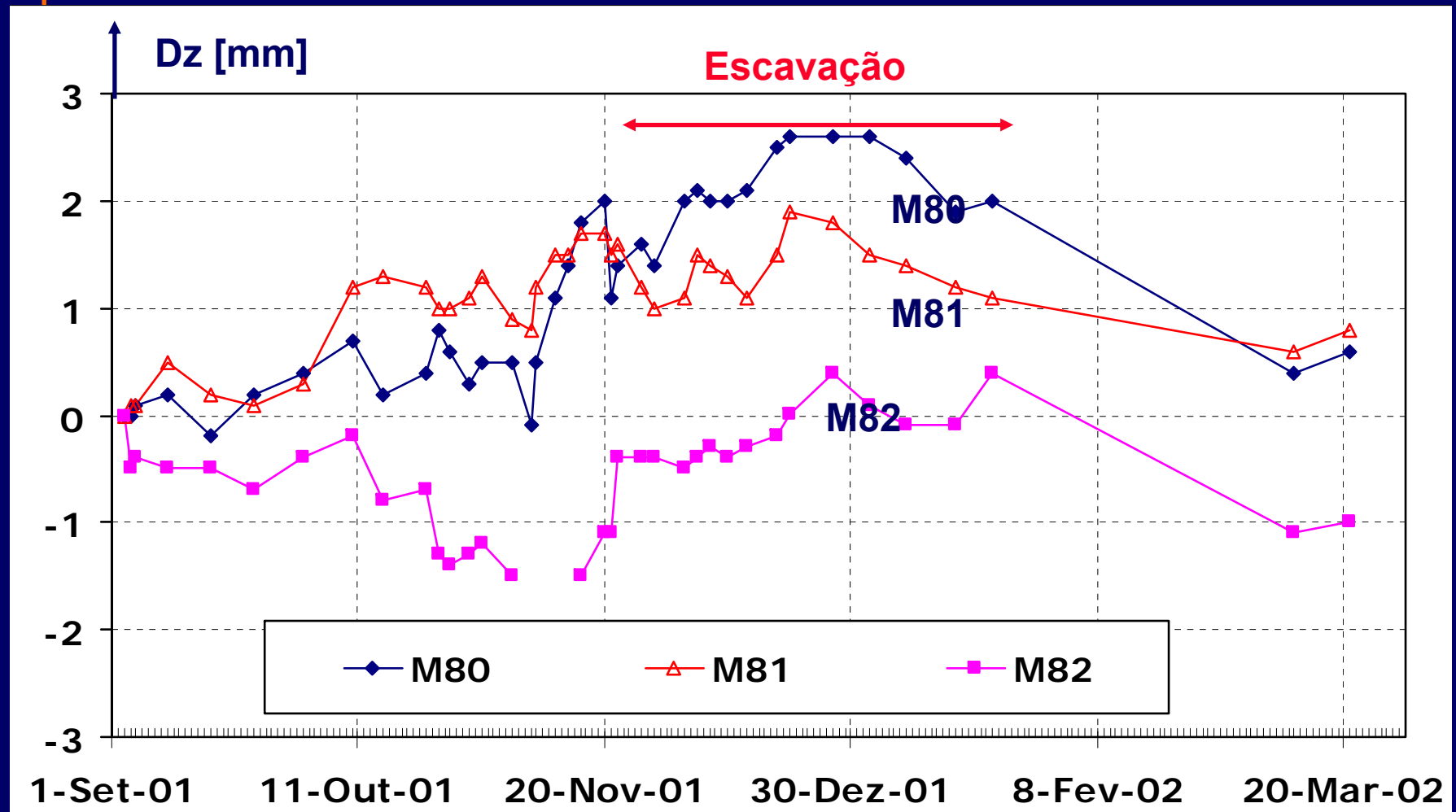
$D_z$   
[ $\times 10^{-3}m$ ]



## Zona 3: Edifício do Palácio - Galeria Superior



# Marcas topográficas no tecto da galeria superior



Tempo

# • Plano de Instrumentação e Observação

## 2 - Movimentos previstos

### → Seleção de instrumentação

- ▶ Contenção exterior: 7 alinhamentos
- ▶ Edifícios e arruamentos vizinhos
- ▶ Edifício do Palácio: 4 alçados

### Zona 4

- ▶ Túnel do M.L.: 9 secções

▶ Alvos Topográficos



Medição de convergências e deslocamentos absolutos

▶ Marcas Topográficas

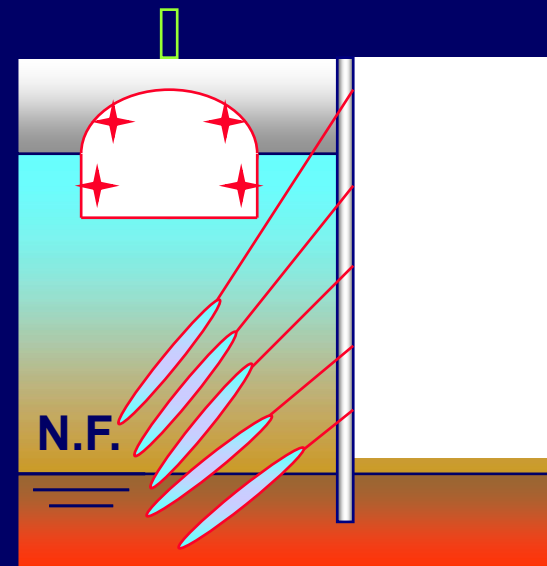


Movimentos verticais



# • Plano de Instrumentação e Observação

## Zona 4: Túnel do M.L. - 9 secções



# • Plano de Instrumentação e Observação

## Zona 4: Túnel do M.L. - 9 secções

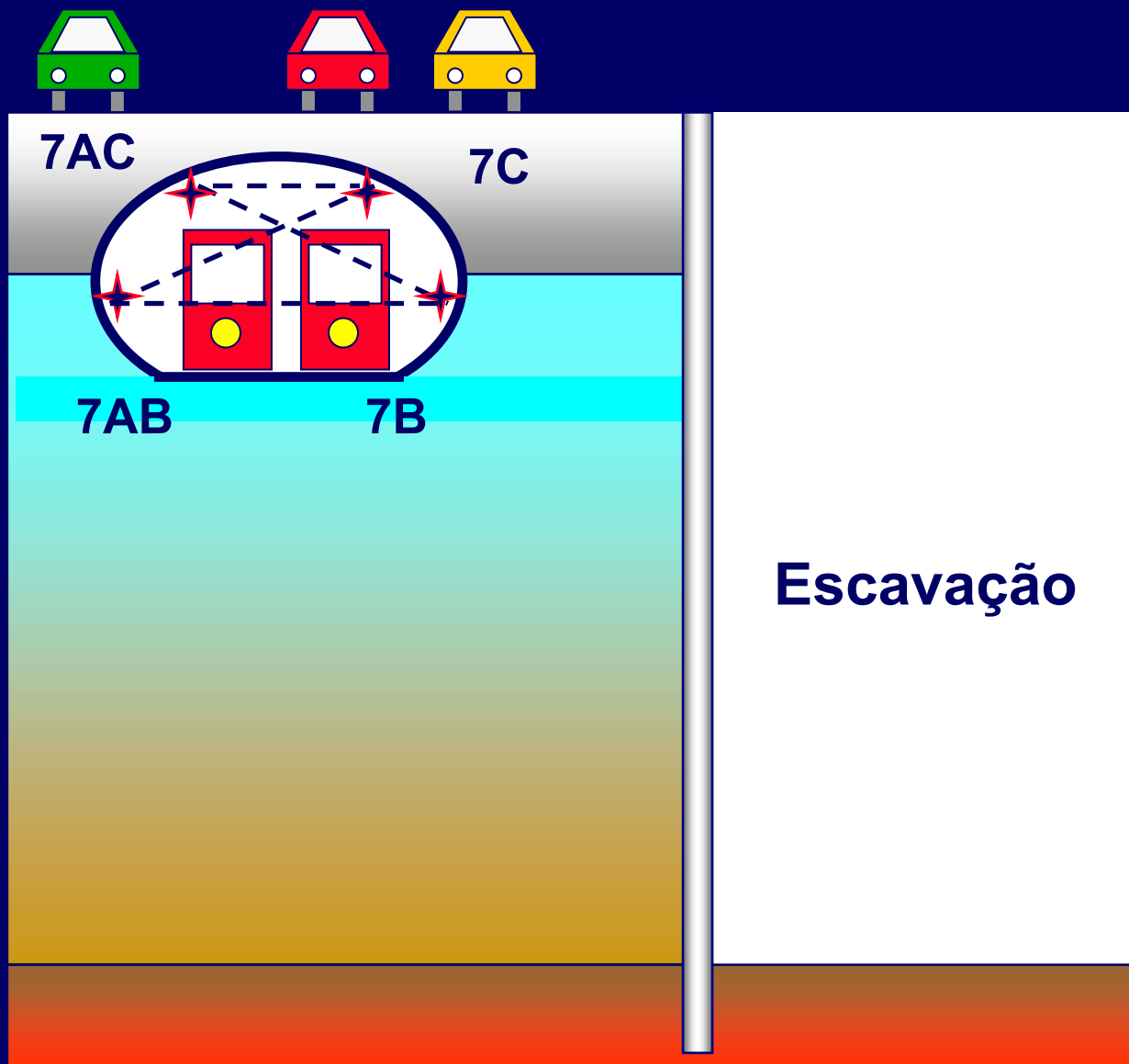


**Leitura de  
convergências**

**Marca topográfica**



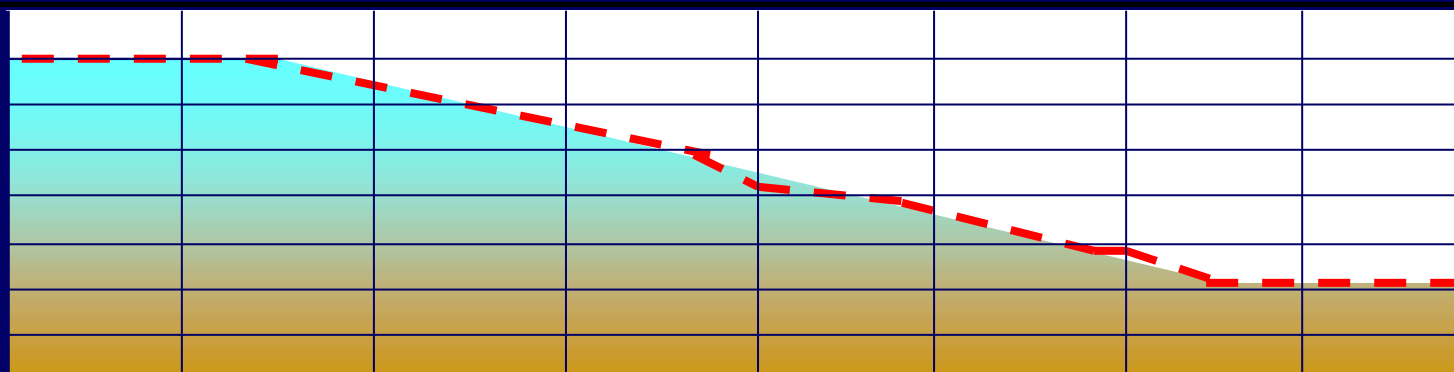
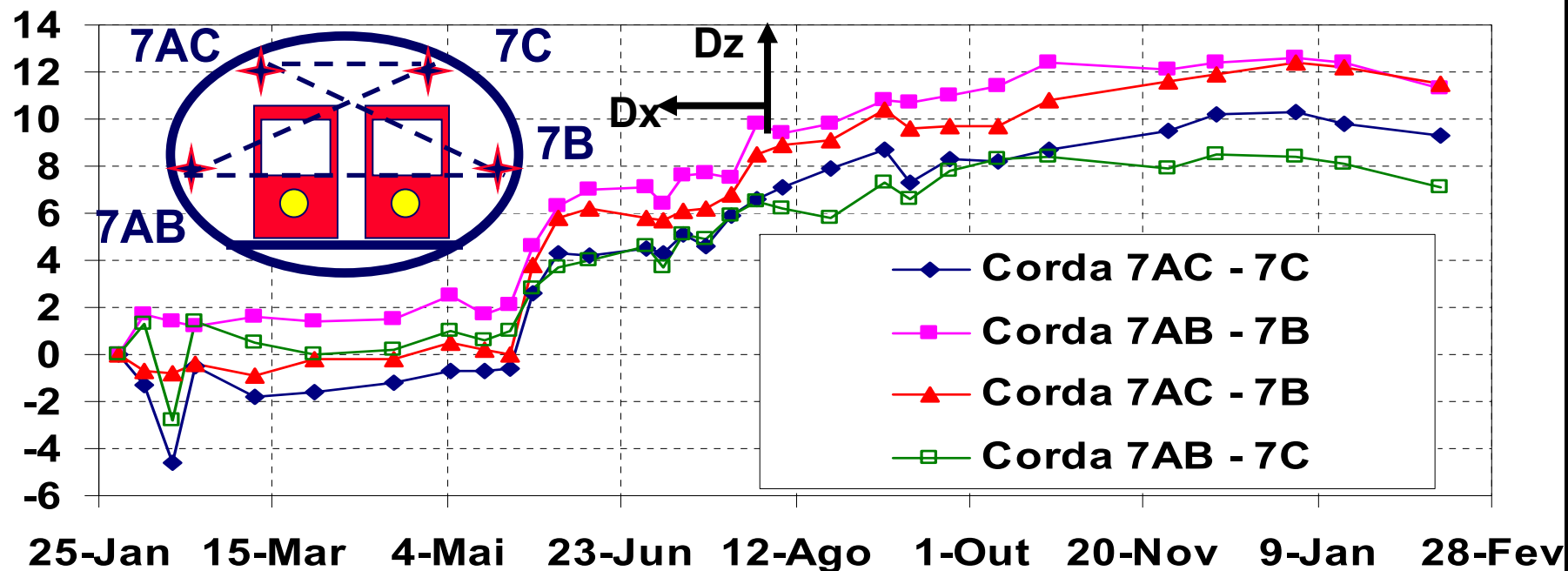
# Localização dos alvos topográficos



**4 Alvos topográficos / 4 secção**



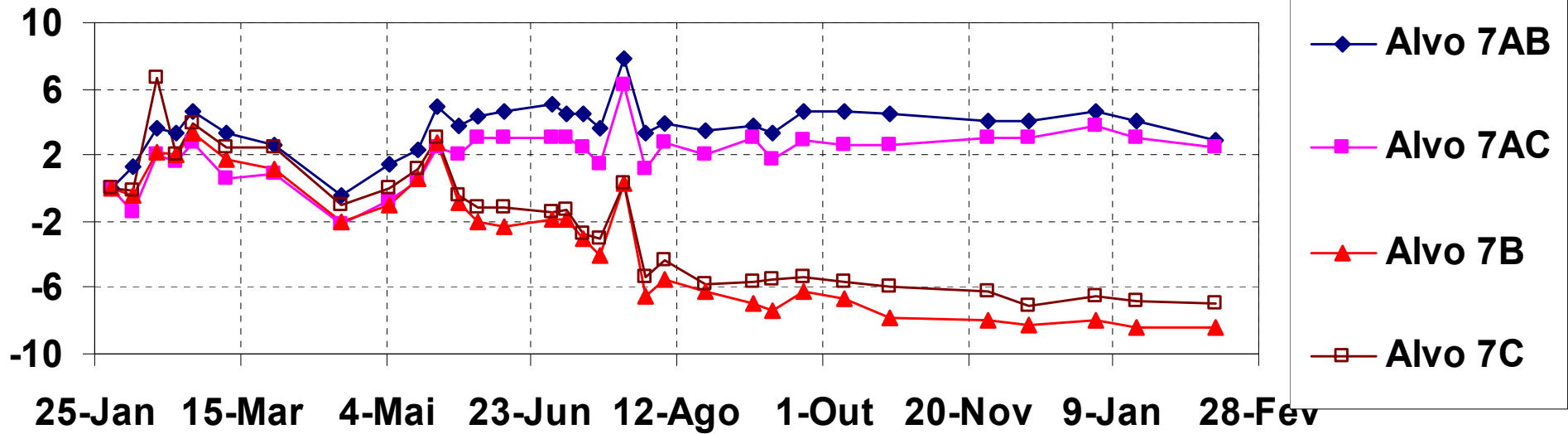
## Secção 7 - Dx [mm]



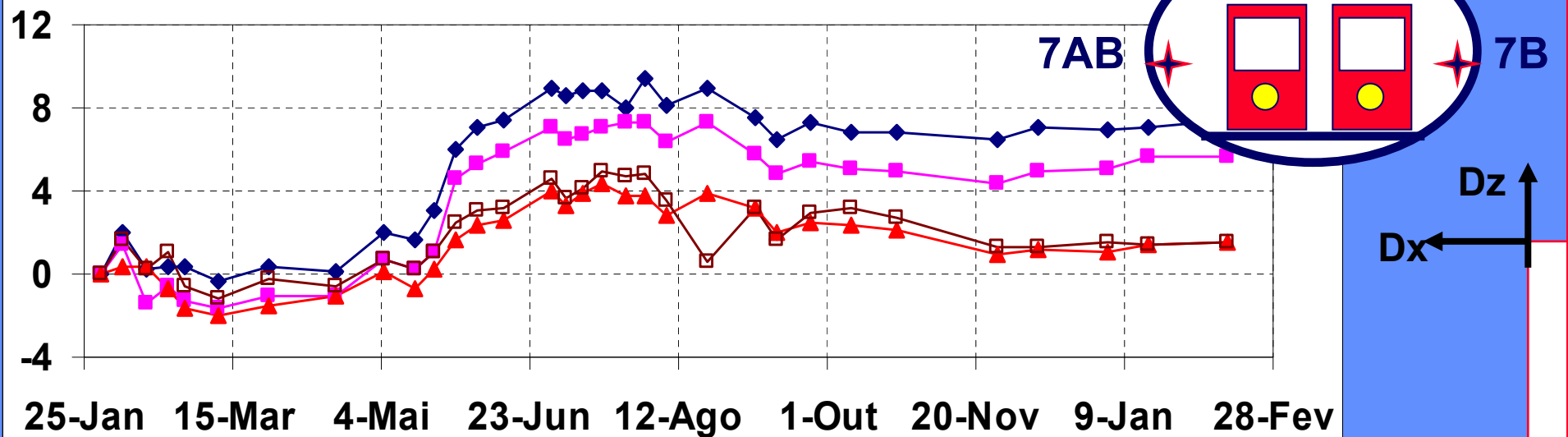
Março Abril Maio Junho Julho Agosto Set. Out. Nov. 2000

— Evolução da profundidade média da escavação - alçado Av. F. P. Melo

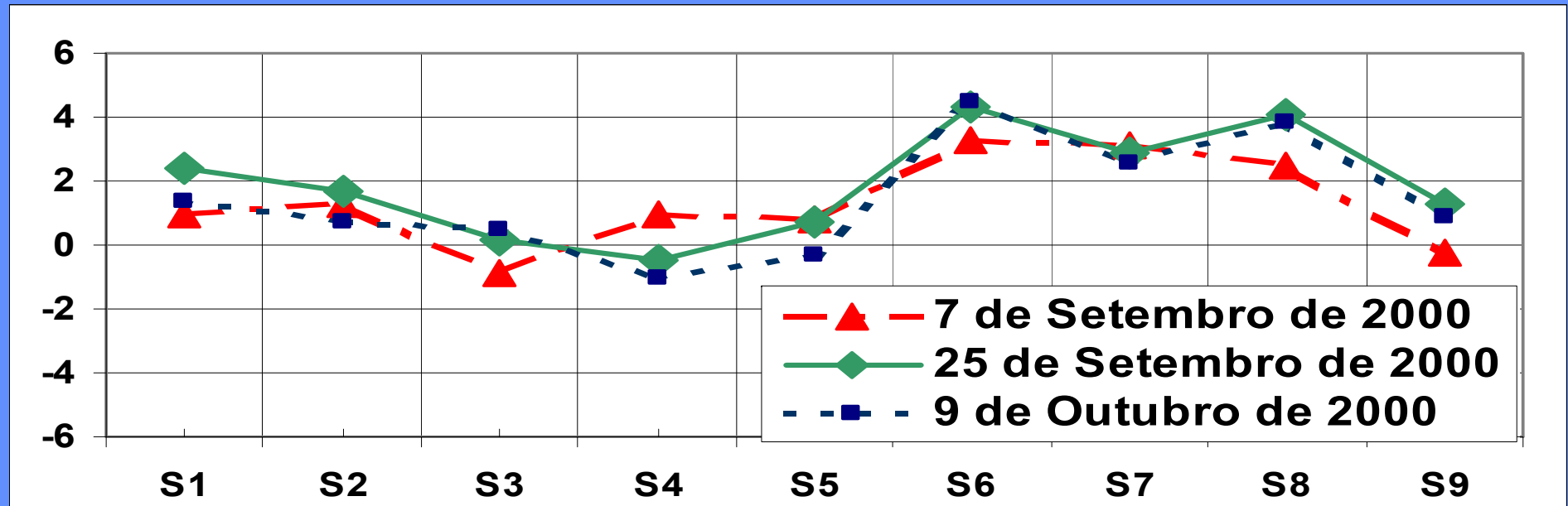
## Secção 7 - Dx [mm]



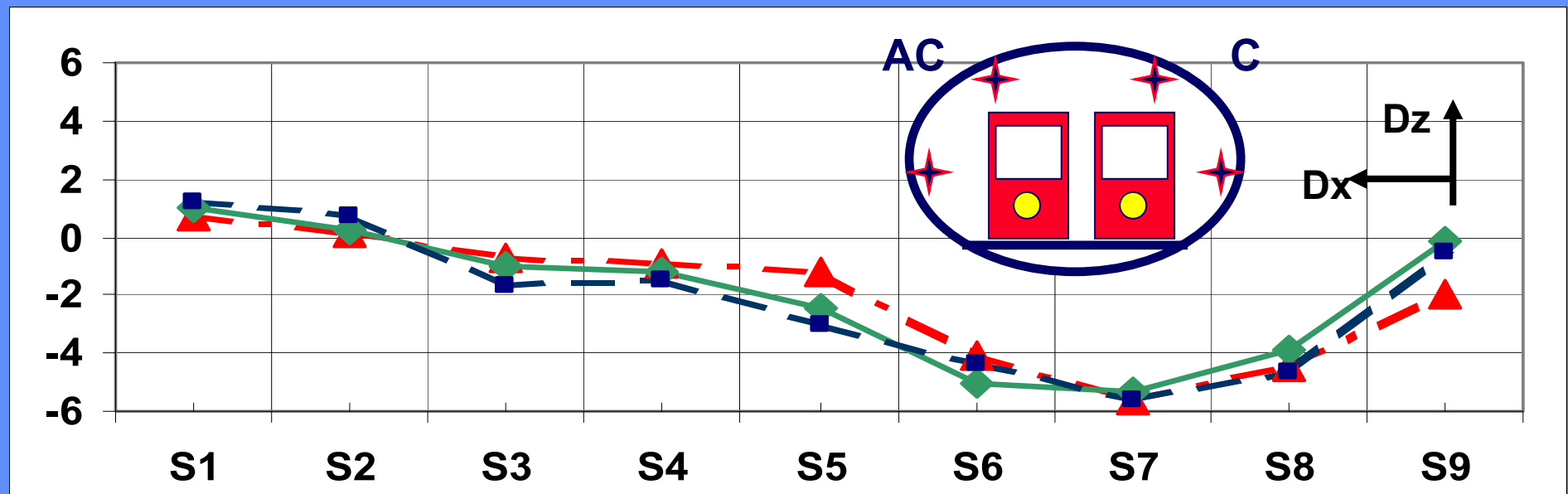
## Secção 7 - Dz [mm]

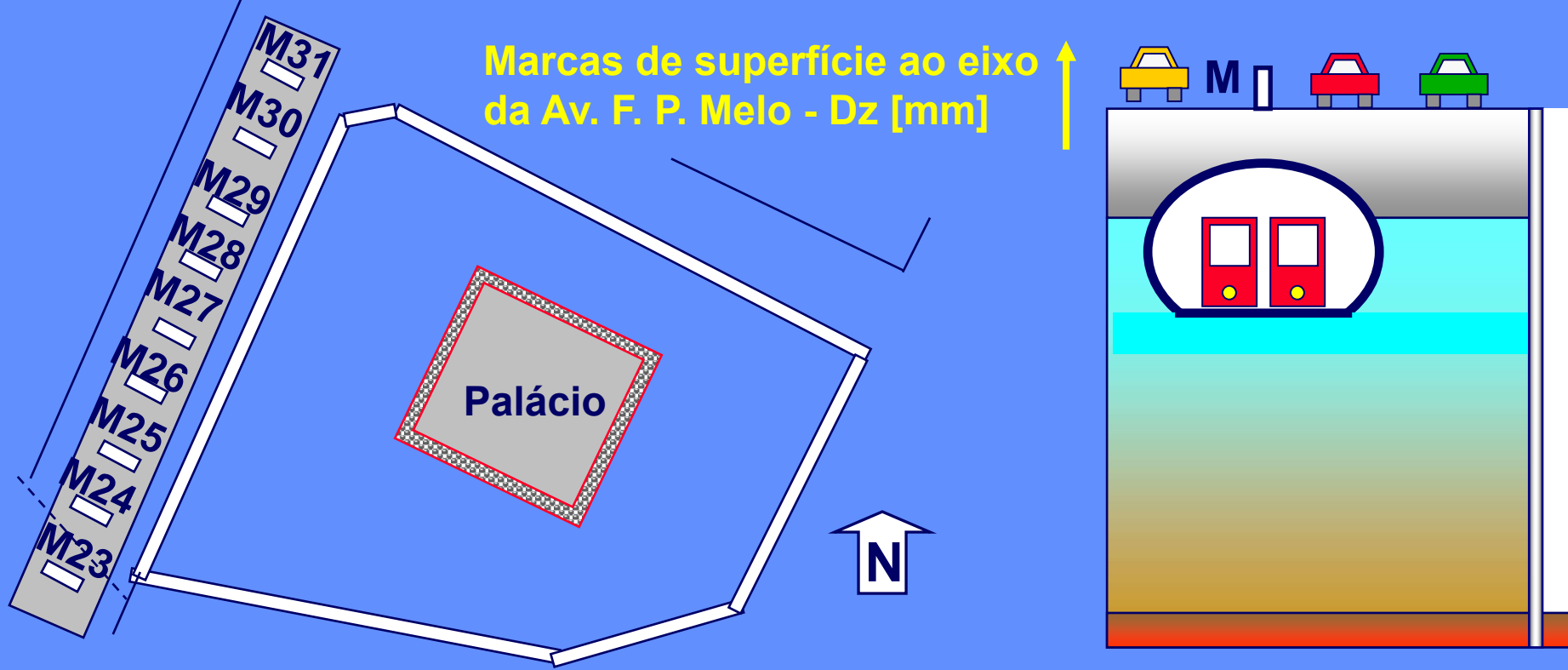
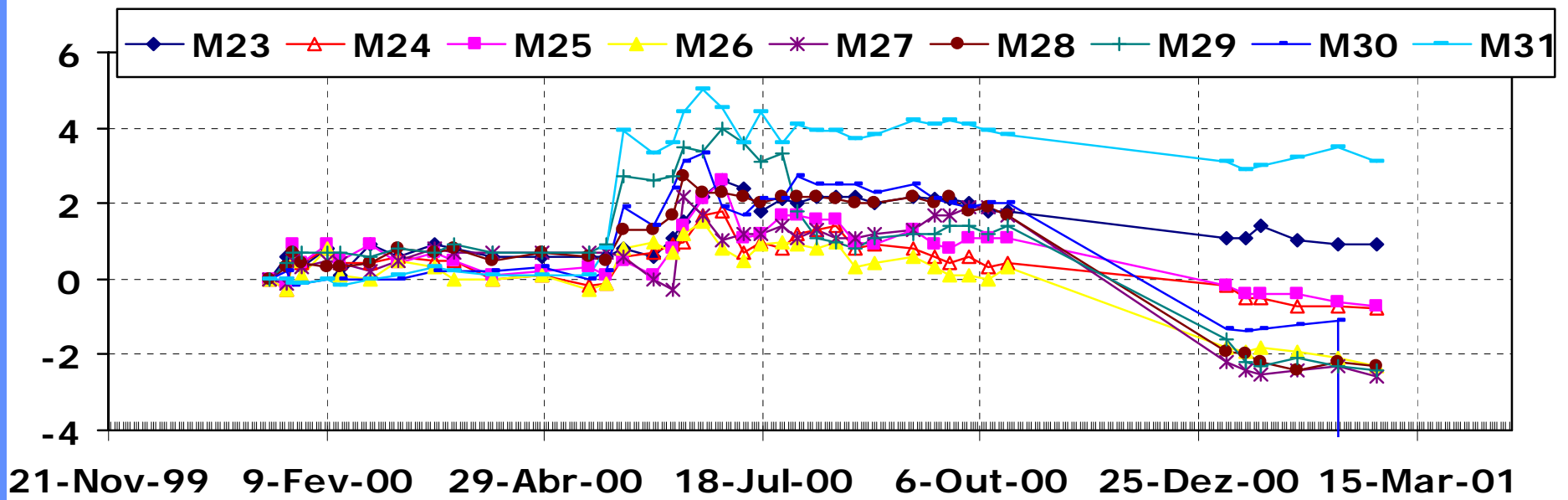


## Dx [mm] - Alvos AC em cada secção



## Dx [mm] - Alvos C em cada secção





# • Plano de Instrumentação e Observação

## 3 - Projecto

→ **Previsão analítica dos movimentos**

## 4 - Critérios de Alerta

→ **Movimentos máximos tolerados**

▶ **Deslocamentos horizontais** ⇒ **Max:  $H \times 2/1000$**

▶ **Deslocamentos verticais** ⇒ **Max:  $H \times 1/1000$**

▶ **Perdas de Pré-esforço** ⇒ **Máx: 10%**

### **Velocidade de deformação:**

- ▶ **Estabilização**  
0,5mm/leitura
- ▶ **Média:**  
0,5-1,0mm/leitura
- ▶ **Alta:**  
>2,0mm/leitura



# • Plano de Instrumentação e Observação

## 5 - Medidas de Reforço



## Ultrapassagem dos Critérios de Alerta

- ▶ Re-tensionamento das ancoragens
- ▶ Execução de novas ancoragens
- ▶ Alteração do processo construtivo

## 6 - Frequência das Leituras



## Faseamento da Obra

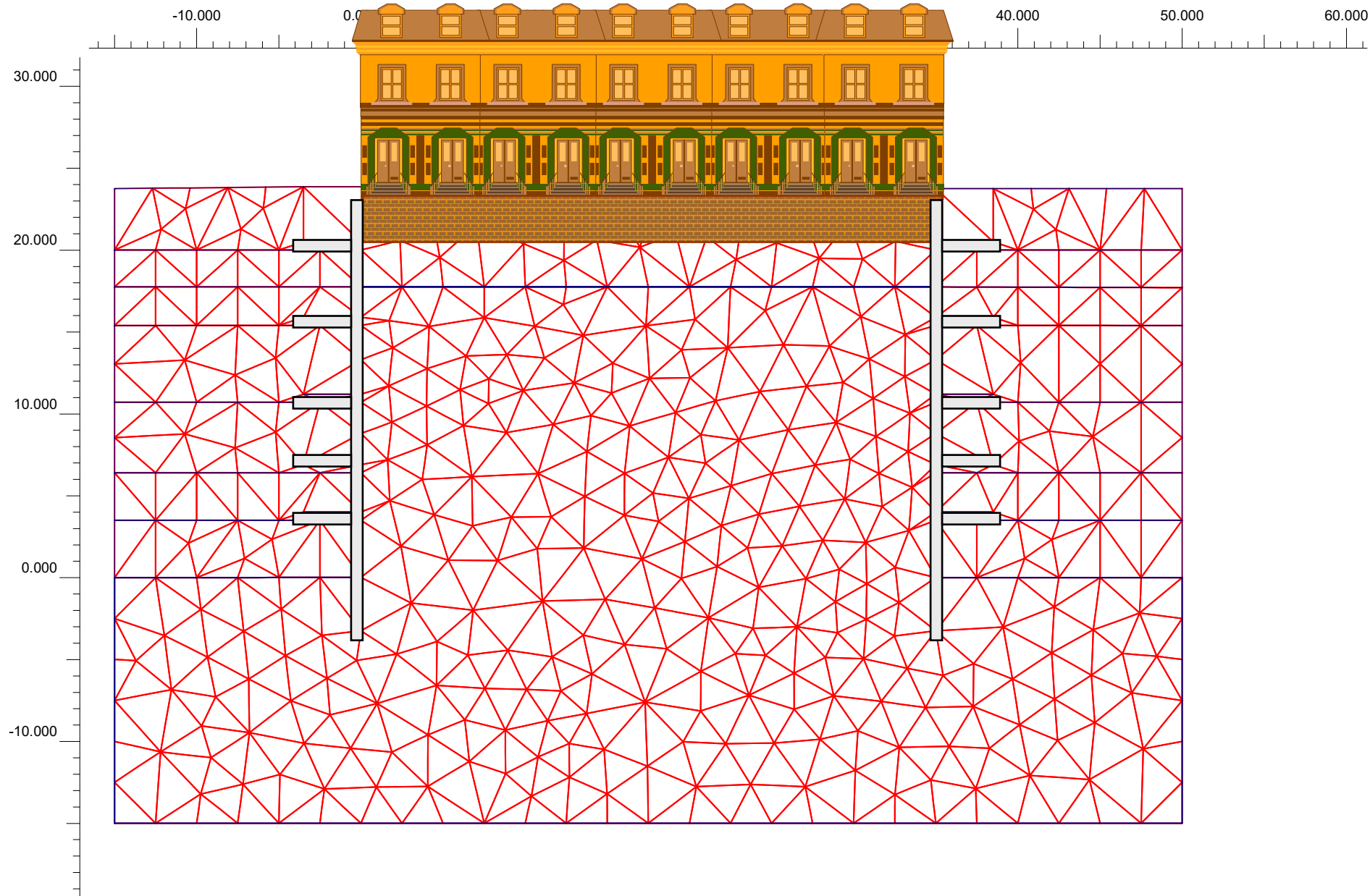
- ▶ Após a conclusão de 1 nível, com intervalo máximo de 1 semana

## Deformação horizontal (d) nas estruturas de contenção

Alçado	Solução	H <sup>max</sup>	d <sup>max</sup> <sub>inst</sub>	H/d <sup>max</sup>
Av. F. P. Melo	P. moldada (esp=1,0m)	27m	10 mm	H / 2700
R. M. Ferrão	P. moldada (esp=0,6m)	27m	15 mm	H / 1800
R. S. Martins	C. estacas (Ø0,8m//1,0m)	24m	14 mm	H / 1700
L. Palmeiras	C. "Munique" (esp=0,35m)	18m	12 mm	H / 1500
Palácio	C. estacas (Ø0,8m//1,0m)	25m	13 mm	H / 1900

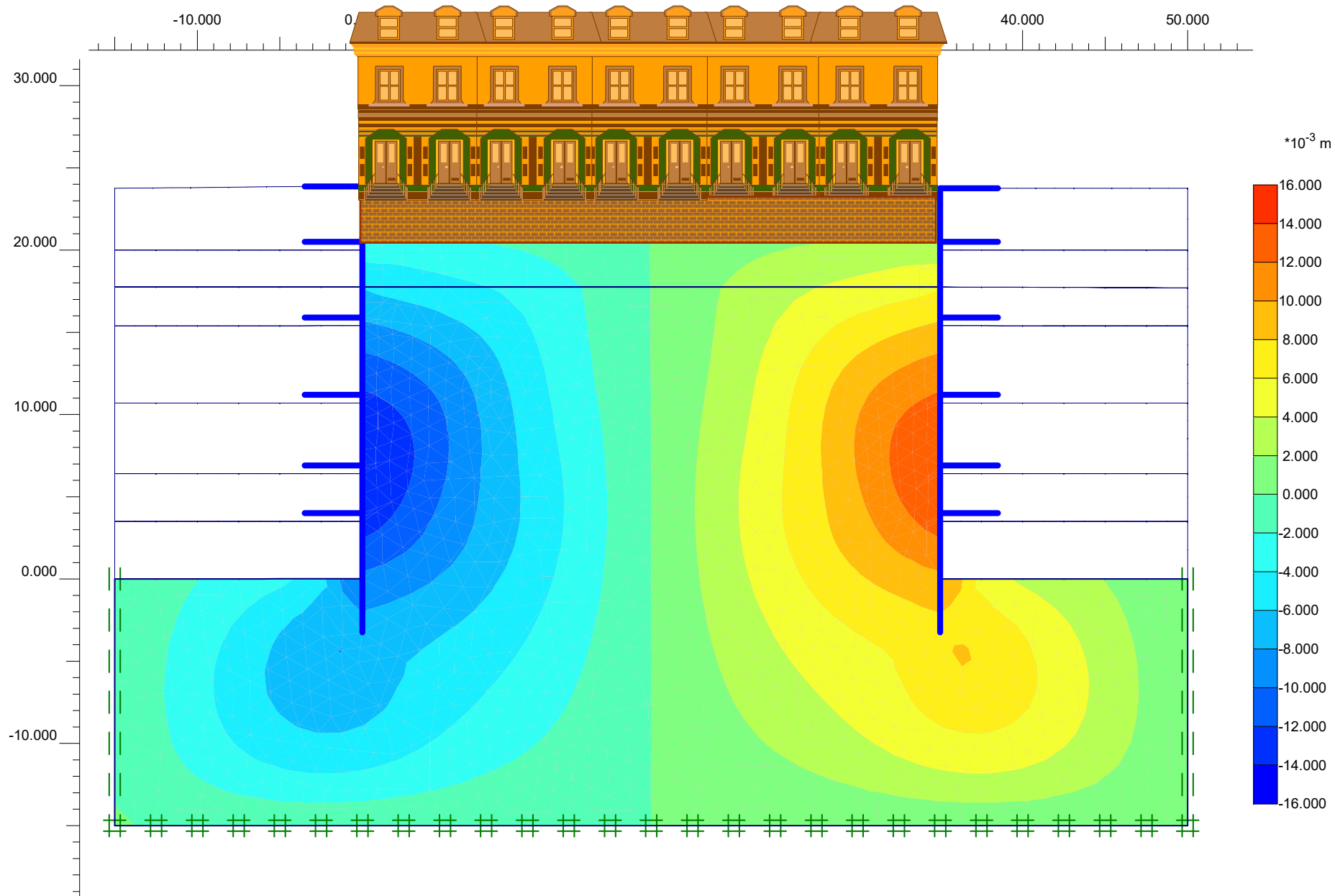
H - profundidade máxima da escavação

d<sup>max</sup><sub>inst</sub> - deslocamento horizontal máximo medido através da instrumentação (alvos e inclinómetros)



**Malha de elementos finitos**

**Contenção do Palácio - modelação por elementos finitos**



**Deslocamentos horizontais: valor máximo 14mm**

**Contenção do Palácio - modelação por elementos finitos**

# ÍNDICE



**Introdução**



**Principais Condicionamentos**



**Soluções Adoptadas**



**Plano de Instrumentação e Observação**



**Considerações Finais**

## • Principais Quantidades e Meios (i)

### ESTACAS E PAREDES MOLDADAS

▶ PAREDE MOLDADA (esp=0,60m)	2.580 m <sup>2</sup>
▶ PAREDE MOLDADA (esp=1,00m)	2.706 m <sup>2</sup>
▶ CORTINA DE ESTACAS (Ø0,80m // 1,00m)	4.713 m (187 unid)

### MEIOS EM OBRA

- 2 EQUIPAMENTOS FURAÇÃO PM
- 1 EQUIPAMENTO ESTACAS
- 3 GRUAS
- 1 CENTRAL DE BENTONITE ( 250 m<sup>3</sup>)

## • Principais Quantidades e Meios (ii)

### PRÉ-ESFORÇO E CONTENÇÃO TIPO “MUNIQUE”

▶ PRÉ - ESFORÇO ESTRUTURAL (CABOS)	10.051.004kNm
▶ PRÉ - ESFORÇO ESTRUTURAL (BARRAS)	960 m (244 unid)
▶ ANCORAGENS EM SOLOS	19.430 m (935 unid)
▶ MICROESTACAS	2.275 m (98 unid)
▶ CONTENÇÃO MUNIQUE	1.438 m <sup>2</sup>

### MEIOS EM OBRA

- 3 EQUIPAMENTOS FURAÇÃO
- 2 CENTRAIS DE INJEÇÃO
- 1 EQUIPA DE APLICAÇÃO DE PRÉ-ESFORÇO ESTRUTURAL

- **Principais Quantidades e Meios (iii)**

**INSTRUMENTAÇÃO**

▶ <b>INCLINOMETROS</b>	<b>14 Unid.</b>
▶ <b>PIEZOMETROS</b>	<b>4 Unid.</b>
▶ <b>ALVOS TOPOGRÁFICOS</b>	<b>36 Unid.</b>
▶ <b>SECÇÕES CONV. TÚNEL</b>	<b>9 Unid.</b>
▶ <b>MARCAS NIVELAMENTO</b>	<b>31Unid.</b>
▶ <b>RÉGUAS NIVELAMENTO</b>	<b>14 Unid.</b>
▶ <b>CÉLULAS CARGA</b>	<b>75 Unid.</b>
▶ <b>PERIODICIDADE LEITURAS</b>	<b>Semanal</b>

**MEIOS EM OBRA**

- **1 EQUIPA MONTAGEM / LEITURA**



## • **Considerações Finais (i)**

---

- ▶ **Investimento na optimização da solução final nas vertentes técnica e económica de obras geotécnicas**

## • Considerações Finais (i)

▶ Investimento na optimização da solução final nas vertentes técnica e económica de obras geotécnicas

**PLANO DE  
INSTRUMENTAÇÃO E  
OBSERVAÇÃO**

**Ferramenta de  
controlo e  
gestão do risco**

**PROSPECCÃO  
GEOLOGICA E  
GEOTÉCNICA**

**Ferramenta de  
previsão do  
cenário da obra**

## • Considerações Finais (ii)

- ▶ Gama e versatilidade das soluções de contenção, recalçamento, remodelação e reabilitação

**Garantia de bom desempenho face às novas exigências de espaço e utilização**



**Equilíbrio entre a preservação e o reaproveitamento da estrutura original**



## • Considerações Finais (ii)

- ▶ Gama e versatilidade das soluções de contenção, recalçamento, remodelação e reabilitação

Garantia de bom desempenho face às novas exigências de espaço e utilização

Equilíbrio entre a preservação e o reaproveitamento da estrutura original

Trabalho de equipa

**MANTER IDENTIDADE DO EDIFÍCIO DO PALÁCIO E DAS ZONAS ENVOLVENTES**

## Vista a partir da Av. Fontes Pereira de Melo



### ► Fase final da obra

Reforço Sísmico de Fundações de Alvenaria, 26 de Outubro 2022, apinto@jetsj.com

## Vista a partir da Av. Fontes Pereira de Melo



▶ **Após conclusão da obra**