



Pedra Branca
E S C A V A Ç Õ E S

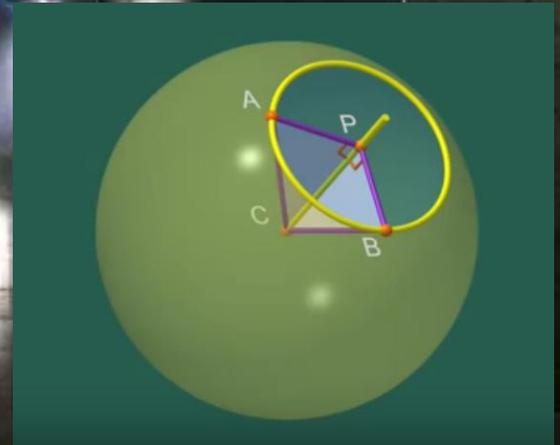
TÚNEIS EM HIDROELÉTRICAS DESAFIOS E SOLUÇÕES

Março 2025

Luiz Guilherme Isfer Maciel



- Utilização
- Geometria
- Meio ambiente
- Social



- ◎ Design
- ◎ Multidisciplinar
- ◎ Institucional
 - Publicações
 - Normas
 - Conselhos



Vantagens Ambientais

- ◎ **Isolações térmica, acústica, contaminantes e desastres naturais**
- ◎ **Menor impacto ambiental**
- ◎ **Razões topográficas**
- ◎ **Falta de espaço**

- 
- ◎ Redução da poluição na superfície
 - ◎ Maior rapidez e eficiência na mobilidade urbana
 - ◎ Libera áreas verdes e de lazer sobre o terreno
 - ◎ Valorização das áreas

Vantagens Soc

Maiores Desafios

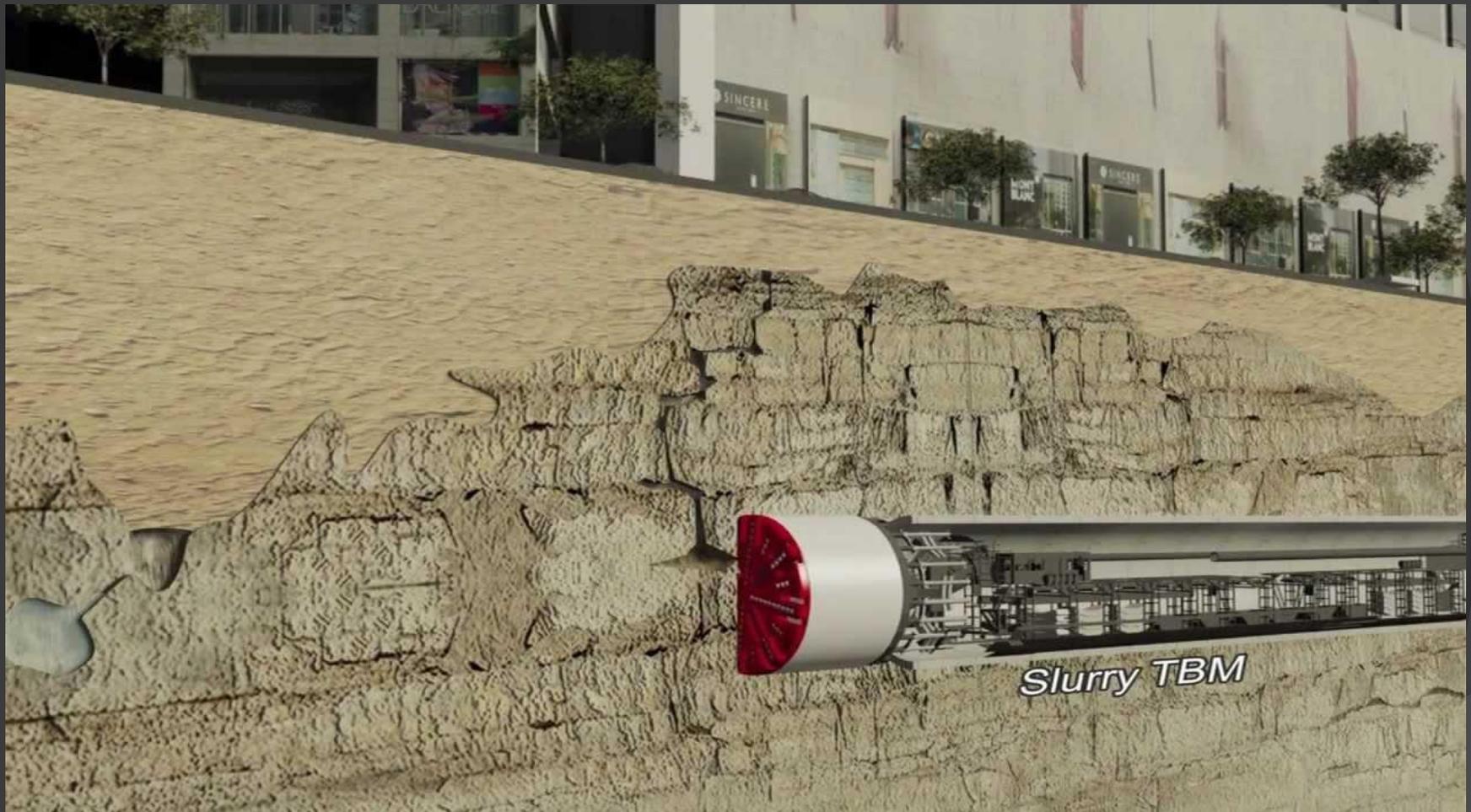
Relacionamentos

Mão de Obra Qualificada

Governo

MF / MTE / Exercito / CREA

Métodos Construtivos

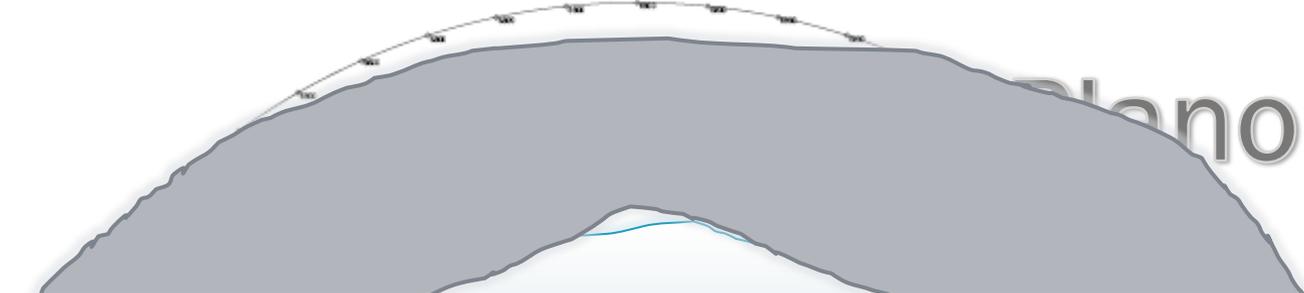


Slurry TBM

Ciclo *Drill & Blast*



Plano Fogo

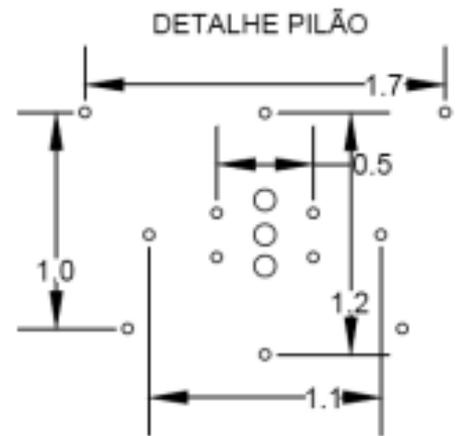


GERAL

Área: ~109m ²	Volume: ~109m ³
Profundidade furos: ~1,0m	Furos alargados: 3
Densidade de furos: 1,35 furos/m ²	Diâmetro alargados: 101
Diâmetro dos furos: 51mm	Carga específica média: ~1,56kg/m ³
Total de furos: 148	Total explosivos: ~170kg

CONTORNO

Diâmetro dos furos: 51mm	Carga de fundo: ~0,183kg
Espaçamento: 0,70m	Carga de coluna: ~0,05kg
Burden: 1,0m	Carga total: ~0,233kg
Look out: 0,30m	Razão acoplamento explosivo coluna: 0,27
Razão Esp./Burden: 0,70	Configuração: smooth blasting



ARQUIVO NAVEGAÇÃO JUMBO: R570R670AV130PLENA.xml

Diâmetro dos furos: 51mm	Carga de fundo: ~0,183kg
Espaçamento: 0,70m	Carga de coluna: ~0,05kg
Burden: 1,0m	Carga total: ~0,233kg
Look out: 0,30m	Razão acoplamento explosivo coluna: 0,27
Razão Esp./Burden: 0,70	Configuração: smooth blasting



ARQUIVO NAVEGAÇÃO JUMBO: R570R670AV130PLENA.xml

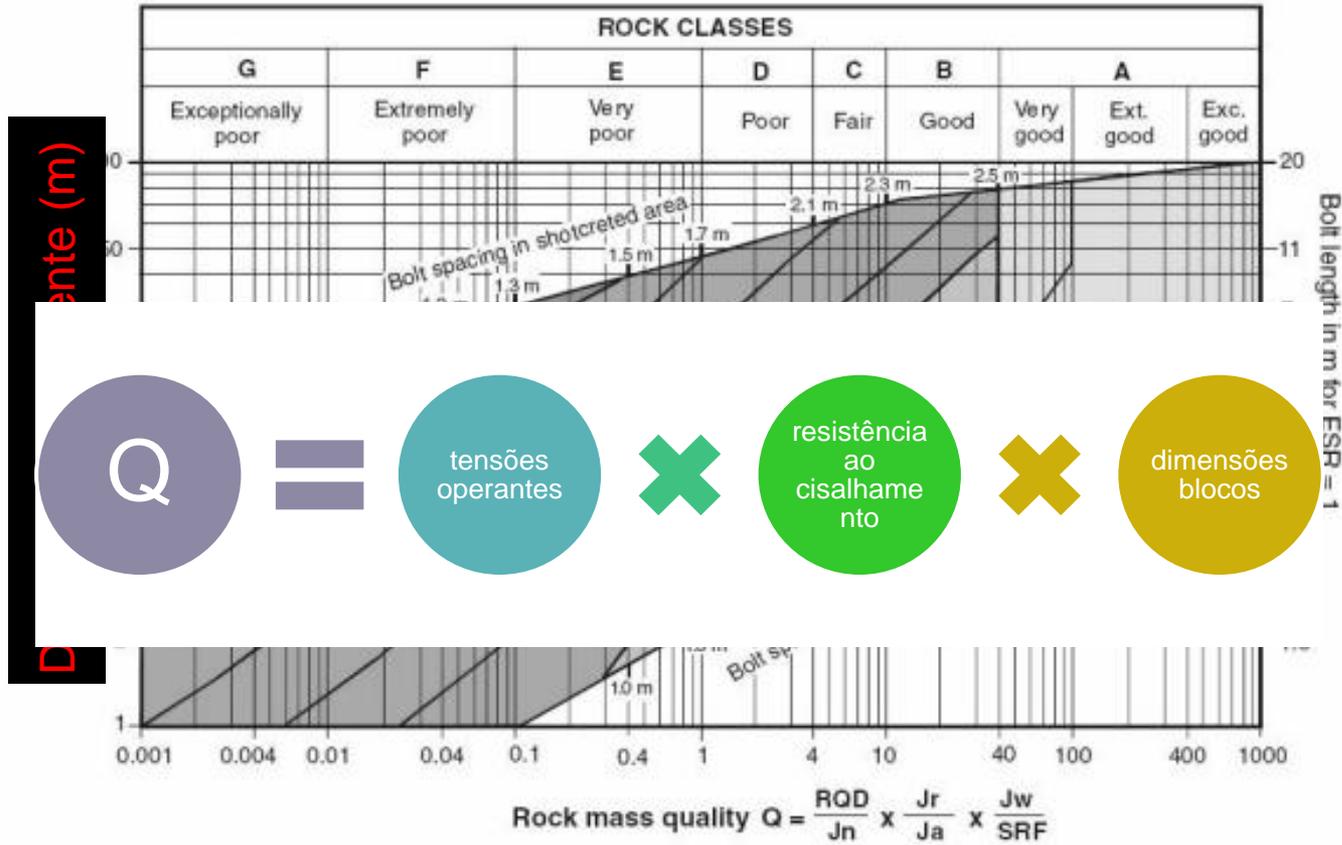
Classificação de maciços rochosos

102	ESQUERDA	EMBOQUE: Norte	ESTACA: 1231+4,05 A 1231+5,35	ETAPA: SEÇÃO PLENA 109	DATA: 09/06/2016
		DESCRIÇÃO DO MACIÇO: Avanço esquadro em rocha sã, fraturada, pontos com fraturas preenchidas por material alterado, fina lente de material oxidado, surgência de água		CLASSIFICAÇÃO GEOMECÂNICA DO MACIÇO (BIENIAWSKI, 1989)	
		OBSERVAÇÕES:		RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES - RCS MPa: > 250, 100 a 250, 50 a 100, 25 a 50, 5 a 25, 1 a 5, < 1 ÍNDICE: 15, 12, 7, 4, 2, 1, 0	
				ROCK QUALITY DESIGNATION - RQD %: 90-100, 75-90, 50-75, 25-50, < 25 ÍNDICE: 20, 17, 8, 8, 3	
				COMPRIMENTO DAS FRATURAS METRO: < 1, 1 a 3, 3 a 10, 10 a 20, > 20 ÍNDICE: 6, 4, 2, 1, 0	
				ESPAÇAMENTO DAS FRATURAS METRO: > 2, 0,5 a 2, 0,2 a 0,6, 0,06 a 0,2, < 0,06 ÍNDICE: 20, 15, 10, 8, 5	
				ABERTURA DAS FRATURAS MILÍMETRO: 0, < 0,1, 0,1 - 1, 1 - 5, > 5 ÍNDICE: 6, 5, 4, 1, 0	
				PREENCHIMENTO DAS FRATURAS CONDIÇÃO: NENHUM, DURO e < 5mm, DURO e > 5mm, MOLE e < 5mm, MOLE e > 5mm ÍNDICE: 6, 4, 2, 2, 0	
				ALTERAÇÃO DO PREENCHIMENTO GRAU DE ALTERAÇÃO: NÃO ALTERADAS, LIGERAMENTE ALTERADA, MODERADAMENTE ALTERADA, MUITO ALTERADA, EM DECOMPOSIÇÃO ÍNDICE: 6, 5, 3, 1, 0	
				RUGOSIDADE DAS FRATURAS CONDIÇÃO: MUITO RUGOSO, RUGOSO, POUCO RUGOSO, LISA, ESTRIADA ÍNDICE: 6, 5, 3, 1, 0	
				ÁGUA SUBTERRÂNEA CONDIÇÃO: SECO, LEVEMENTE ÚMIDO, ÚMIDO, GOTEJANDO, FLUXO ÍNDICE: 15, 10, 7, 4, 0	
				ORIENTAÇÃO DAS FRATURAS DIREÇÃO E MERGULHO: MUITO FAVORÁVEL, FAVORÁVEL, MODERADO, DESFAVORÁVEL, MUITO DESFAVORÁVEL ÍNDICE: 0, -2, -5, -10, -12	
		CORRELAÇÃO ENTRE SEÇÃO TIPO E MACIÇO ROCHOSO			
SEÇÃO TIPO	CLASSE DO MACIÇO	TIPO DE MACIÇO	Q - BARTON	VALOR RMR	
	I	ROCHA	> 40	> 80	
	I / II	ROCHA	4 a 40	61 a 80	
	III	ROCHA	0,4 a 4	51 a 60	
	III / IV	ROCHA	0,1 a 0,4	36 a 50	
	IV	MISTO SOLO / ROCHA	< 0,1	20 a 35	
	V	SOLO / RAM / RAD		< 10	
ÍNDICE RMR	ÍNDICE Q	SEÇÃO TIPO DE PROJETO	CLASSE DO MACIÇO		
40	01004	B2	III / IV		

09 06 2016

Tempo de auto-sustentação ~ 4

Sistema Q – Barton et al. (1974)



ente (m)

D

Tratamentos de Túneis

- Bate-choco
- Drenos - \$
- Tirantes - \$
- Concreto Projetado - \$\$
- Fibras - \$\$
- Cambotas - \$\$\$
- Enfilagens Injetadas - \$\$\$\$
- Jet Grouting - \$\$\$\$\$
- Telas - \$\$\$









TIRANTES MONTANTE STF
23/06/2021 11:09



Pedra Branca
ESCAVAÇÕES

Rellora Engenharia







Pedra Branca
ESCAVAÇÕES





Referências

Luiz Guilherme Isfer Maciel

LG@pedrabrancaescavacoes.com.br

(41) 999-964-911

pedrabrancaescavacoes.com.br/

Associação Internacional de Túneis

www.ita-aites.org/en/

Comitê Brasileiro de Túneis

www.tuneis.com.br/

Sociedade Internacional de Engenharia de Explosivos

www.isee.org/