

Código: FM-ENG-001			
Nº da revisão: 00			
Elaborador: EPC			
Aprovador: Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação: 11/12/2017			
Periodicidade da revisão: Anual			
Abrangência: Corporativa			
Classificação: Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO			
RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES			
CANDONGA			
PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO			
PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E			
PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083			
MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL			
DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS			
CONSIDERANDO O AS BUILT			
Nº CONTRATADA		PÁGINA	
S0867B01-1-G10-MCL-0009		1/15	
Nº FUNDAÇÃO RENOVA		REV.	
N035500-C-1MC006		01	

REVISÕES

TE: TIPO	A - PRELIMINAR	C - PARA CONHECIMENTO	E - PARA CONSTRUÇÃO	G - CONFORME CONSTRUÍDO
EMIÇÃO	B - PARA APROVAÇÃO	D - PARA COTAÇÃO	F - CONFORME COMPRADO	H - CANCELADO

[illegible]

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0009	2/15	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N035500-C-1MC006	REV. 01	

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	3
2.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3.0	SOLUÇÃO PROPOSTA	3
4.0	DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E TIRANTES	4
5.0	DIMENSIONAMENTO DA ANCORAGEM NA ROCHA	10

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			S0867B01-1-G10-MCL-0009	3/15
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC006	01

1.0 INTRODUÇÃO

A concepção do projeto consiste na implantação de um Barramento, submerso, localizado a aproximadamente 6.400m em relação ao eixo da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, com a crista fixada na cota 322,0 m, tendo como função a contenção de sedimentos e permitir a dragagem do sedimento depositado entre a Usina e o Barramento A. Esta dragagem permitirá a operação da Usina.

2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

G006970-O-100042	UHE Candonga – Estudo Recuperação Reservatório - Barramento C – Investigações Geológico-Geotécnicas – Desenho
G006911-C-100007	UHE Candonga – Estudo Recuperação Reservatório - Barramento C – Projeto Executivo - Desenhos
G006911-C-100008	UHE Candonga – Estudo Recuperação Reservatório - Barramento C – Projeto Executivo - Desenhos
G006911-C-100009	UHE Candonga – Estudo Recuperação Reservatório - Barramento C – Projeto Executivo - Desenhos
G006911-C-100010	UHE Candonga – Estudo Recuperação Reservatório - Barramento C – Projeto Executivo - Desenhos
G006911-C-100011	UHE Candonga – Estudo Recuperação Reservatório - Barramento C – Projeto Executivo - Desenhos

3.0 SOLUÇÃO PROPOSTA

O Barramento é constituído por duas linhas de estruturas metálicas combinadas de estacas prancha, dotadas de encaixe nas extremidades, e estacas tubulares de aço que serão executados com a cravação sucessiva dos perfis encaixados uns aos outros, formando uma parede contínua, mas ao mesmo tempo flexível. Na Figura 1 é mostrada uma representação esquemática da solução proposta para o Barramento.

A distância entre as duas linhas de contenção é de 25,0 m e este espaço será preenchido com aterro.

As duas linhas de contenção, chamadas como Parede Montante e Parede Jusante, serão ligadas através de tirantes, instalados na El. 318,50.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Williams de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			S0867B01-1-G10-MCL-0009	4/15
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC006	01

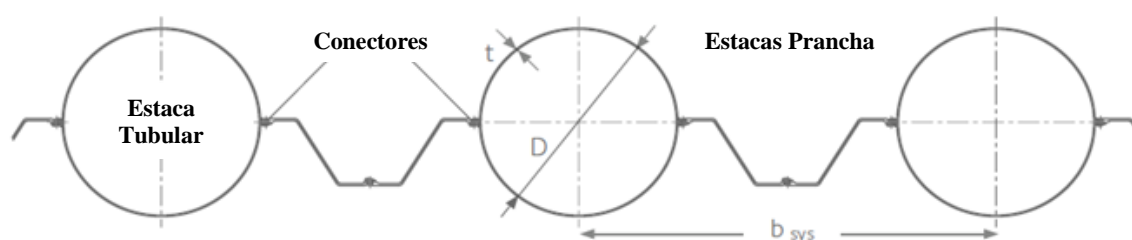


Figura 1: Representação esquemática da solução proposta para o Barramento

4.0 DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E TIRANTES

4.1 PROJETO INICIAL

O projeto inicial do Barramento C foi desenvolvimento em conjunto com a Arcelor Mittal e as premissas, hipóteses de cálculo, parâmetros e resistências dos materiais adotados e o dimensionamento das estacas e tirantes são apresentados no Anexo 1.

Este dimensionamento considerou as elevações de montante e de jusante no Barramento para uma vazão de 100 m³/s.

O dimensionamento do Barramento C definiu que as estacas estejam, em determinados trechos apoiadas na rocha e em outros trechos ancoradas na rocha, através de embutimento (pinagem).

Em conformidade com a Norma EN 1993-5:2007, considerou-se uma perda de 2,4 mm na espessura das estacas devido corrosão, para a condição de reservatório cheio.

4.2 REVISÃO 1

Foi elaborada uma verificação do dimensionamento do Barramento C, considerando a vazão de 1.000 m³/s e a vazão para a TR 25 anos ($Q=1897$ m³/s).

Elevações e Vazões consideradas:

$Q = 1.000$ m³/s

NA Montante = El. 324,70 m

NA Jusante = El. 319,70 m.

TR 25 anos ($Q = 1.897$ m³/s)

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			S0867B01-1-G10-MCL-0009	5/15
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC006	01

NA Montante = El. 326,00 m

NA Jusante = El. 322,50 m.

Tipo de materiais empregados:

Trechos A e F

- Estaca Prancha tipo SSP AZ 20-800-D – Aço S430GP
- Tensão de ruptura = 430 Mpa

Trechos B e D

- Tubo D1400x16 mm – Aço A572GR50
- Tensão de ruptura = 345 Mpa

Trechos C

- Tubo D1400x16 mm – Aço A572GR60
- Tensão de ruptura = 415 Mpa

Trecho E

- Tubo D1400x14 mm – Aço A572GR60
- Tensão de ruptura = 415 Mpa

A seguir apresenta-se um resumo do dimensionamento das estacas pranchas e tubulares:

Em conformidade com a Norma EN 1993-5:2007, considerou-se uma perda de 2,4 mm na espessura das estacas devido corrosão, para a condição de reservatório cheio.

Trechos A

- Tensão atuante = 320 Mpa
- Fator de segurança = 1,34

Trecho B

- Tensão atuante = 155 Mpa
- Fator de segurança = 2,22

Trecho C

- Tensão atuante = 300 Mpa
- Fator de segurança = 1,38

Trecho D

- Tensão atuante = 197 Mpa
- Fator de segurança = 1,75

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0009	6/15	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N035500-C-1MC006	REV. 01	

Trecho E

- Tensão atuante = 215 Mpa
- Fator de segurança = 1,93

Trecho F

- Tensão atuante = 109 Mpa
- Fator de segurança = 3,94

VALORES MÁXIMOS DE DEFORMAÇÃO:

Trecho A = 50 mm

Trecho B = 40 mm;

Trecho C = 80 mm

Trecho D = 60 mm

Trecho E = 60 mm

Trecho F = 20 mm

Os esforços solicitantes, momento fletor, força cortante, deslocamentos e o dimensionamento das estruturas estão apresentados no Anexo 2.

4.3 REVISÃO 2

Revisão do dimensionamento do Barramento C, verificando as possíveis cotas de sedimentos devido a possibilidade de ocorrência de erosões a jusante do barramento, de forma que a estrutura fique estável, admitindo-se uma redução dos fatores de segurança por se tratar-se de carregamentos temporários (fase de construção).

Elevações e Vazões consideradas:

$Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$

NA Montante = El. 322,60 m

NA Jusante = El. 318,40 m.

$Q = 1.000 \text{ m}^3/\text{s}$

NA Montante = El. 324,70 m

NA Jusante = El. 319,70 m.

TR 25 anos ($Q = 1.897 \text{ m}^3/\text{s}$)

NA Montante = El. 326,00 m

NA Jusante = El. 322,50 m.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0009	7/15	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N035500-C-1MC006	REV. 01	

$Q = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Reservatório cheio)

NA Montante = El. 327,50 m

NA Jusante = El. 327,50 m.

Após dimensionamentos elaborados chegou-se às possíveis cotas de sedimentos:

Trechos A e F – El. 316,00

Trechos B e C - El. 312,00

Trechos D e E - El. 310,00

A seguir apresenta-se um resumo do dimensionamento das estacas pranchas e tubulares:

- Quanto à estabilidade da estrutura:

Trechos A e F

- Tensão atuante = 320 Mpa

- Fator de segurança = 1,34

Trecho B

- Tensão atuante = 180 Mpa

- Fator de segurança = 1,91

Trecho C

- Tensão atuante = 359 Mpa

- Fator de segurança = 1,16

Trecho D

- Tensão atuante = 299 Mpa

- Fator de segurança = 1,15

Trecho E

- Tensão atuante = 337 Mpa

- Fator de segurança = 1,23

- Quanto à Ficha da estaca:

Trechos A e B

- Fator de segurança = 1,29

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			S0867B01-1-G10-MCL-0009	8/15
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC006	01

Trecho C

- Fator de segurança = 1,31

Trecho D

- Fator de segurança = 1,61

Trecho E

- Fator de segurança = 1,38

Trecho F

- Fator de segurança = 1,21

VALORES MÁXIMOS DE DEFORMAÇÃO:

Trecho A = 91 mm

Trecho B = 50 mm;

Trecho C = 92 mm

Trecho D = 96 mm

Trecho E = 90 mm

Trecho F = 25 mm

Os esforços solicitantes, momento fletor, força cortante, deslocamentos e o dimensionamento das estruturas estão apresentados no Anexo 3.

4.4 REVISÃO 3

➤ GERAL

A seguir apresenta-se uma análise do dimensionamento do Barramento C, considerando:

- dimensionamento nas seções onde estão localizados os instrumentos de leituras de deformações, apresentado no Anexo 4. A localização dos instrumentos estão apresentados no Anexo 7;

- análise considerando as paredes de montante e de jusante, ligadas no topo através de tirantes, trabalhando em conjunto e não isoladas, conforme critério adotado no primeiro dimensionamento;

- casos de carregamentos, considerando o método construtivo. Os Casos de Carregamentos e as Etapas de Construção estão apresentados nos Anexos 5 e 6, respectivamente.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0009	9/15	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N035500-C-1MC006	01	

➤ CASOS DE CARREGAMENTOS

Seguem os Casos de Carregamentos considerados no dimensionamento.

Estes são os Casos de Carregamentos que apresentaram os maiores valores de deformação nos dimensionamentos anteriores, devido maiores desníveis de água montante–jusante.

Caso 1:

- Aterro de Conquista: El. 318,50;
- NA Montante: El. 319,00;
- NA Jusante: El. 319,00
- Cota do sedimento Montante: El 312,00
- Cota do sedimento Jusante: El. 312,00

Caso 2:

- Aterro de Conquista: El. 318,00;
- NA Montante: El. 319,00;
- NA Jusante: El. 317,50
- Cota do sedimento Montante: El 312,00
- Cota do sedimento Jusante: El. 312,00

Caso 3

- Aterro entre os Barramentos: El. 322,00;
- NA Montante: El. 322,60 (Q=100m³/s);
- NA Montante: El. 324,70 (Q=1000m³/s);
- NA Jusante: El. 318,40 (Q=100m³/s);
- NA Montante: El. 319,70 (Q=1000m³/s);
- Cota do sedimento Montante: El 322,00
- Cota do sedimento Jusante: El. 305,00

➤ DEFORMAÇÕES

Os valores de deformações estão apresentados nos dimensionamentos (Anexo 4)

Valores máximos:

Para Q = 100 m³/s – 222 mm

Para Q = 1000 m³/s – 298 mm.

Código:	FM-ENG-001		
Nº da revisão:	00		
Elaborador:	EPC		
Aprovador:	Willians de Souza Arruda		
Data da aprovação:	11/12/2017		
Periodicidade da revisão:	Anual		
Abrangência:	Corporativa		
Classificação:	Público		
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA
		S0867B01-1-G10-MCL-0009	10/15
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
		N035500-C-1MC006	01

5.0 DIMENSIONAMENTO DA ANCORAGEM NA ROCHA

A verificação da ancoragem em rocha (pino) é realizada para dois trechos (Trecho A e Trecho B).

Trecho A – Elevação da camada rochosa abaixo da El 304 m

Dois perfis tubulares $\varnothing 355\text{mm}$, esp. 16mm, aço A573Gr50 ($f_y=345\text{Mpa}$);

Trecho B – Elevação da camada rochosa abaixo da El 304 m

Dois perfis W 250x115 aço A573Gr50 ($f_y=345\text{MPa}$).

Trecho A:

A verificação do pino em rocha no Trecho A é realizada implementando um modelo em Plaxis 2D com elevação do topo rochoso na El 300,5 m. Pelo modelo são obtidas as seguintes solicitações:

$$M_{\max} = 257.5 \text{ kNm/m}$$

$$V = 77 \text{ kN/m}$$

$$V_{\max} = 339 \text{ kN/m}$$

$$M = 212 \text{ kNm/m}$$

Para este Trecho de parede combinada considera-se um espaçamento entre os pinos na rocha de 2.86m.

A verificação combinada cisalhamento-flexão é realizada, caso o cisalhamento solicitante de projeto V_{Ed} seja superior ao 50% do cisalhamento resistente V_{Rd} , considerando na verificação a flexão uma redução da tensão de escoramento igual a:

$$f_{y,red} = (1-\rho) f_y$$

onde

$$\rho = (2V_{Ed}/V_{Rd} - 1)^2$$

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa	SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT	Nº CONTRATADA	PÁGINA
Classificação:	Público		S0867B01-1-G10-MCL-0009	11/15
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC006	01

1 Tubo:

$$A_v = 2 A / 3.14 = 2 \times 170.4 / 3.14 = 108 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd} = 345000 \times 0.0108 / (3^{0.5} \times 1.1) = 1955 \text{ kN}$$

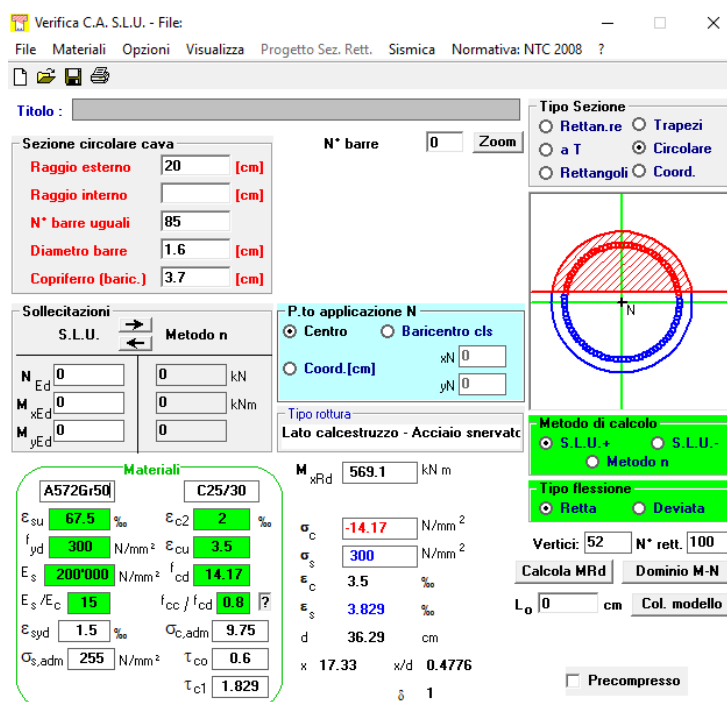
1)

$$V_{E,d} = 77 \times 2.86 \times 1.4 / 2 = 154 \text{ kN/tubo} < 0.5 \times V_{R,d}$$

→ é realizada a verificação a

simples flexão

1 tubo:



$$M_{R,d} = 569 \text{ kNm}$$

$$M_{E,d} = 257.5 \times 2.86 \times 1.4 / 2 = 515 \text{ kNm/tubo} < M_{R,d}$$

→ a verificação é satisfeita.

2)

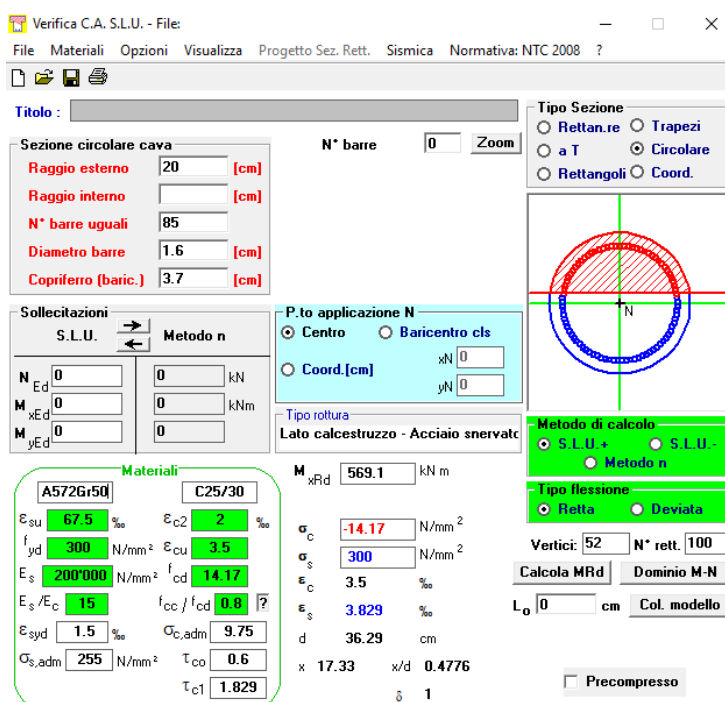
$$V_{E,d} = 339 \times 2.86 \times 1.4 / 2 = 678 \text{ kN/tubo} < 0.5 \times V_{R,d}$$

→ é realizada a verificação a

simples flexão

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa	SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT	Nº CONTRATADA	PÁGINA
Classificação:	Público		S0867B01-1-G10-MCL-0009	12/15
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC006	01

1 Tubo:



$$M_{R,d} = 569 \text{ kNm}$$

$$M_{E,d} = 212 \times 2.86 \times 1.4 / 2 = 424 \text{ kNm/tubo} < M_{R,d}$$

→ a verificação é satisfeita

Trecho B:

A verificação do pino em rocha no Trecho B é realizada implementando um modelo em Plaxis 2D com elevação da camada rochosa na El 304 m. Pelo modelo são obtidas as seguintes solicitações:

$$M_{max} = 165 \text{ kNm/m}$$

$$V = 17 \text{ kN/m}$$

$$V_{max} = 242 \text{ kN/m}$$

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			S0867B01-1-G10-MCL-0009	13/15
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N035500-C-1MC006	01

M = 134 kNm/m

Por este trecho de parede combinada se considera um espaçamento entre os pinos em rocha de 3.13m.

A verificação combinada cisalhamento-flexão é realizada, caso o cisalhamento solicitante de projeto V_{Ed} seja superior a 50% do cisalhamento resistente V_{Rd} , considerando na verificação a flexão uma redução da tensão de escoramento igual a

$$f_{y,red} = (1-\rho) f_y$$

onde

$$\rho = (2V_{Ed}/V_{Rd} - 1)^2$$

As verificações são apresentadas a seguir, com referencia as duas combinações das ações acima indicadas.

Nº profili	2	y	1.4		
fyk	345 Mpa	bsys	3.13 m		
W	1406 cm3				
A	146.1 cm2	Vk	17.0 kN/m		
Av	39.0 cm2	Mk	165.0 kNm/m		
ym	1.1				
Vrd	1412.4 kN	Vsd	74.5 kN	FS	18.96
ρ	0.000				
Mrd	881.9 kNm	Msd	723.0 kNm	FS	1.22

Nº profili	2	y	1.4		
fyk	345 Mpa	bsys	3.13 m		
W	1406 cm3				
A	146.1 cm2	Vk	242.0 kN/m		
Av	39.0 cm2	Mk	134.0 kNm/m		
ym	1.1				

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0009	14/15	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N035500-C-1MC006	01	

Vrd	1412.4 kN	Vsd	1060.4 kN	FS	1.33
ρ	0.252				
Mrd	660.0 kNm	Msd	587.2 kNm	FS	1.12

Conclusões:

De acordo com os cálculos efetuados acima, pode-se concluir que é possível considerar duas armações diferentes para os pinos em rocha, conforme descrito a seguir:

- TRECHO A = trecho de parede com o topo rochoso inferior a El 304 m:

Armação: 2 perfis tubulares com as seguintes características:

$\varphi = 355\text{mm}$;

esp = 16mm;

grau do aço A572Gr50.

- TRECHO B = trecho de parede com o topo rochoso superior a El 304 m:

Armação: 2 perfis W 250x115;

grau do aço A572Gr50.

Código:	FM-ENG-001			
Nº da revisão:	00			
Elaborador:	EPC			
Aprovador:	Willians de Souza Arruda			
Data da aprovação:	11/12/2017			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Abrangência:	Corporativa			
Classificação:	Público			
SOCIOECONÔMICO 01 - PROGRAMA 09 – RECUPERAÇÃO RESERVATÓRIO UHE RISOLETA NEVES CANDONGA PROJETO DETALHADO BARRAMENTO C - REVISÃO DO PROJETO EXECUTIVO CONSIDERANDO O AS BUILT E PROJETO DE PROTEÇÃO DAS OMBREIRAS – SE09083 MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL DIMENSIONAMENTO DAS ESTACAS E ANCORAGENS CONSIDERANDO O AS BUILT		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		S0867B01-1-G10-MCL-0009	15/15	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N035500-C-1MC006	01	

ANEXOS

 Anexo 1.pdf	ANEXO 1 - BARRAMENTO C - DIMENSIONAMENTO Formato: Adobe PDF Número de páginas (12)
 Anexo 2.pdf	ANEXO 2 - BARRAMENTO C – DIMENSIONAMENTO – REVISÃO 1 Formato: Adobe PDF Número de páginas (38)
 Anexo 3.pdf	ANEXO 3 - BARRAMENTO C – DIMENSIONAMENTO – REVISÃO 2 Formato: Adobe PDF Número de páginas (41)
 Anexo 4.pdf	ANEXO 4 - BARRAMENTO C – DIMENSIONAMENTO – REVISÃO 3 Formato: Adobe PDF Número de páginas (36)
 Anexo 5.zip	ANEXO 5 - BARRAMENTO C – CASOS DE CARREGAMENTO Formato: Autocad DWG Número de páginas (1)
 Anexo 6.zip	ANEXO 6 - BARRAMENTO C – ETAPAS DE CONSTRUÇÃO Formato: Autocad DWG Número de páginas (1)
 Anexo 7.zip	ANEXO 7 - BARRAMENTO C – LOCALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS Formato: Autocad DWG Número de páginas (1)