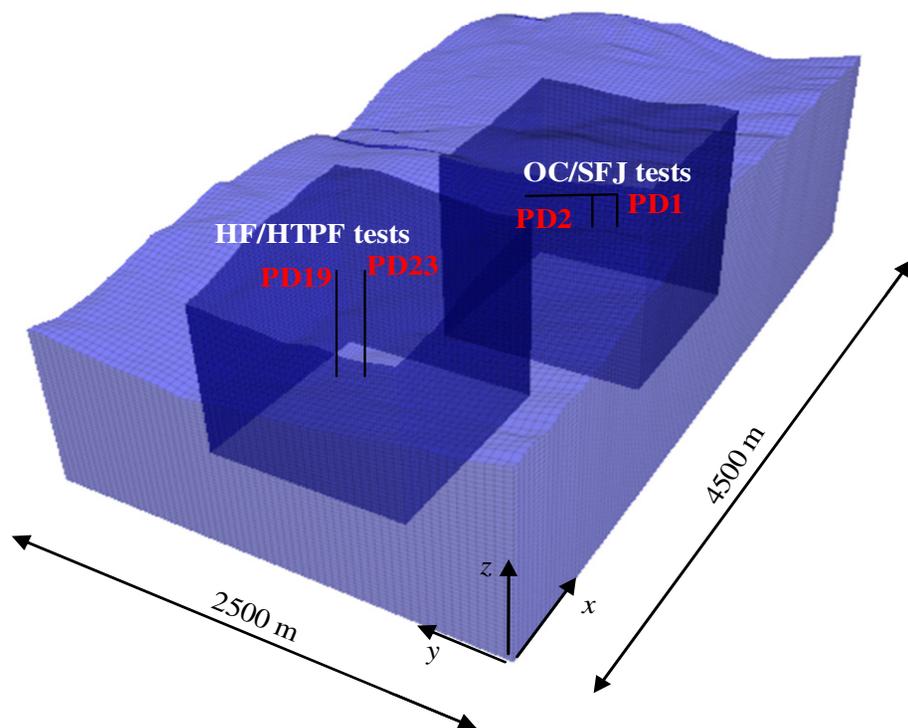




Investigação sobre o estado de tensão *in situ* num projecto hidroeléctrico profundo

Bruno Figueiredo
Luís Lamas
José Muralha



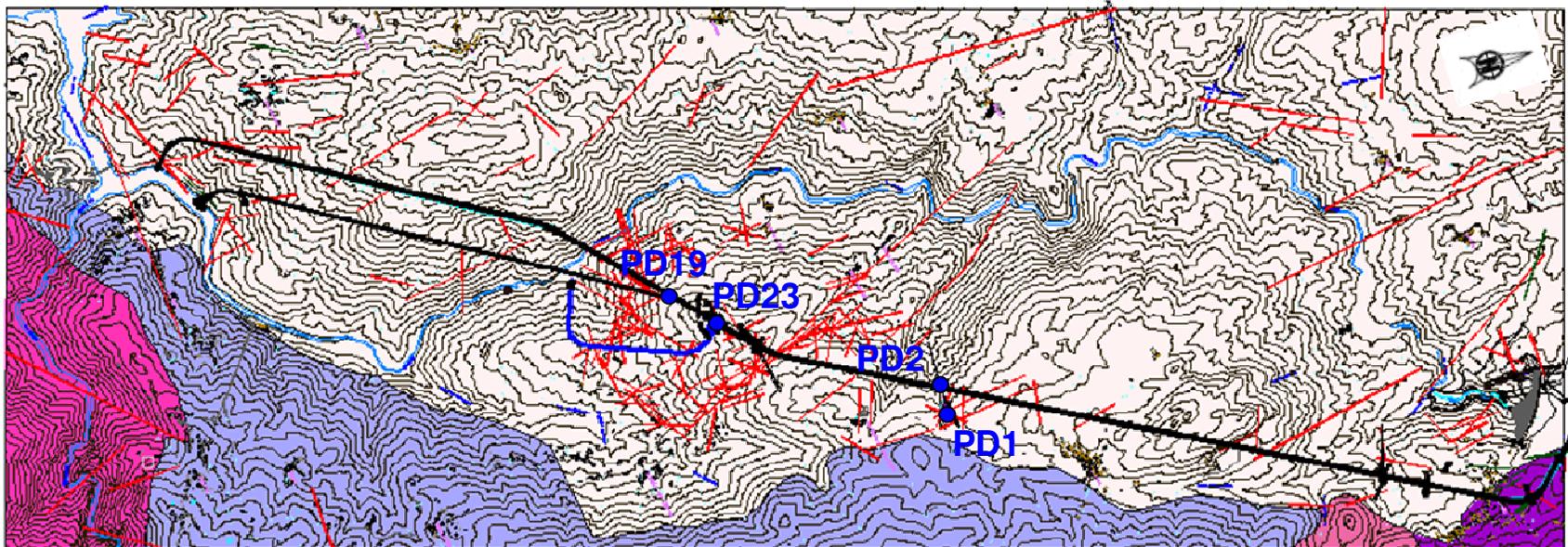
Jornadas LNEC – Recursos Naturais e
Energia

Lisboa, 23 de Março de 2012

Local em estudo

> Reforço de potência de um empreendimento hidroeléctrico existente

- Novo circuito hidráulico, com uma extensão de cerca de 10 km
- Nova central hidroeléctrica localizada a cerca de 500 m de profundidade



Estado de tensão

Porque é necessário medir?

- > A topografia desempenha um papel relevante na distribuição das tensões *in situ*
- > Construção de uma caverna de grandes dimensões localizada a grande profundidade
- > A libertação do estado de tensão constitui a principal acção durante a escavação da obra subterrânea

Ensaaios *in situ*



> Ensaaios de sobre-carotagem (12)

- 2 furos de sondagem verticais com 60 m de profundidade executados a partir de uma galeria pré-existente com 160 m de recobrimento

> Ensaaios de almofadas planas de pequena área (16)

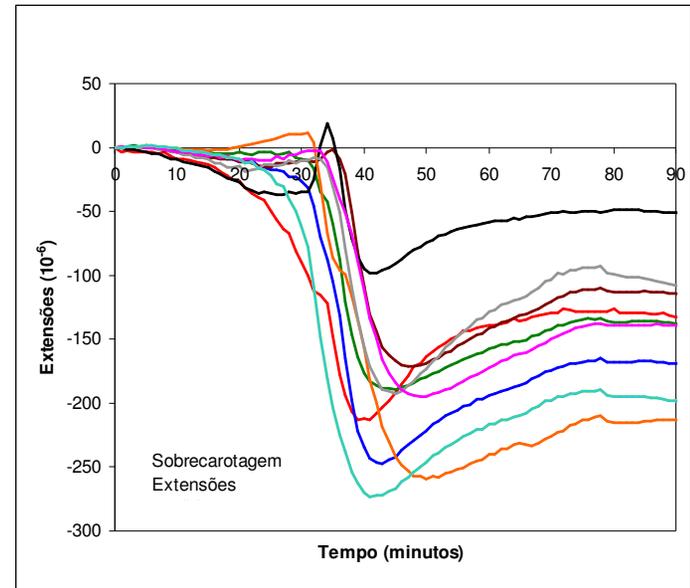
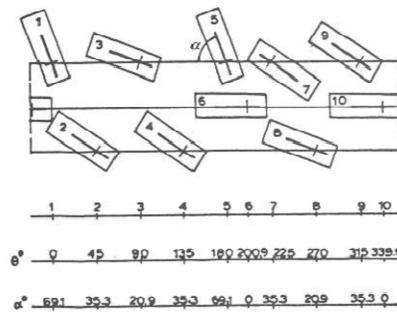
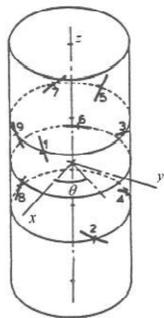
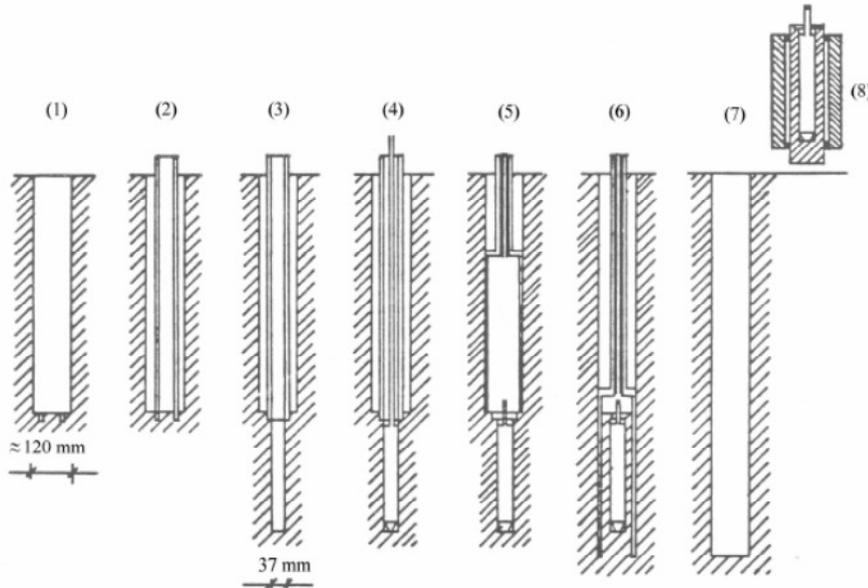
- Paredes da galeria junto aos furos de sondagem

> Ensaaios de fracturação hidráulica (19)

- 2 furos de sondagem verticais com 500 metros de profundidade que atingem o local da futura central hidroelétrica

Ensaio *in situ*

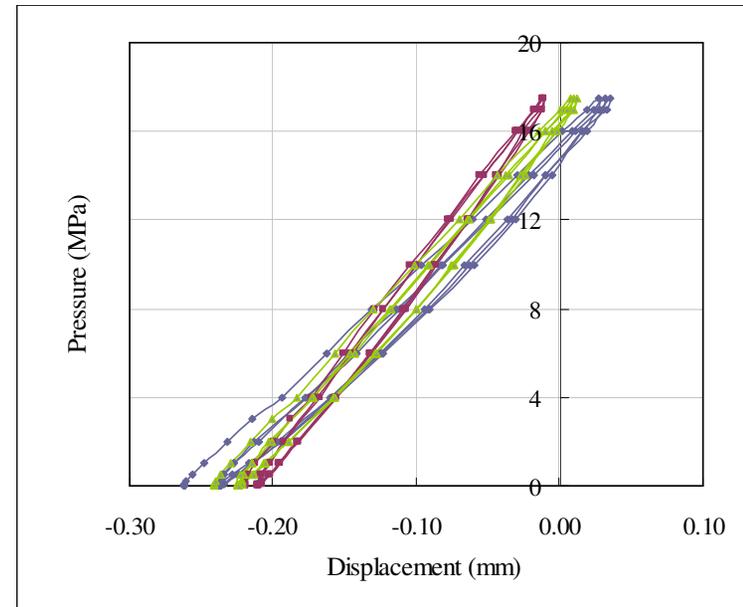
> Ensaio de sobre-carotagem





Ensaaios *in situ*

> Ensaios de almofadas planas de pequena área (SFJ)

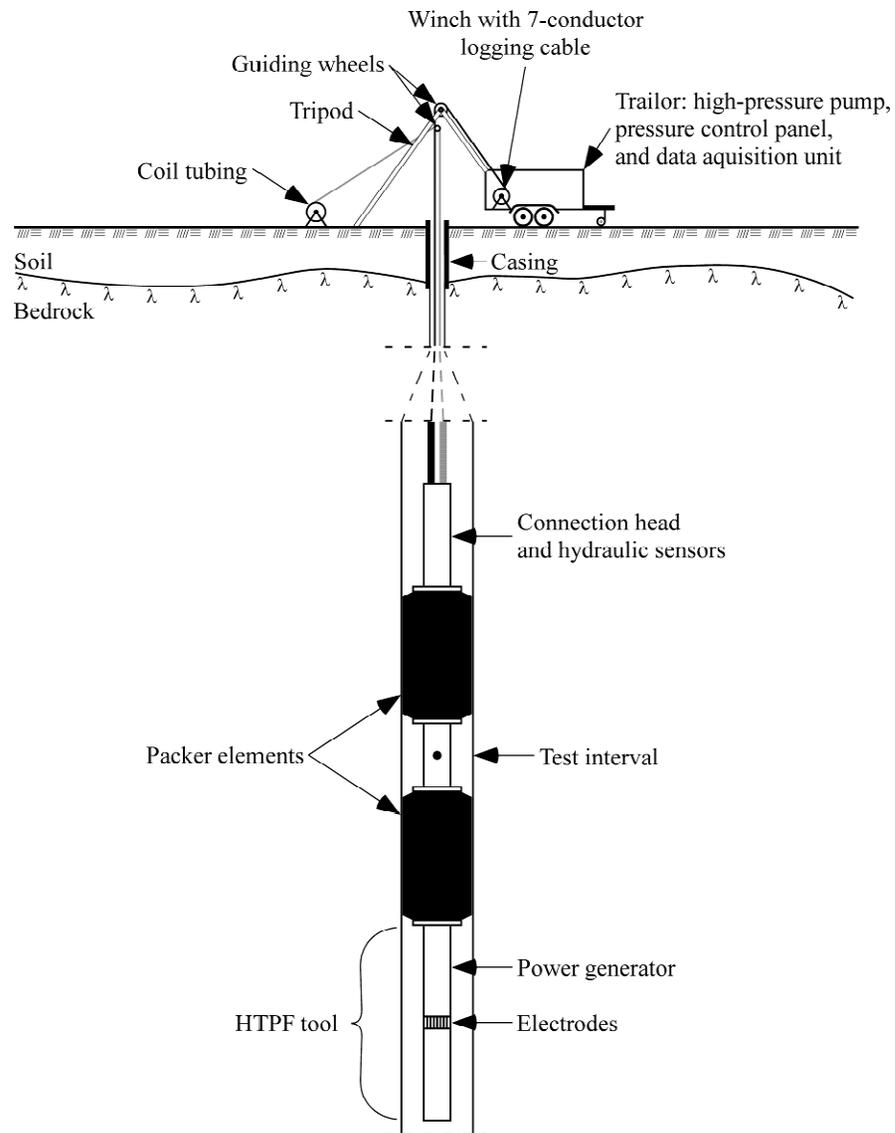


- Medição directa do estado de tensão numa dada direcção
- Obtenção do estado de tensão 3D através da execução do ensaio em diversos planos
- Bons resultados em maciços rochosos de boa qualidade



Ensaaios *in situ*

> Ensaaios de fracturação hidráulica



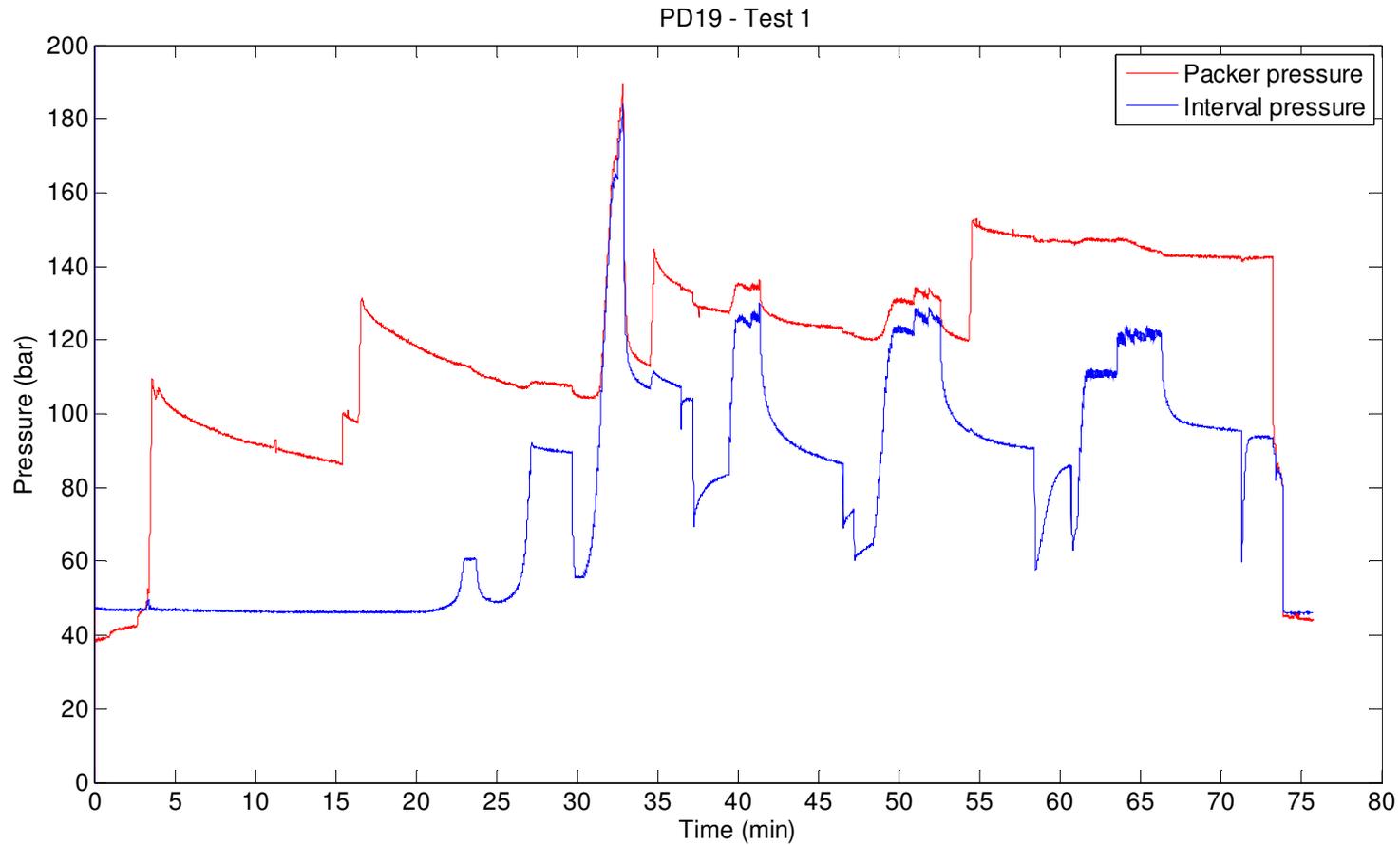
Ensaio *in situ* realizados

> Ensaio de fracturação hidráulica



Ensaio *in situ*

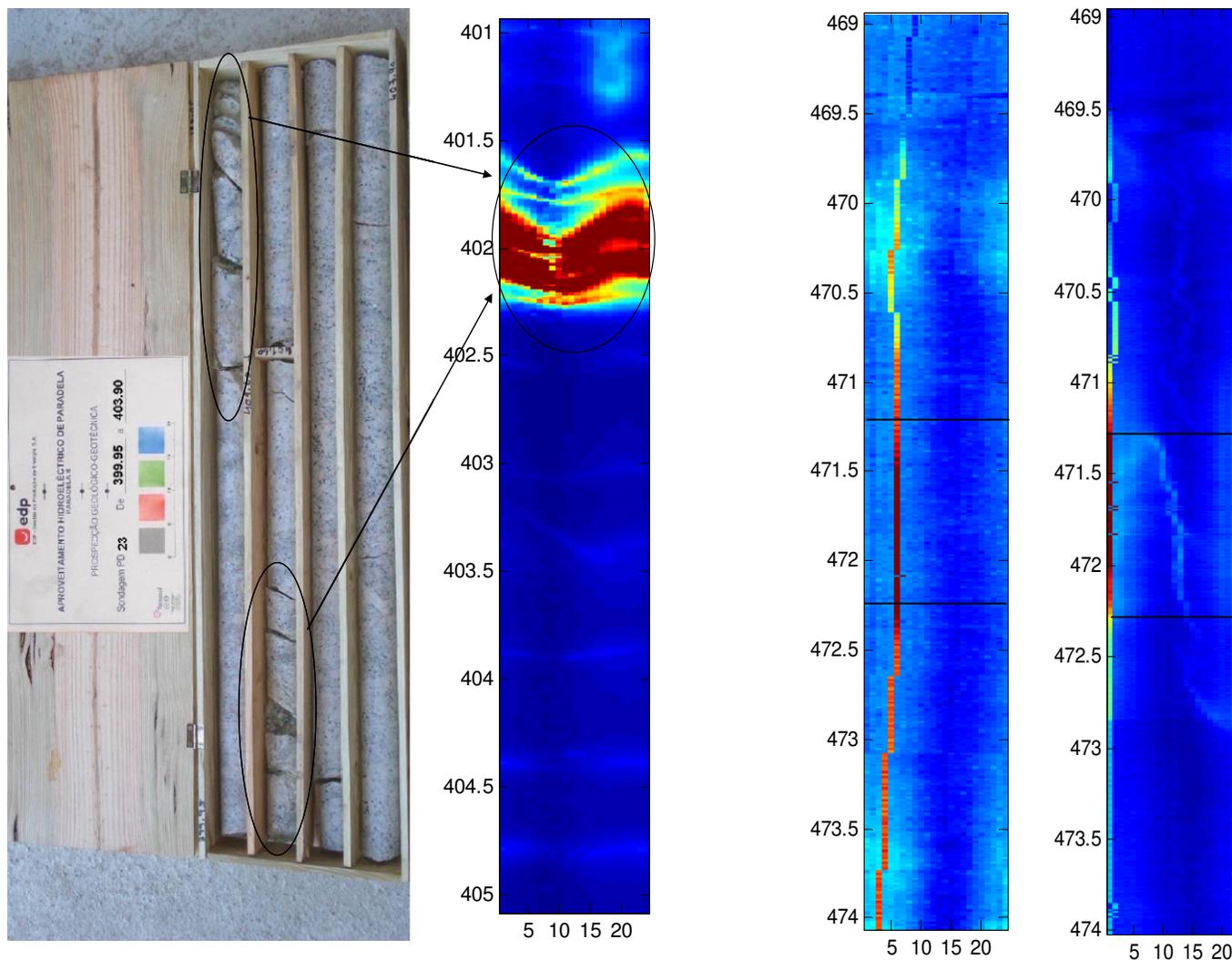
> Ensaio de fracturação hidráulica



Variação da pressão com o tempo

Ensaio *in situ*

> Ensaio de fracturação hidráulica



Análise integrada

> Objectivos

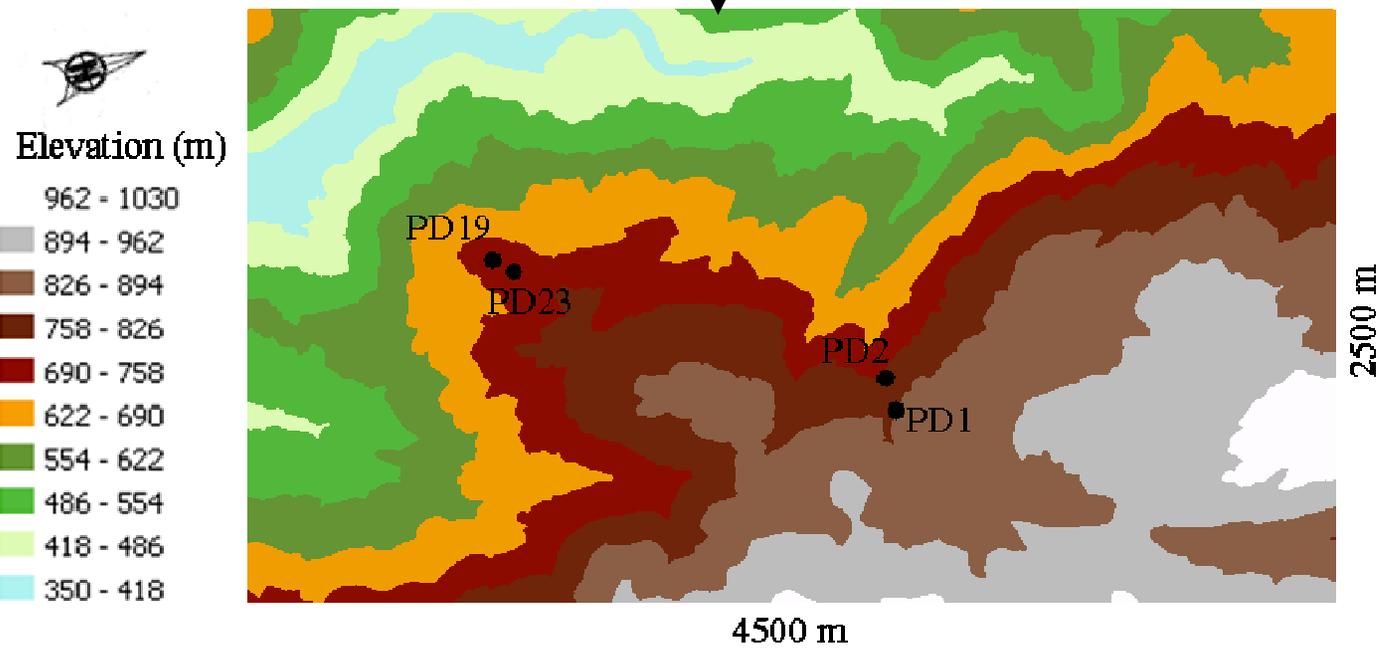
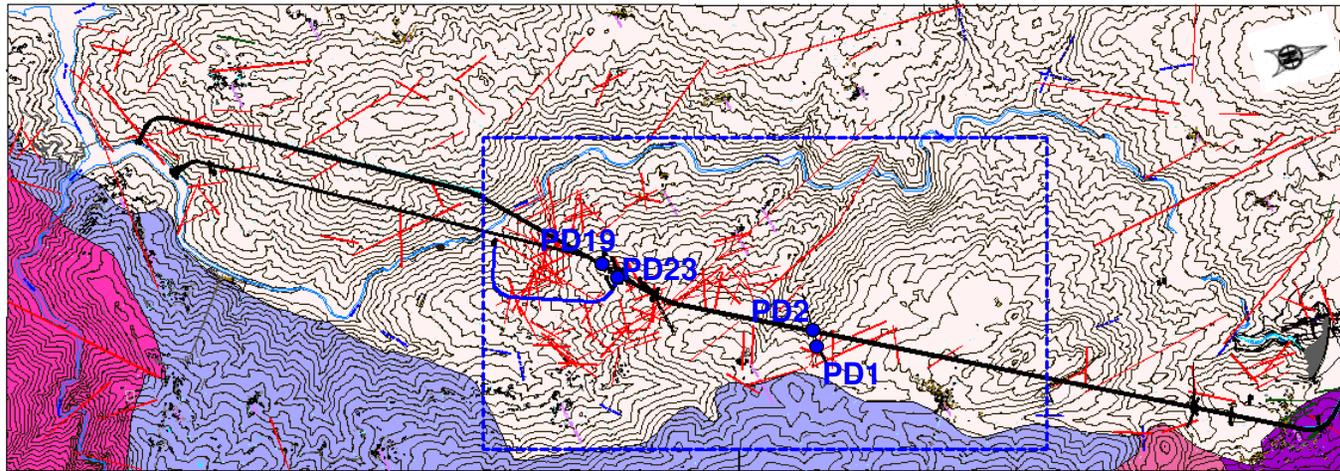
- Integração dos resultados provenientes dos diferentes métodos de ensaio realizados em locais diferentes
- Obtenção do estado de tensão mais provável no local com interesse para o projecto da obra subterrânea

> Desenvolvimento de um modelo numérico tridimensional

- Consideração dos locais onde foram efectuadas todas as medições
- Simulação da influência da topografia na distribuição de tensões *in situ*

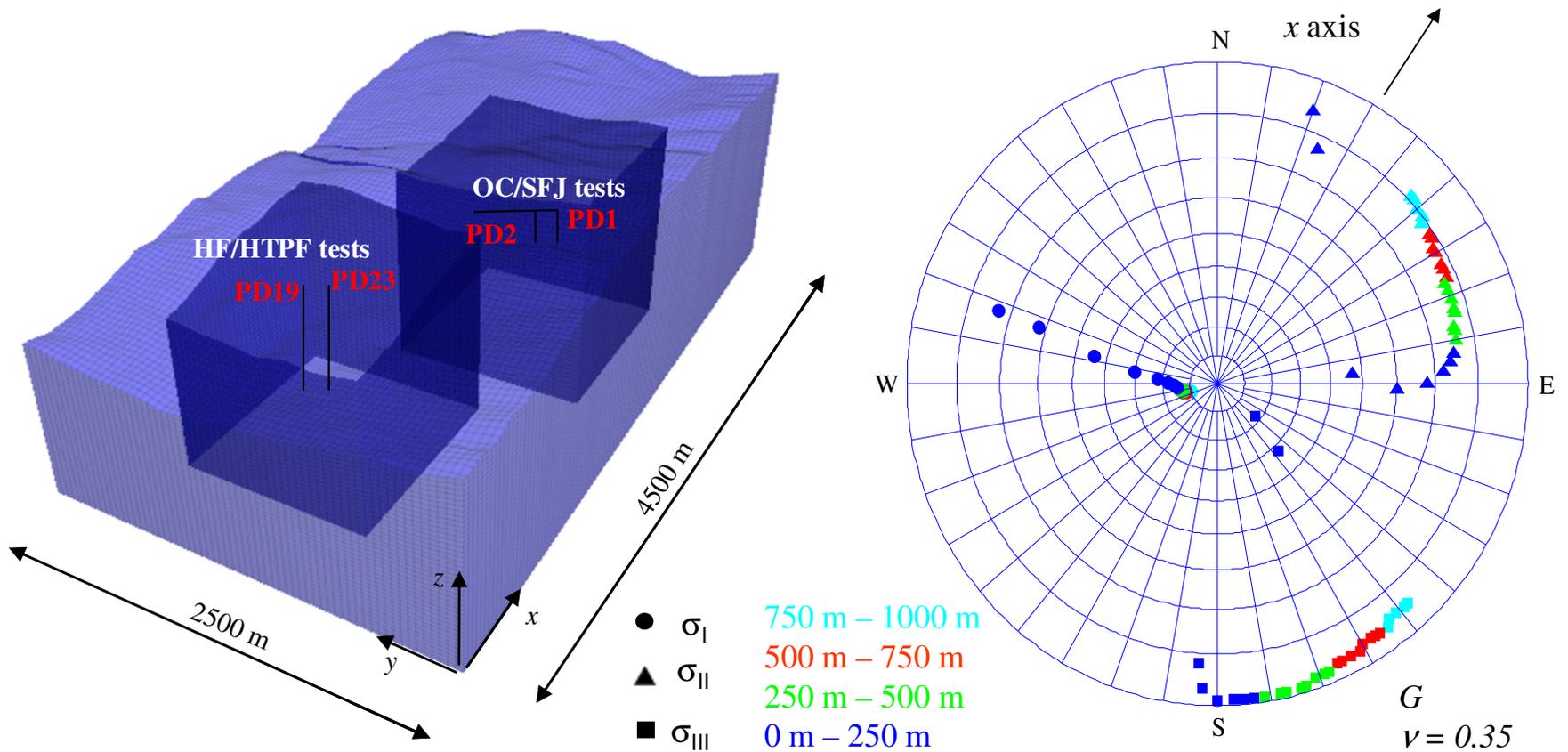
Análise integrada

> Modelo numérico tridimensional



Análise integrada

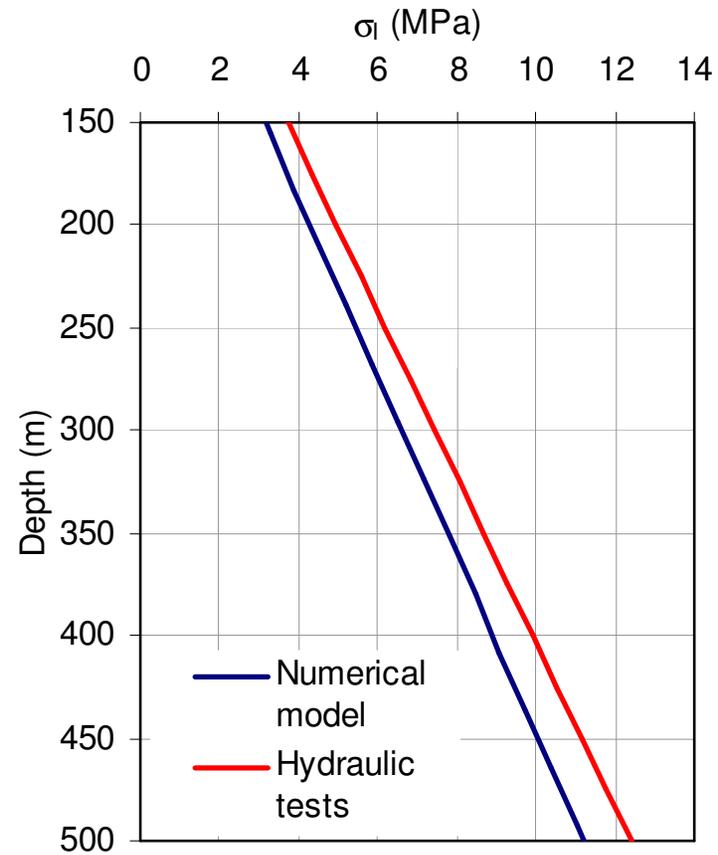
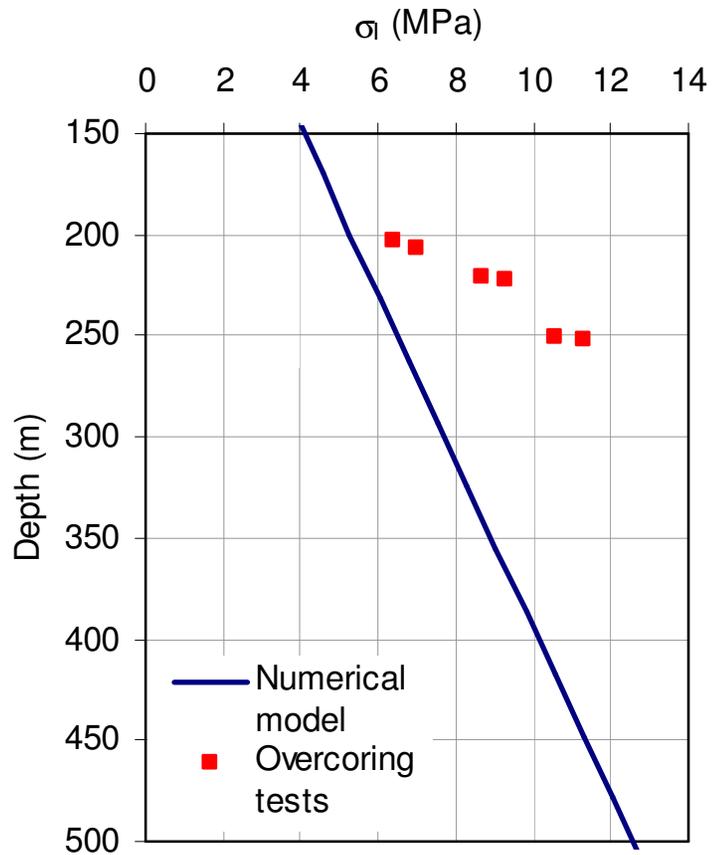
> Modelo numérico tridimensional



Direcções principais de tensão

Análise integrada

> Comparação de resultados



Magnitude da tensão vertical

Trabalho em curso



- > Integração dos resultados provenientes dos ensaios de sobrecarotagem e de almofadas planas de pequena área

- > Implementação de uma metodologia inversa que permita identificar os parâmetros do modelo
 - Ajustamento entre os resultados provenientes do modelo e dos ensaios realizados
 - o *Consideração das heterogeneidades do maciço*
 - o *Consideração de "pesos" associados aos métodos de ensaio*
 - o *Consideração das incertezas das medições*

Agradecimentos



- > À EDP pelas facilidades concedidas relativamente ao local em estudo
- > Ao Prof. François Cornet da Universidade de Estrasburgo pela sua disponibilidade