

---

# VALAS, TRINCHEIRAS, GALERIAS, POÇOS

---

Prospecção Mecânica

# OBJECTIVOS

- Penetrar os maciços para avaliação das suas características:
  - Litologia, contactos, filões, falhas
  - Possança e atitude dos estratos (em rochas sedimentares)
  - Profundidade de alteração
  - Espessura de depósitos de cobertura (aluviões, aterros, depósitos de vertente)
  - Avaliação da fracturação
  - Avaliação do regime hidrogeológico
  - Colheita de amostras (por vezes de grande dimensão)
  - Detecção de zonas de subsidência
  - Definição da profundidade de tratamento de terrenos
  - Avaliação das características *in situ* e cartografia das superfícies escavadas
  - Determinação de permeabilidade, injectabilidade, resistência, deformabilidade, estado de tensão
  - Logs (de sondagens)

# Definição e requisitos

- É o conjunto de operações que visam determinar/conhecer a natureza e características do terreno, em especial em profundidade, com utilização de métodos mecânicos (escavação, furação)
- Programa de prospecção exige que geólogo tenha bom domínio das técnicas, suas vantagens e limitações
- Programa depende do conhecimento prévio da área
- É mais importante quando existem escassos afloramentos

# MÉTODOS

- Seleccção do método depende de:
  - Fim específico (prospecção mineira, de hidrocarbonetos, captação de água, aplicação à engenharia civil).
  - Em prospecção geotécnica depende também da dimensão da obra e suas características (ex. diâmetro e extensão de um túnel, tipo e dimensão de uma barragem)
  - Características do maciço a estudar (complexidade, heterogeneidade).

---

# Plano de prospecção

- O plano deve incluir:
    - ❑ A definição dos trabalhos a realizar, tipo e número
    - ❑ Localização dos trabalhos em planta e sua profundidade
    - ❑ Indicação de colheita de amostras (tipo de amostras, quantidade, localização/profundidade)
    - ❑ Definição dos ensaios *in situ* a realizar
  
  - ❑ NOTA: o plano não deve ser rígido mas adaptar-se às situações que vão surgindo durante o estudo.
-

# Plano de prospecção

- O plano de prospecção deve ser científico, baseado numa recolha de dados factuais suficiente para formular hipóteses sobre as características do local
- Deve responder a objetivos específicos
- A maior parte dos custos não previstos (em obras de engenharia) refere-se a geotecnia
- Exemplo: um estudo feito (Tyrell et al., 1983) em 10 autoestradas no Reino Unido levou à conclusão que os custos reais excediam em média 35% dos previstos. Metade era devida a:
  - Plano de prospecção não adequado
  - Interpretação errada dos resultados da prospecção

---

# Plano de prospecção

- Caderno de encargos
  - Atender a normas e especificações em vigor
  - Nomenclatura
  - Simbologia
-

---

# ESCAVAÇÃO

- **1. Limpeza e Desmatação**
  - **2. Escavações**
    - - **Decapagem do Terreno;**
    - - **Escavação para implantação;**
    - - **Escavações para fundações;**
    - - **Escavações para infraestruturas;**
-

---

# VALAS

- Valas ou sanjas

- ❑ Métodos superficiais de desenvolvimento linear
  - ❑ Escavações superficiais que podem atingir 2 a 3 metros de profundidade
  - ❑ Utilizadas em solos e rochas brandas
  - ❑ Permite observação local das formações por limpeza da cobertura vegetal e solo superficial
  - ❑ Perigo de desmoronamento
  - ❑ Escavação feita com: abre-valas, métodos manuais, buldozer, ripper, explosivos
  - ❑ Barragens, túneis, estradas, pedreiras
-

# VALAS



# VALAS

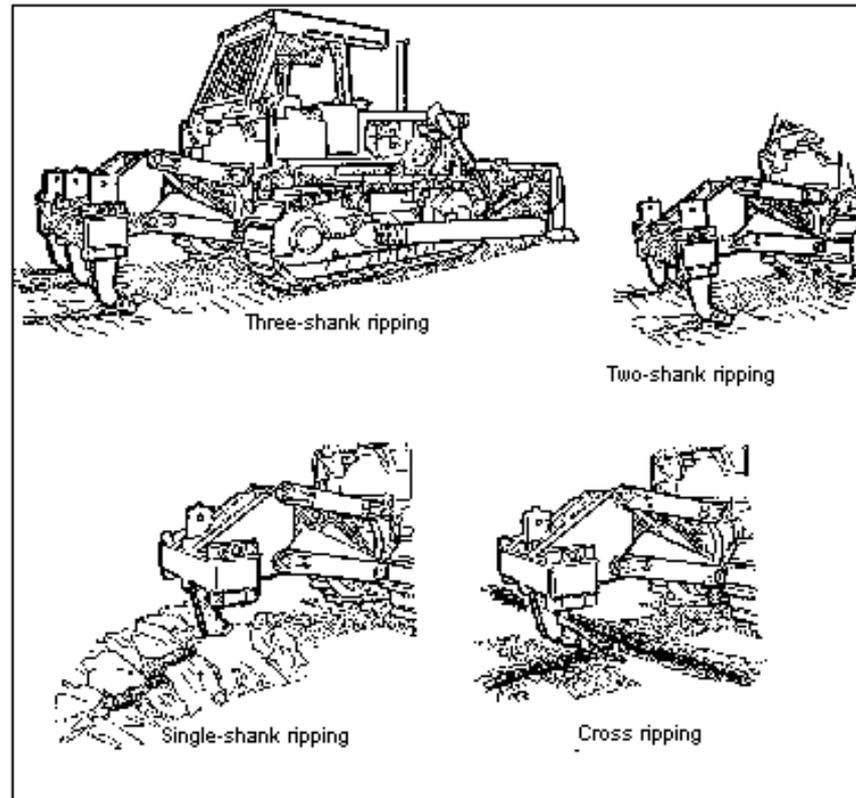
## ■ Abertura de Valas

- As valadoras Vermeer são desenhadas para abrir valas eficientemente em vários tipos de terreno, incluindo solo normal, argilas, xistos, calcário e até rocha dura. Estes equipamentos são especificamente concebidos para simultaneamente cortarem, escavarem e gerirem material escavado.



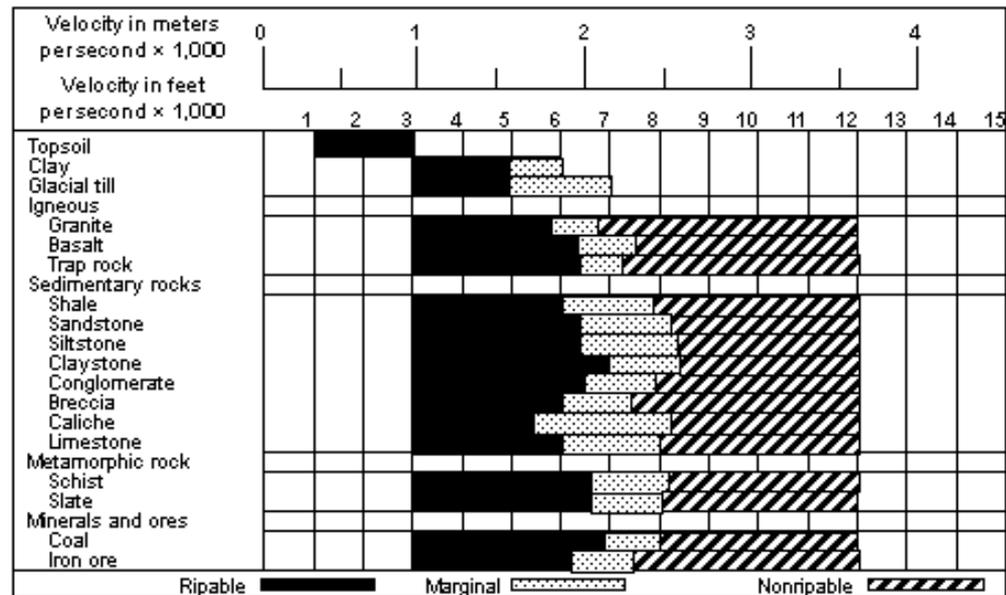
# Escavações em Valas e Trincheiras

Utilização de *rippers*



# Escavações em Valas e Trincheiras

- Carta de ripabilidade



# Escavações em Valas e Trincheiras

- Devem ser entivados todos os taludes de valas e trincheiras cuja profundidade ultrapasse 1,80 m. A entivação deve ser adequada ao tipo e condições do solo, grau de humidade e possíveis sobrecargas. As madeiras usadas nas entivações e escoramentos devem ser de boa qualidade, isentas de nós e fissuras e ter secção suficiente;
- A entivação deve ser reforçada em todos os locais expostos a vibrações de tráfego ou onde exista o risco de desmoronamentos, derrube de estruturas ou de vegetação de grande porte;
- Não devem ser deixados vazios entre as tábuas de entivação e o terreno. As tábuas devem ser bem apertadas por cunhas contra os prumos e as cintas. O espaçamento entre as cintas deve ser adequado ao tipo e condições do solo;
- A desmontagem das entivações em terreno pouco coeso deve ser efectuada com os trabalhadores fora da zona de perigo, as peças devem ser atadas com cordas e puxadas de fora da zona que vai ficar desprotegida;
- As escavações efectuadas em locais com infra-estruturas podem ser executadas com meios mecânicos até 1 m das condutas, com martelos pneumáticos até 0,50 m das condutas e, a partir desta distância, devem ser executadas com ferramentas manuais;
- Nas escavações com ferramentas manuais, os trabalhadores devem manter entre si uma distância mínima de 3m;
- Em valas ou trincheiras com profundidade superior a 1,50 m devem ser instaladas escadas de acesso espaçadas entre si de 15m, no máximo;
- Os produtos de escavação não devem ser depositados a menos de 0,60 m do bordo superior da vala. Neste espaço não deve ser permitida a deposição de quaisquer materiais e deve ser interdito o trânsito de pessoas e veículos.

# Algumas regras (exemplo)

## REGULAMENTO DE OBRAS E TRABALHOS NA VIA PÚBLICA RELATIVO À CONSTRUÇÃO, INSTALAÇÃO, USO E CONSERVAÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS NO MUNICÍPIO DE LOURES

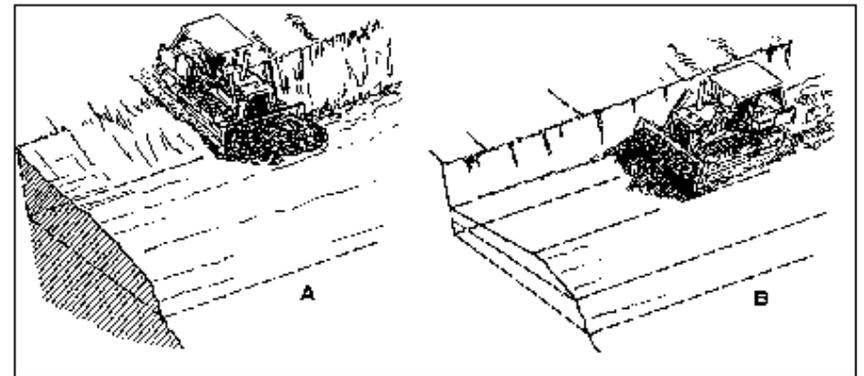
### Artigo 19º

#### Abertura de valas

1. A abertura de valas ou trincheiras para trabalhos de construção, remodelação ou reparação de instalações no subsolo, deve ser efectuada por troços faseados de comprimento não superior a 50 metros, conforme o local e de modo a não causar incómodos para os utentes da via pública.
2. A abertura de valas a realizar na faixa de rodagem só poderá ser efectuada com licença ou autorização municipal, devendo os cortes no tapete betuminoso ser executados com a aplicação de serras eléctricas.
3. Nas travessias a escavação para a abertura de valas deve ser efectuada, em princípio, em metade da faixa de rodagem de forma a permitir a circulação de veículos e peões na outra metade.
4. O operador que efectuar os trabalhos previstos no número anterior deve dispor de chapas de ferro para, posteriormente, prosseguir com o trabalho na outra metade da faixa de rodagem.
5. Em casos devidamente justificados será permitido o recurso a outros processos, por exemplo “perfuração horizontal dirigida”, o que constará da respectiva autorização ou licença.

# TRINCHEIRAS

- ❑ Observação do maciço por limpeza da terra vegetal e materiais soltos à superfície
- ❑ Escavação manual, com escavadora ou explosivos
- ❑ Por vezes associadas a galerias

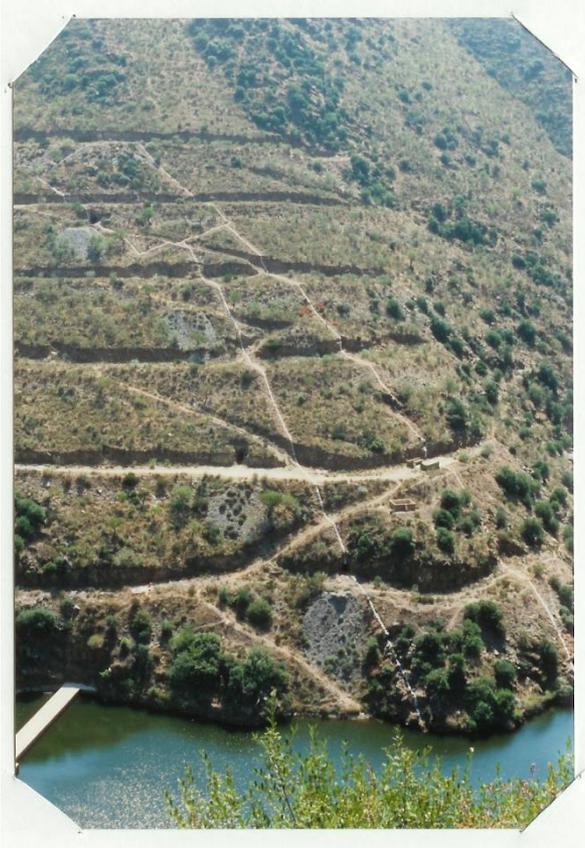


---

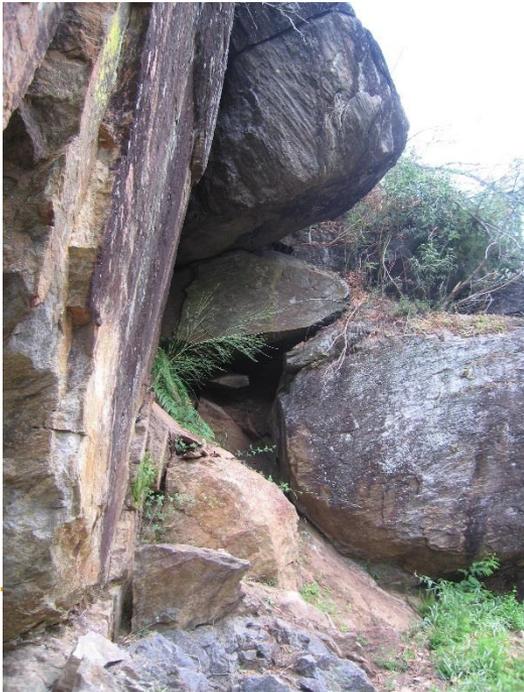
# TRINCHEIRAS

- Desenvolvimento linear
  - Escavação superficial (4 m)
  - Em solos ou rochas brandas
  - Permitem observação directa por limpeza dos materiais superficiais
  - Escavação pode ser feita por processos manuais, buldozer, ripper, explosivos (mais raro)
-

# TRINCHEIRAS



# TRINCHEIRAS





---

# GALERIAS

- ❑ Acesso directo ao maciço em profundidade
  - ❑ Podem ser inclinadas ou mudar de direcção e atingir dezenas de metros
  - ❑ Escavação com máquinas ou explosivos
-

---

# GALERIAS

- Desenvolvimento longitudinal
  - Pequena secção
  - Em solos e rochas
  - Avaliação do estado de alteração e fracturação do maciço em profundidade
  - Deve ser retirado o máximo de informação (cartografia)
-

---

# GALERIAS

## ■ Vantagens

- Acesso directo ao maciço em profundidade
- Inclinação e orientação variáveis
- Realização de ensaios *in situ* (câmaras)

## ■ Limitações

- Elevado custo – realização em fases de projecto de pormenorização

## ■ Aplicações

- Barragens
  - Grandes estruturas subterrâneas
  - Drenagem de taludes
-

# Exemplo de cartografia

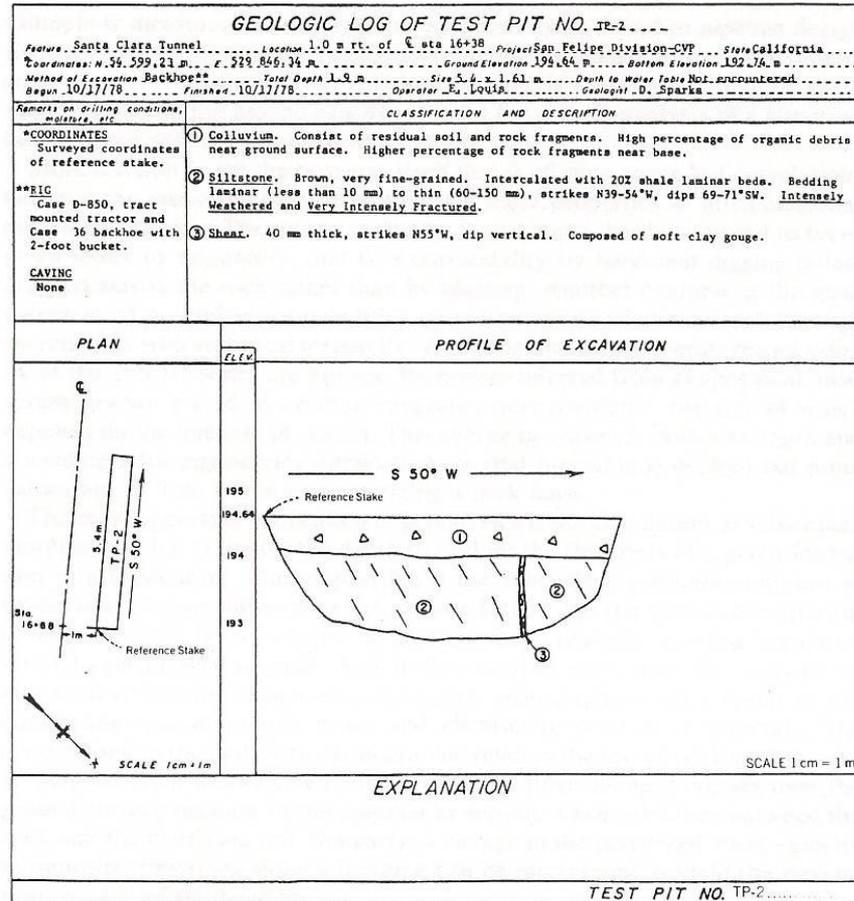
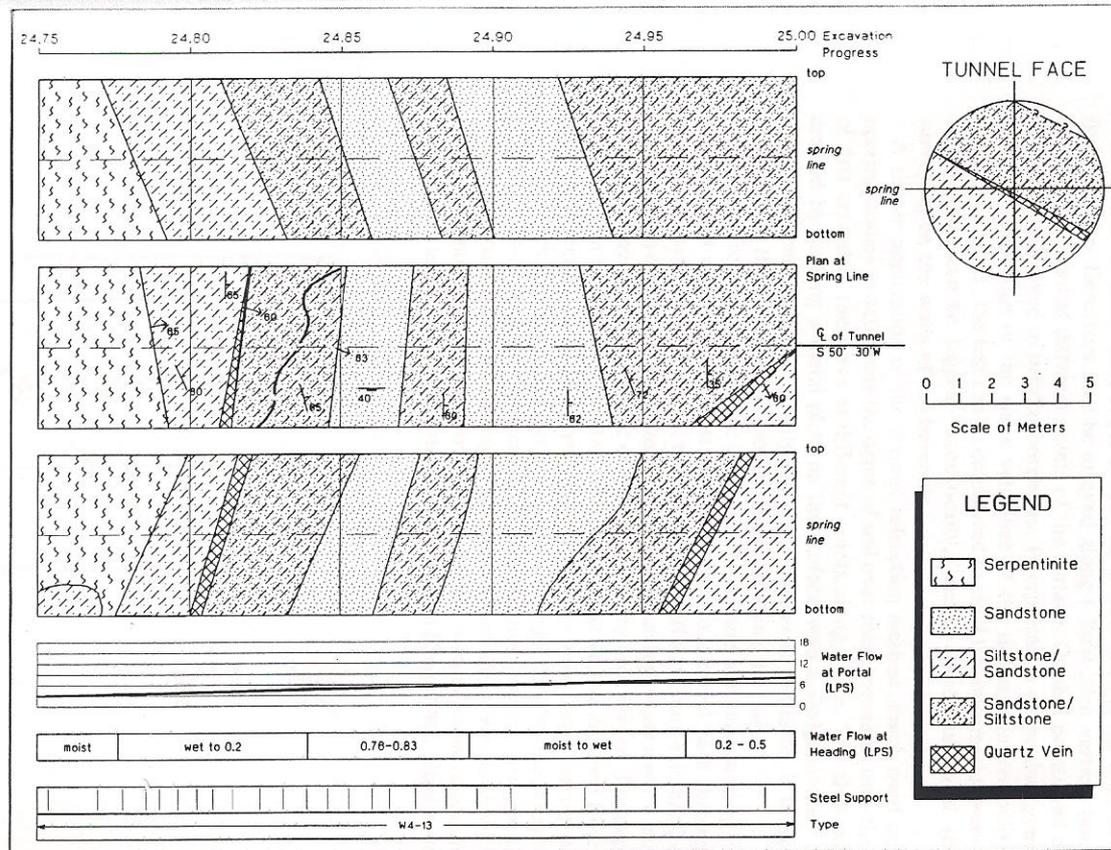


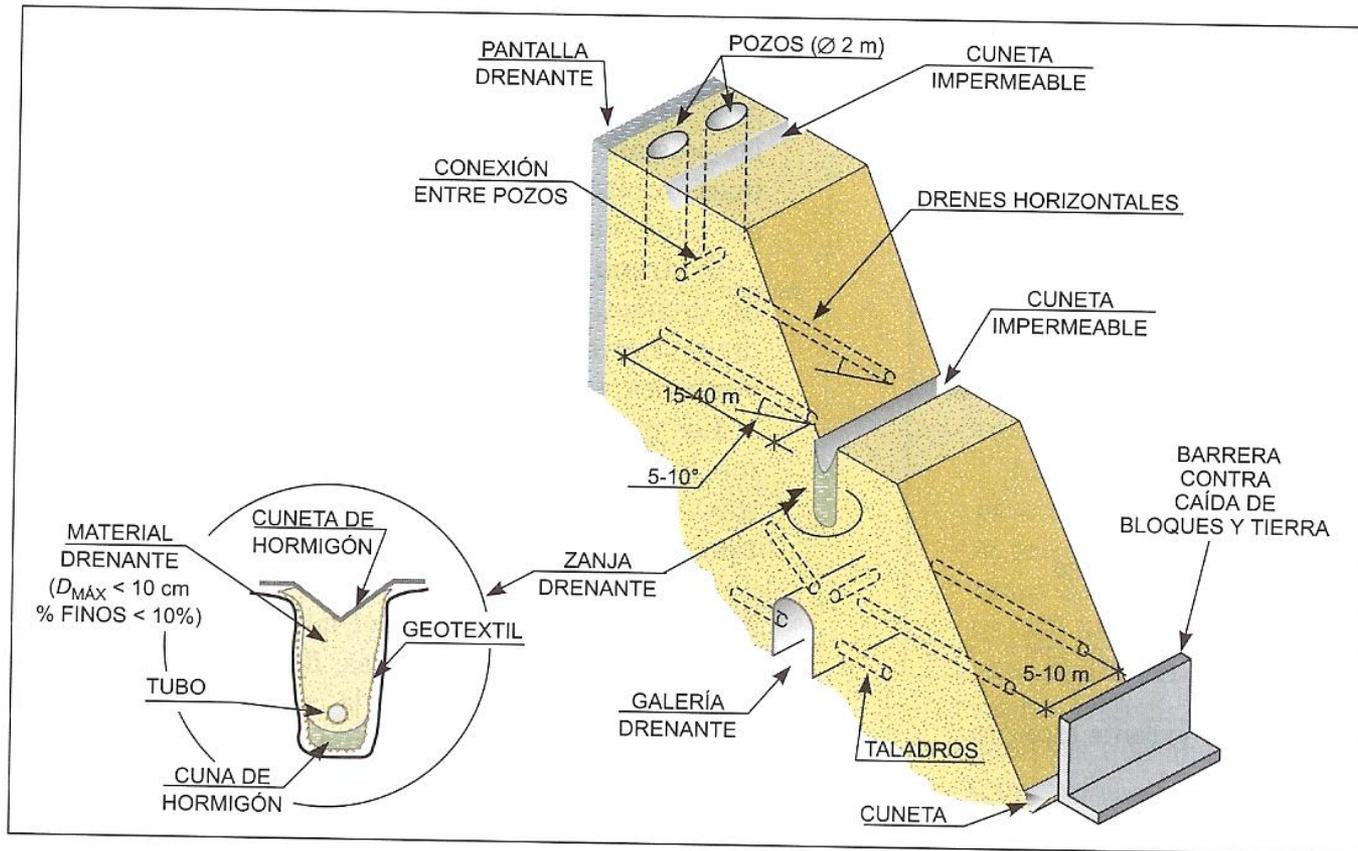
Figure 3.7 Geologic log of an exploratory excavation for the Santa Clara Tunnel, U.S. Bureau of Reclamation. (Courtesy of David Sparks and the USBR.)

# Exemplo de cartografia



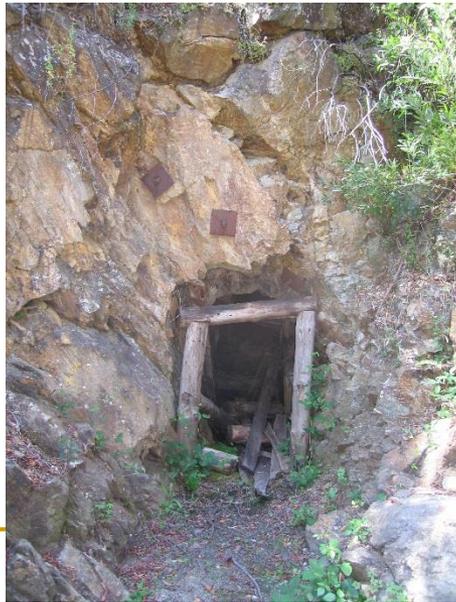
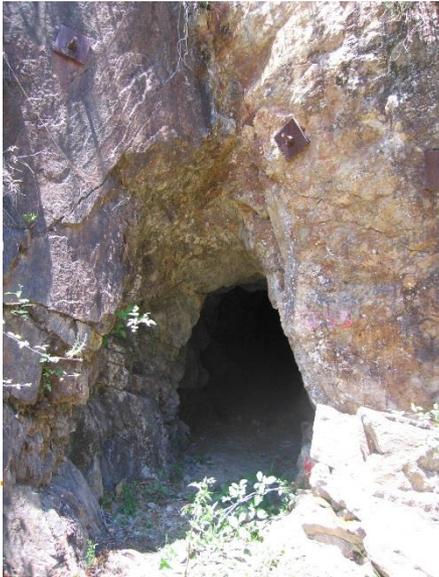
**Figure 3.8** Geologic log of a tunnel, showing details on both walls and a plan at springline. (Drawn by Jodene Goldenring of Geotechnical Graphics using the program GTGS upon a USBR log.)

# GALERIAS



**Figura 9.54** Medidas de drenaje y protección en taludes (Uriel, 1991).

Galeria de drenagem em talude



---

# GALERIA PILOTO

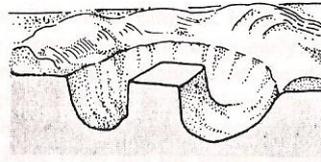


---

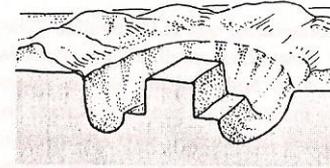
# POÇOS

- São furos de grande diâmetro
  - Habitualmente limitados a 4,5 m de profundidade
  - Desenvolvimento vertical com profundidade limitada (20 m)
  - Forma circular ou elíptica (1,80x1,20 m)
  - Aplicação em solos e rochas brandas
  - Frequentemente escavação manual
  - Permite colheita de amostras de maior volume (dezenas de kg), incluindo amostras indeformadas
  - Permite ensaios *in situ*
-

# POÇOS

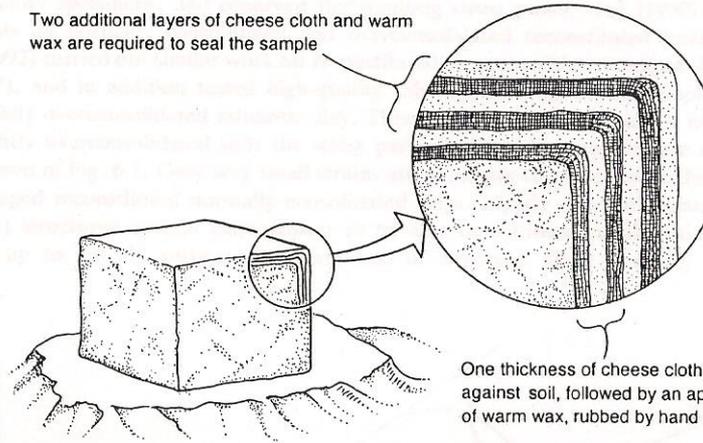


(a) Level ground surface, mark outline of sample and carefully excavate trench



(b) Deepen excavation below base of sample, and trim to size with a knife

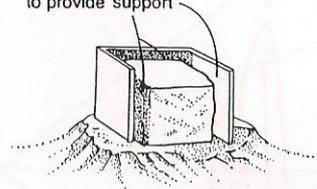
Two additional layers of cheese cloth and warm wax are required to seal the sample



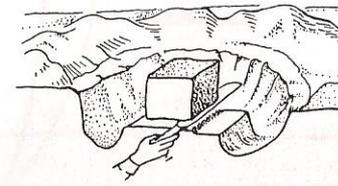
One thickness of cheese cloth is placed against soil, followed by an application of warm wax, rubbed by hand

(c) Seal with three layers of cheese cloth or plastic foodwrapping, waxing each layer by brush, or hand

fill space between sample and box, to provide support



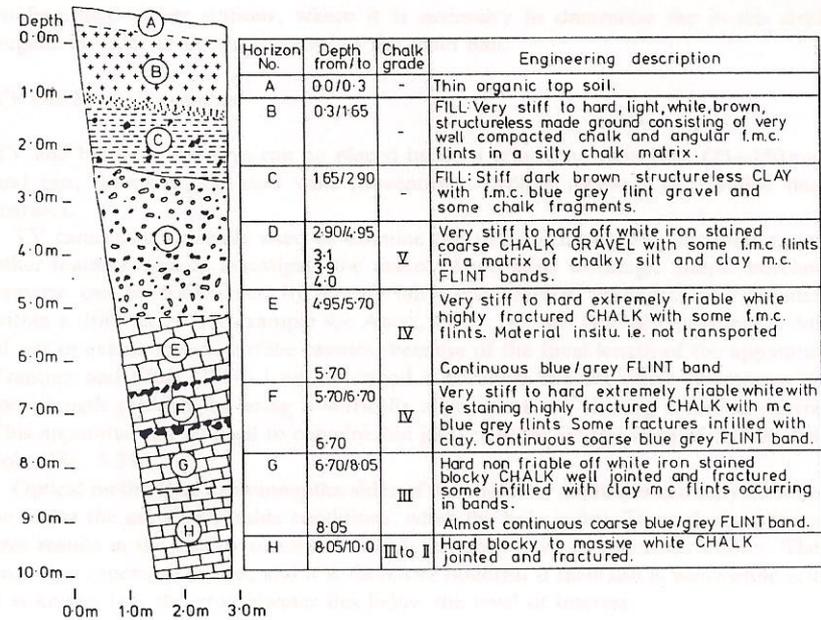
(d) Encase sample in a wooden box, packed with foam or damp woodshavings, if soil is easily disturbed



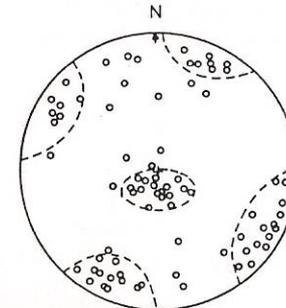
(e) Cut sample from bottom of pit, and seal base as in (c). Place wooden lid, if box is used

Fig. 6.5 Block sampling in a trial pit.

# POÇOS



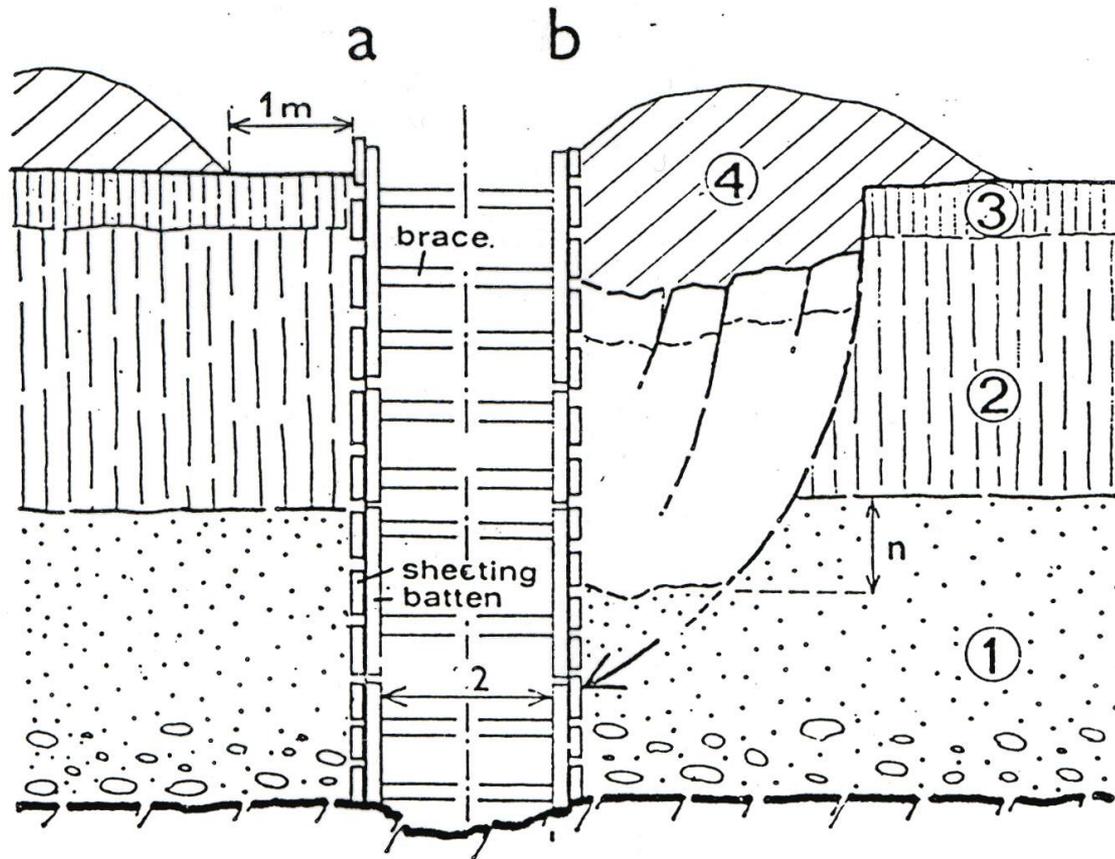
(a) One of the detailed logs produced by geologists to describe soil types, fracture spacing, bedding, weathering and so on



(b) Dip and strike of exposed joints, bedding planes, fractures plotted on a polar net

Fig. 5.23 Results obtained from a 10m deep pit in Upper Chalk in Hampshire (Anon 1974).

# POÇOS (entivação)



# POÇOS

## ■ Escavação

- ❑ Métodos mecânicos, em especial em poços pouco profundos (até 3,5 - 4 m)
- ❑ Métodos manuais para poços profundos ou com revestimento
- ❑ O custo aumenta com a profundidade devido à necessidade de entivação
- ❑ Poços muito profundos apenas são rentáveis se as paredes forem estáveis

## ■ Segurança – cuidados básicos

- ❑ Não descer a um poço profundo que não esteja entivado
- ❑ Existir escada para saída, em poços que se mantêm estáveis após escavação

---

# POÇOS

- Em solos e rochas brandas
  - Colocam questões de segurança (entivação a partir de 3 m)
  - Escavação mecânica e manual (em profundidade)
  - Risco de desabamento e dificuldades abaixo do nível piezométrico – necessário acompanhamento por geólogo ou engenheiro responsável
    - Necessidade de renovação de ar (quando profundos)
    - Necessidade de entivação em solos (aros metálicos)
-

---

# POÇOS

## ■ Vantagens

- ❑ Observação directa do maciço
- ❑ Realização de ensaios *in situ*
- ❑ Colheita de amostras

## ■ Limitações

- ❑ Profundidade
  - ❑ Difícil avanço abaixo do N.F.
-

---

# POÇOS

- Em construção civil são utilizados no estudo de:
    - Manchas de empréstimo
    - Estradas
    - Barragens
    - Taludes, para observação da superfície de escorregamento
    - Características do *bedrock*, quando se encontra a pequena profundidade
-

---

# EXEMPLO

- Barragem de Alto Lindoso (111 m de altura, 297 m de desenvolvimento do coroamento)
  - Fundação em granito, em contacto com micaxisto logo a montante
    - Prospecção
      - 10 valas na MD para detectar o contacto
      - 6 galerias
      - 16 sondagens
-

# EXEMPLO

## ■ Alto Lindoso

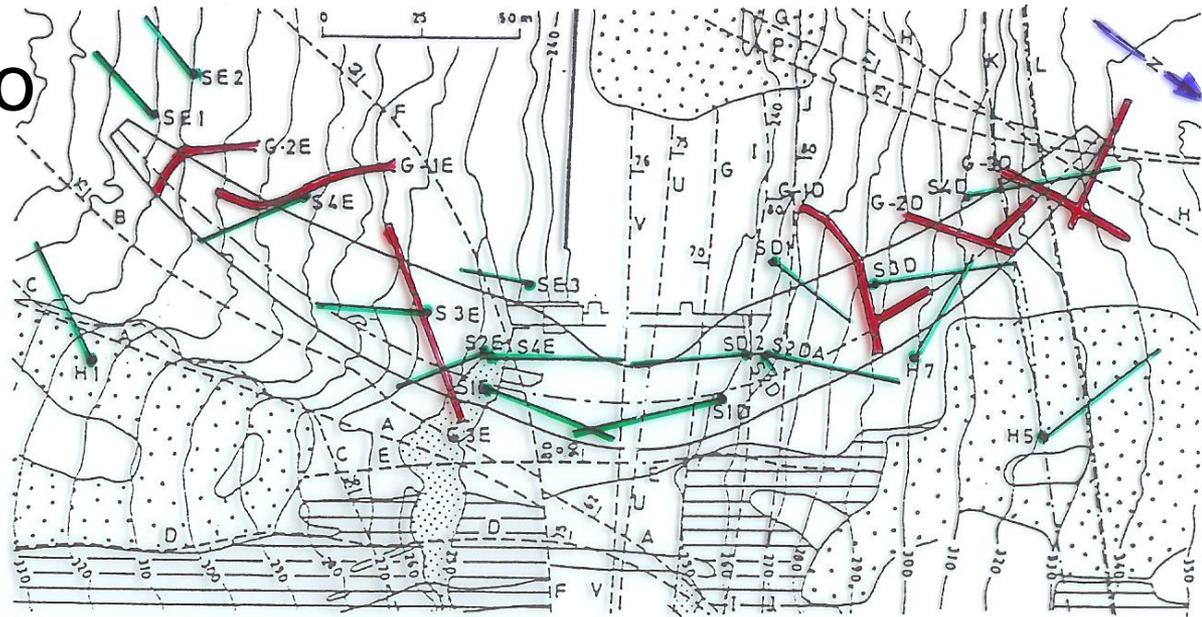
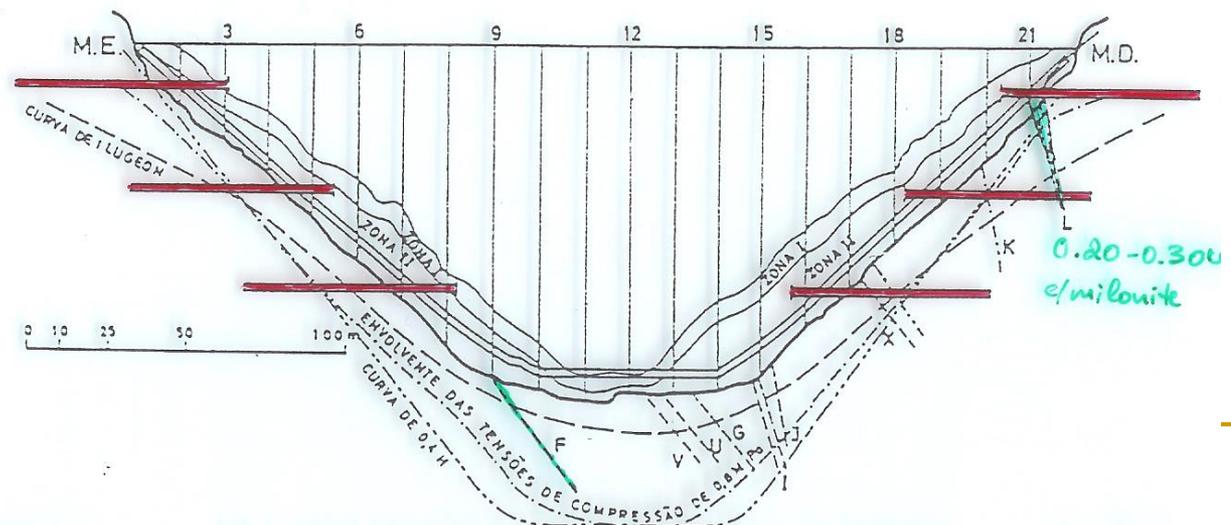


FIG. 1 - CARTA GEOLÓGICA DO LOCAL DA BARRAGEM

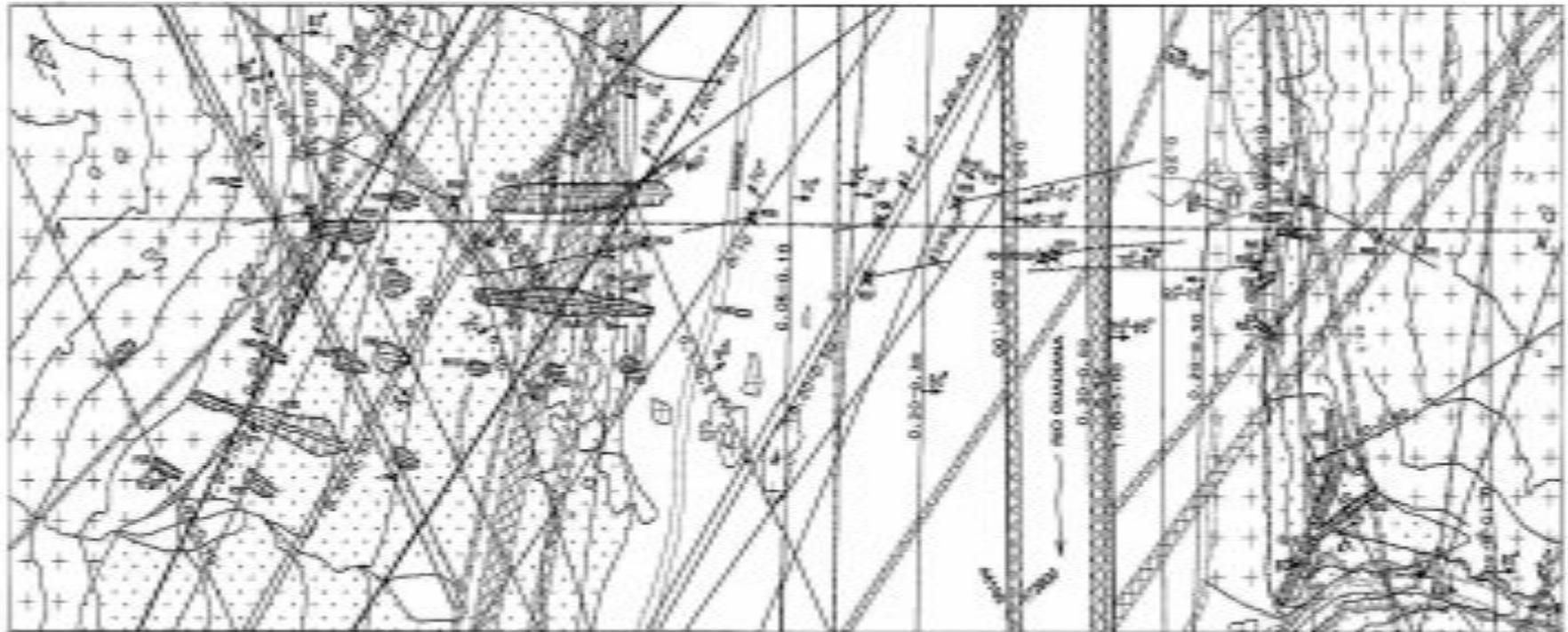


---

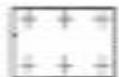
# EXEMPLO

- Barragem de Pedrogão
    - Vale com 265 m de largura
    - Fundação: granito e terraço do Plistocénico
    - Acidentes tectónicos
    - Prospeccção:
      - 14 poços na MD, 7 na ME
      - 4 valas na MD, 2 na ME
      - 13 sondagens (704 m de furação)
-

# EXEMPLO



Escala 1:2800  
0 25 50m



GRANITO (CARBÔNICO MÉDIO)



TERRAÇO FLUVIAL (PLIO-PLISTOCÊNICO)



ALUVIÕES RECENTES (HOLOCÊNICO)



FILHAS TIPO A



FILHAS TIPO B



POÇO (WALA DE PROSPECÇÃO)



SONDAGENS



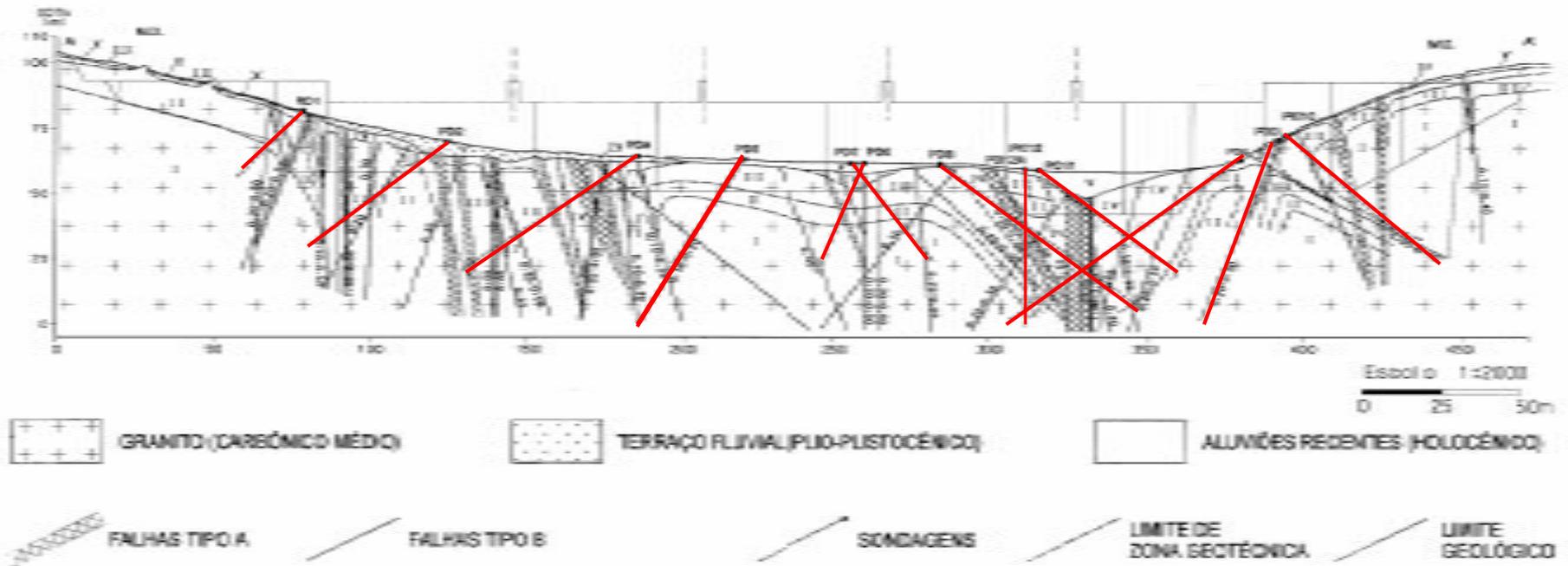
LIMITE GEOLÓGICO



CORTE A-A

# EXEMPLO

## ■ Barragem de Pedrogão



---

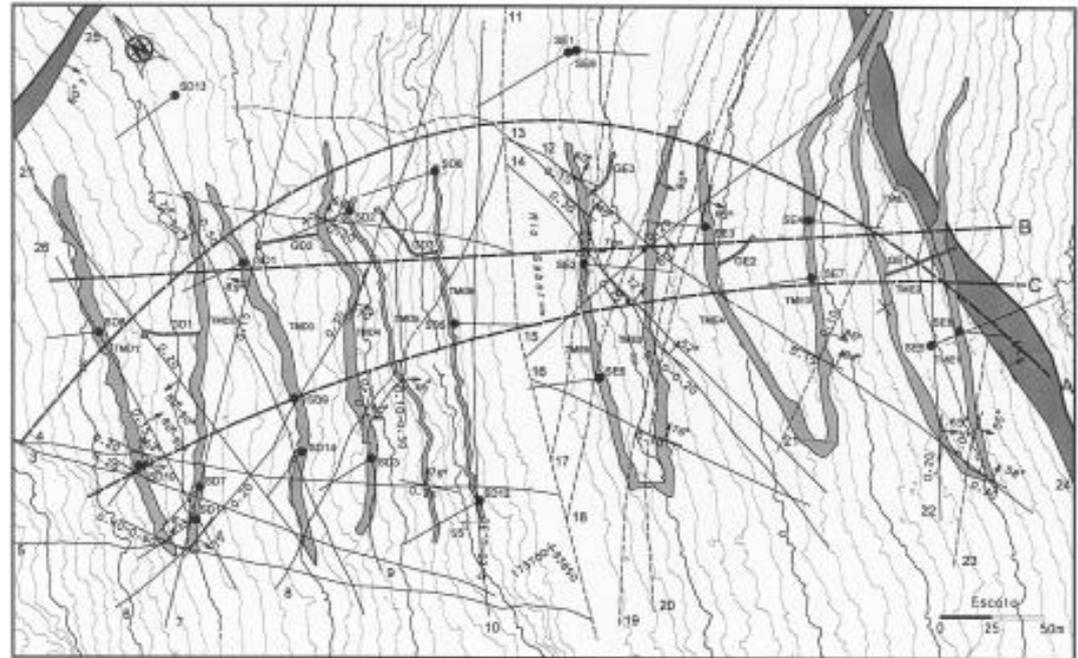
# EXEMPLO

## ■ Baixo Sabor

- Mais de 120 m de altura máxima (betão ou enrocamento)
  - Fundação: granito
  - Prospecção:
    - 13 trincheiras (2300 m de comprimento)
    - 6 galerias (180 m)
    - 27 sondagens (1496 m)
-

# GALERIAS

## ■ Barragem do Baixo Sabor



A - Superfície de referência da barragem abóbada B - Eixo do cruzamento da barragem em enrocamento C - Superfície de referência da barragem gravidade de BCC

PROJEÇÃO POLAR DE IGUAL ÁREA (HEMISFÉRIO INFERIOR)  
MARGEM DIREITA



MARGEM ESQUERDA



- Trincheira

- Fílo de quartzo

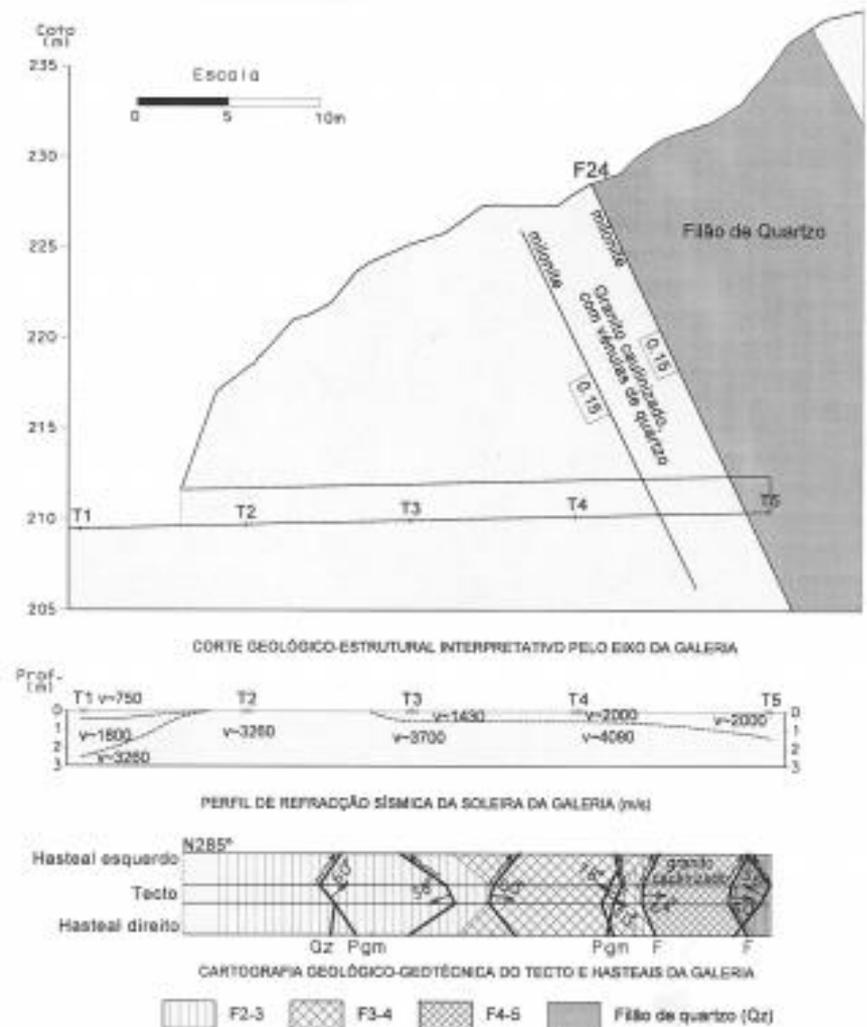
- Estrutura geológica certa ou provável (sulfureação)

- Sondagem mecânica

- Galeria

# GALERIAS

- Barragem do Baixo Sabor
  - Exemplo de cartografia de uma galeria de prospecção



# EXEMPLO

- Reforço de Potência de Venda Nova II (túneis e caverna)
  - Túneis: em carga 2800 + restituição 1400 m; 6,3 a 7,3 m de diâmetro
  - Caverna: 20x60 m, 30m de altura, 320 m de cobertura
  - Túnel de acesso: 1500 m, 8 m de diâmetro
  - Maciço: granito+rochas metamórficas+falha da Botica
  - Prospecção (2 fases):
    - 4 sondagens para estudo de falhas
    - 8 sondagens na restituição (4 na falha da Botica) (em geral não atingiram o túnel)
    - 1 sondagem na chaminé de equilíbrio (200 m) (importância da hidrogeologia)
    - 4 sondagens na caverna
    - 1 galeria ao longo da abóbada da central
    - Total: 29 sondagens em 1980 (2668 m), 13 em 1996 (2312 m) ~60% do comprimento do túnel

# EXEMPLO

- Barragem de Fridão (cerca de 100 m de altura)
  - Prospecção:
  - 7 trincheiras na MD (775 m), 7 na ME (1053 m)
  - 1 vala segundo o eixo da barragem
  - 7 galerias na MD (180 m), 6 na ME (107 m)
  - 30 sondagens à rotação (21 na MD, 840 m), 9 na ME, 390 m): barragem , central, túnel de desvio

# EXEMPLO

## ■ Fridão

