



**TÍTULO:**REFORMA - UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS - CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000MET0513

**Nº. EMITENTE:**

7074266

**FOLHA**


2/38

**REV.**

3

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
2	NORMAS E ESPECIFICAÇÕES	3
3	DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO E PROJETOS DE REFERÊNCIA	3
4	SOFTWARE UTILIZADO	3
5	MATERIAIS	4
6	MODELO ESTRUTURAL	4
6.1	EXPLICAÇÕES	5
6.2	MODELO ELU	5
6.3	MODELO ELS	5
6.4	ESTABILIDADE GLOBAL	5
6.5	COMBINAÇÕES DE CÁLCULO	6
7	CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO (CARREGAMENTOS)	8
7.1	PERMANENTES:	8
7.2	ACIDENTAIS:	8
7.3	AÇÕES DO VENTO NA COBERTURA:	8
8	DIMENSIONAMENTO DOS PERFIS	11
8.1	PILAR W 250 X 25,3	11
8.2	PILAR W 150 X 13	15
8.3	BANZO SUPERIOR W 150 X 13	20
8.4	TERÇA DA COBERTURA 1 – C 200 X 60 X 25 X 2,65	24
8.5	PLACA DE BASE PRINCIPAL – W 250 X 25,3	30

	<b>NEXA RESOURCES UNIDADE ARIPUANÃ</b>	
<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 3/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

## 1 INTRODUÇÃO

A presente memória de cálculo contempla as premissas de cálculo das ESTRUTURAS METÁLICAS para elaboração do projeto da cobertura da UBS CONSELVAN – (Unidade de Saúde da família) - localizado na Rua Guaranta, S/N. Bairro Zona Rural – Município de Aripuanã do estado do Mato Grosso.

O projetista coloca-se à inteira disposição da executante, a qualquer momento, para esclarecer quaisquer detalhes do projeto, não sendo aceitas interpretações arbitrárias que agridam o bom senso ou estejam em desacordo com as considerações aqui descritas.

## 2 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Na análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais desta edificação foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
- NBR 14762:2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;
- NBR 6120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimentos;
- NBR 6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações – Procedimentos;
- NBR 8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos;

## 3 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO E PROJETOS DE REFERÊNCIA

Novas coberturas a serem executadas em função da substituição dos antigos telhados, de acordo com o projeto arquitetônico e projetos complementares.

- Cobertura Metálica duas águas – (área de acesso comum);
- Cobertura Metálica uma água – (área de depósitos de resíduos);
- DE-I726418001-0000MET0512
- DE-I726418001-0000MET0523
- DE-I726418001-0000MET0527
- MD-I726418001-0000MET0512
- PQ-I726418001-0000MET0512

## 4 SOFTWARE UTILIZADO

Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foram utilizado os softwares abaixo:

- mCalc 3D – Análise e Dimensionamento da Estrutura;
- mCalcLIG – Dimensionamento das conexões;
- ST\_CadEM – Desenhos e lista de materiais;

**TÍTULO:**

REFORMA - UBSs E HM

PROJETO EXECUTIVO

UBS - CONSELVAN

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA

**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000MET0513

**Nº. EMITENTE:**

7074266

**FOLHA**

4/38

**REV.**

3

**5 MATERIAIS**

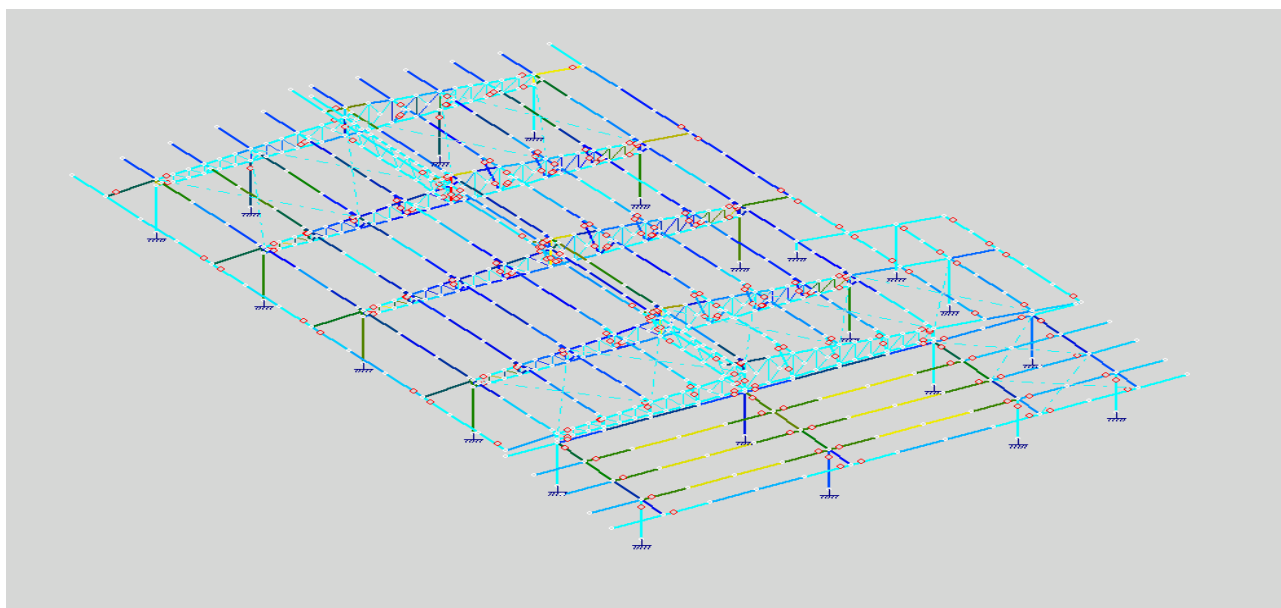
Foram utilizados os seguintes aços estruturais:

- ASTM A36;
- ASTM A572 Gr.50;
- ASTM A570 Gr.36;
- SAE 1020;

Parafusos:

- ASTM A325;
- ASTM A307;

O módulo de elasticidade do aço adotado no projeto é igual a 200 GPa;

**6 MODELO ESTRUTURAL**

**TÍTULO:**REFORMA - UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS - CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000MET0513

**Nº. EMITENTE:**

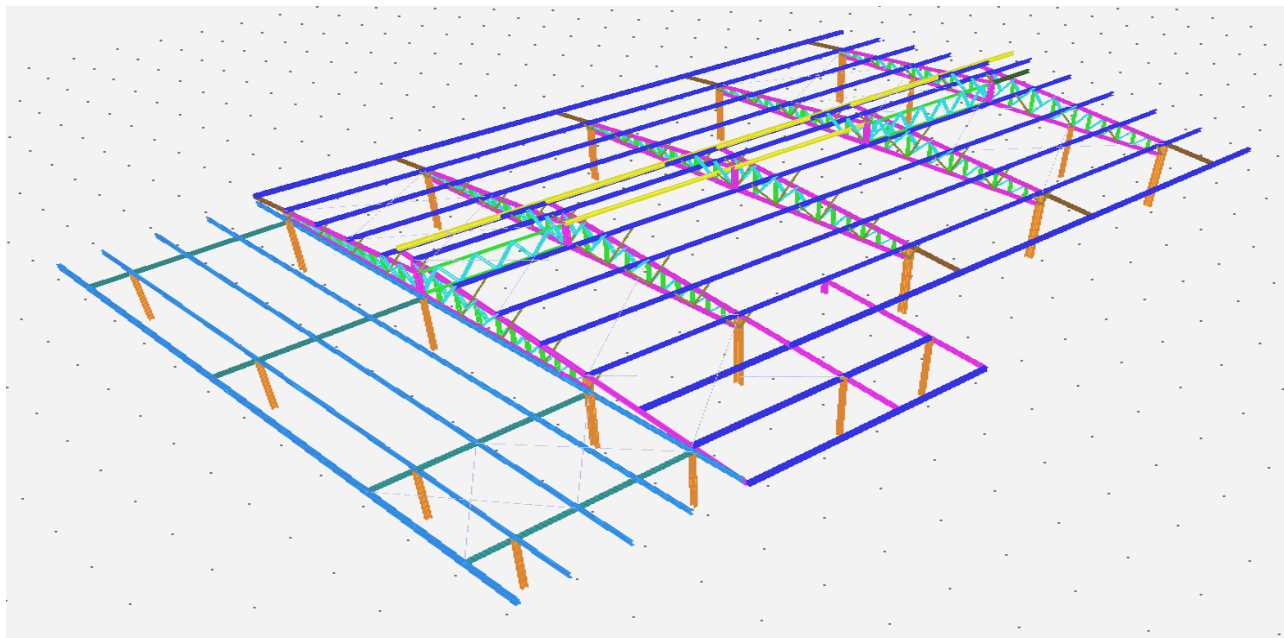
7074266

**FOLHA**

5/38

**REV.**

3



## 6.1 EXPLICAÇÕES

Na análise estrutural do edifício foi utilizado o software mCalc3D do sistema ST\_STABILE.

Este tipo de modelagem consiste no lançamento de barras conectadas por nós com 6 graus de liberdade, estas barras possuem as características geométricas dos perfis estruturais adotados e as características do aço empregado.

As barras unidas formam os pórticos da estrutura, as cargas são aplicadas diretamente nas barras que se distribuem e caminham pela estrutura conforme as rigidezes das peças, neste modelo é possível analisar as deformações e a envoltória das solicitações em cada barra considerado a interação de todo o conjunto.

## 6.2 MODELO ELU

Com o modelo descrito acima, foram feitas todas as verificações pertinentes ao Estado Limite Último (ELU) de todas as barras conforme a NBR8800:2008 e NBR 14762:2010.

## 6.3 MODELO ELS

A análise do estado limite de serviço foi feita obtendo os deslocamentos máximos de todas as barras em cada combinação e analisando os limites estabelecidos pela NBR8800:2008.

## 6.4 ESTABILIDADE GLOBAL

Os parâmetros de estabilidade global foram atendidos conforme a análise dos valores descritos e a estrutura é classificada como baixa deslocabilidade.

**TÍTULO:**REFORMA - UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS - CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000MET0513

**Nº. EMITENTE:**

7074266

**FOLHA**

6/38

**REV.**

3

**6.5 COMBINAÇÕES DE CÁLCULO**

As combinações aplicadas no modelo de cálculo foram feitas de modo a considerar as ações descritas nos itens acima agindo em conjunto. Abaixo as combinações utilizadas no projeto:

<b>COMBINAÇÃO 1 - GRAVITACIONAIS</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	<b>1.25</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	<b>1.4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>SOBRECARGA</b>	<b>1.5</b>	<b>1</b>	<b>0.7</b>

<b>COMBINAÇÃO 2 - VENTO X+ PRINCIPAL</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>SOBRECARGA</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO X+</b>	<b>1,4</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
<b>VENTO X-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO Y+</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO Y-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>COMBINAÇÃO 3 - VENTO X+ PRINCIPAL</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>SOBRECARGA</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO X+</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO X-</b>	<b>1,4</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
<b>VENTO Y+</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO Y-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>COMBINAÇÃO 4 - VENTO X+ PRINCIPAL</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>SOBRECARGA</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO X+</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO X-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>VENTO Y+</b>	<b>1,4</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
<b>VENTO Y-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**TÍTULO:**REFORMA - UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS - CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000MET0513

**Nº. EMITENTE:**

7074266

**FOLHA**

7/38

**REV.**

3

<b>COMBINAÇÃO 5 - VENTO X+ PRINCIPAL</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	1	1	1
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	1	1	1
<b>SOBRECARGA</b>	-	-	-
<b>VENTO X+</b>	-	-	-
<b>VENTO X-</b>	-	-	-
<b>VENTO Y+</b>	-	-	-
<b>VENTO Y-</b>	1,4	1	0,3

<b>COMBINAÇÃO 6 - VENTO X+ PRINCIPAL + SC</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	1,25	1	1
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	1,4	1	1
<b>SOBRECARGA</b>	1,5	0,8	0,7
<b>VENTO X+</b>	1,4	1	0,3
<b>VENTO X-</b>	-	-	-
<b>VENTO Y+</b>	-	-	-
<b>VENTO Y-</b>	-	-	-

<b>COMBINAÇÃO 7 - VENTO X+ PRINCIPAL + SC</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	1,25	1	1
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	1,4	1	1
<b>SOBRECARGA</b>	1,5	0,8	0,7
<b>VENTO X+</b>	-	-	-
<b>VENTO X-</b>	1,4	1	0,3
<b>VENTO Y+</b>	-	-	-
<b>VENTO Y-</b>	-	-	-

<b>COMBINAÇÃO 8 - VENTO X+ PRINCIPAL + SC</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	1,25	1	1
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	1,4	1	1
<b>SOBRECARGA</b>	1,5	0,8	0,7
<b>VENTO X+</b>	-	-	-
<b>VENTO X-</b>	-	-	-
<b>VENTO Y+</b>	1,4	1	0,3

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 8/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

<b>VENTO Y-</b>	-	-	-
-----------------	---	---	---

<b>COMBINAÇÃO 9 - VENTO X+ PRINCIPAL + SC</b>			
<b>ESFORÇO</b>	<b>GAMA</b>	<b>PSI0</b>	<b>PSI1,2</b>
<b>PESO PRÓPRIO</b>	<b>1,25</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>AÇÃO PERMANENTE</b>	<b>1,4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>SOBRECARGA</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>
<b>VENTO X+</b>	-	-	-
<b>VENTO X-</b>	-	-	-
<b>VENTO Y+</b>	-	-	-
<b>VENTO Y-</b>	<b>1,4</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>

## 7 CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO (CARREGAMENTOS)

### 7.1 PERMANENTES:

- PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA;
- TELHA TERMOACUSTICA TRAPEZOIDAL TP 40 C/ POLIESTIRENO EXPANDIDO, ESP. DO PREENCHIMENTO: 40 mm - 0,65 mm = 15.00 kgf / m<sup>2</sup>

### 7.2 ACIDENTAIS:

- COBERTURA NORMA NBR 8800 = 25 kgf/m<sup>2</sup>;
- VENTO CONFORME NORMA NBR 6123, COM OS DEVIDOS COEFICIENTES DE FORMA;

### 7.3 AÇÕES DO VENTO NA COBERTURA:

VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO:



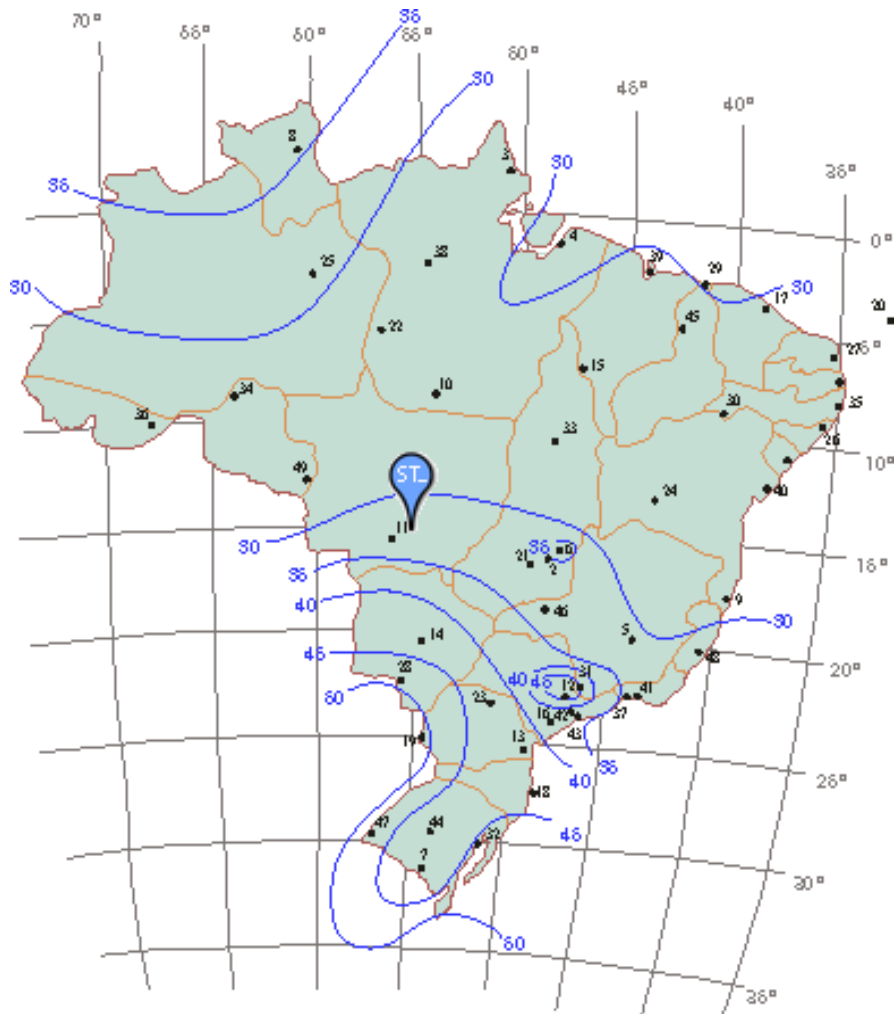
**TÍTULO:**  
REFORMA - UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS - CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA

**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000MET0513

**FOLHA**  
9/38

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
3



$V_0 = 45 \text{ m/s}$  ( considerado arbitrariamente )

Fator topográfico  $S_1$

$S_1 = 1,00$  Terreno plano ou fracamente acidentado

Fator que relaciona rugosidade, dimensões da edificação e altura sobre o terreno  $S_2$

Rugosidade do terreno: categoria II  
Dimensões da edificação: classe B  
 $Z = 4,65 \text{ m}$  Altura acima do terreno  
 $S_2 = 0,92$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 10/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

### Fator estatístico S3

Edificação Grupo 2

$$S_3 = 1,00$$

### Pressão dinâmica

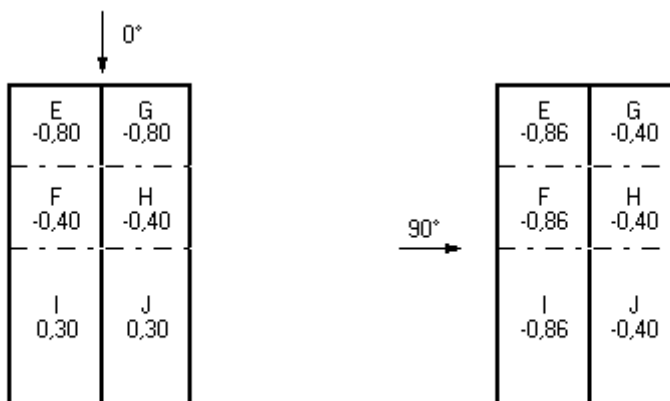
$V_0 = 33 \text{ m/s}$  Velocidade básica do vento

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 = 30,38 \text{ m/s} \quad \text{Velocidade característica do vento;}$$

$$q = 0,613 \cdot V_k^2 = 0,57 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{considerado arbitrariamente } 0,9 \text{ kN/m}^2);$$

### COEFICIENTES DE FORMA EXTERNO PARA TELHADOS COM DUAS ÁGUAS EM EDIFICAÇÕES DE PLANTA RETANGULAR

Vento a  $0^\circ$  E  $90^\circ$



<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 11/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

## 8 DIMENSIONAMENTO DOS PERFIS

### 8.1 PILAR W 250 X 25,3

Aço: ASTM A572 GR50     $f_y = 345 \text{ MPa}$      $f_u = 450 \text{ MPa}$

#### COMPRIMENTOS DA BARRA

$K_x L_x = 3,2 \text{ m}$      $K_z L_z = 3,2 \text{ m}$

$K_y L_y = 3,2 \text{ m}$      $L_b = 3,2 \text{ m}$

#### 1. Cálculo da Tração

$C_T = 1,00$     Coeficiente de redução da área líquida

$A_n = 0,00 \text{ m}^2$     Área líquida da seção transversal

$A_e = C_T \cdot A_n = 0,00 \text{ m}^2$     Área líquida efetiva da seção transversal

$$N_{tRd1} = \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 1022,45 \text{ kN} \quad \text{Resistência de escoamento}$$

$$N_{tRd2} = \frac{A_e \cdot f_u}{1,35} = 1086,67 \text{ kN} \quad \text{Resistência à ruptura}$$

$N_{tRd} = 1022,45 \text{ kN}$     Força normal resistente de cálculo à tração

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,00 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

#### 2. Cálculo da Compressão

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 6694,75 \text{ kN}$$

$$N_{ez} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(K_z \cdot L_z)^2} = 287,22 \text{ kN}$$

$$N_{et} = \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_t \cdot L_t)^2} + G \cdot J \right] = 889,39 \text{ kN}$$

$$H = 1 - \frac{\chi_o^2}{r_o^2} = 1,00$$

$$N_{ext} = \frac{N_{ex} + N_{et}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{et} \cdot H}{(N_{ex} + N_{et})^2}} \right] = 889,39 \text{ kN}$$

$N_e = 287,22 \text{ kN}$

$Q = 0,97$     Fator de redução associado à instabilidade local

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 12/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$N_{pl} = A \cdot f_y = 1124,70 \text{ kN}$$

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} =$$

$$\lambda_0 > 1,5 \text{ então } \chi = \frac{1,95}{(\lambda_0)^2} = 0,23$$

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1,10} = 228,99 \text{ kN}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0,34 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

### 3. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Y

$$\sigma_r = 103500,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tensão residual}$$

$$W = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente elástico}$$

$$Z = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente plástico}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 103,84 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção}$$

#### 3.1. FLT - Flambagem Lateral com Torção

$$\lambda = \frac{L_b}{r_z} = 149,53 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 42,38 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\beta_1 = 0,05$$

$$\lambda_r = \frac{1,38 \cdot \sqrt{I_y \cdot I_t}}{r_y \cdot I_t \cdot \beta_1} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{27 \cdot C_w \cdot \beta_1^2}{I_y}}} = 130,47 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_r = (f_y - \sigma_r) \cdot W = 65,27 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$C_b = 2,18 \quad \text{Fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme}$$

$$M_{cr} = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_b^2} \cdot \sqrt{\frac{C_w}{I_y} \cdot \left(1 + 0,039 \cdot \frac{I_t \cdot L_b^2}{C_w}\right)} \leq M_{pl} = 103,84 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica}$$

$$\lambda > \lambda_r \text{ então } M_{Rk} = M_{cr} \leq M_{pl}$$

$$M_{Rk}^{FLT} = 103,84 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLT}$$

#### 3.2. FLM - Flambagem Local da Mesa

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 13/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$\lambda = \frac{b}{t} = 6,07 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9,15 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)}} = 23,89 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_{cr} = \frac{0,69 \cdot E}{\lambda^2} \cdot W_c = 505,90 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 103,84 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

### 3.3. FLA - Flambagem Local da Alma

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = 39,38 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90,53 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 5,70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 137,24 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_r = W \cdot f_y = 93,24 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLA} = 103,84 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLA}$$

$$M_{Rk} = 103,84 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{yRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 94,40 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} = 0,41 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 4. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Z

$$\sigma_r = 103500,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tensão residual}$$

$$W = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente elástico}$$

$$Z = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente plástico}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 15,85 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção}$$

### 4.1. FLM - Flambagem Local da Mesa

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 14/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$\lambda = \frac{b}{t} = 6,07 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9,15 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)}} = 23,89 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 15,85 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

$$M_{Rk} = 15,85 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{zRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 14,41 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{M_{zSd}}{M_{zRd}} = 0,03 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 5. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Y

$$\lambda = \frac{h}{t} = 12,14 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5,00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 59,22 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 73,76 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para para início de escoamento}$$

$$A_w = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 354,72 \text{ kN} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{yRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 322,47 \text{ kN} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Y}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{ySd}}{V_{yRd}} = 0,00 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 6. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Z

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 15/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$\lambda = \frac{h}{t} = 39,38 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5,00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 59,22 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 73,76 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para início de escoamento}$$

$$A_w = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 324,51 \text{ kN} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{zRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 295,01 \text{ kN} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Z}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{zSd}}{V_{zRd}} = 0,06 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 7. Equações de Interação

$$\frac{N_{cSd}}{2 \cdot N_{cRd}} + \left( \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \right) = 0,44$$

$$\frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \right) = 0,74$$

## 8.2 PILAR W 150 x 13

Perfil: W 150 13  
Aço: ASTM A572 GR50  $f_y = 345 \text{ MPa}$   $f_u = 450 \text{ MPa}$

### COMPRIMENTOS DA BARRA

$K_x L_x = 3,2 \text{ m}$   $K_z L_z = 3,2 \text{ m}$   
 $K_y L_y = 3,2 \text{ m}$   $L_b = 3,2 \text{ m}$

## 1. Cálculo da Tração

$$C_T = 1,00 \quad \text{Coeficiente de redução da área líquida}$$

$$A_n = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área líquida da seção transversal}$$

$$A_e = C_T \cdot A_n = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área líquida efetiva da seção transversal}$$

$$N_{tRd} = \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 520,64 \text{ kN} \quad \text{Resistência de escoamento}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 16/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$N_{tRd2} = \frac{A_e \cdot f_u}{1,35} = 553,33 \text{ kN} \quad \text{Resistência à ruptura}$$

$$N_{tRd} = 520,64 \text{ kN} \quad \text{Força normal resistente de cálculo à tração}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,00 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 2. Cálculo da Compressão

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 1224,06 \text{ kN}$$

$$N_{ez} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(K_z \cdot L_z)^2} = 158,07 \text{ kN}$$

$$N_{et} = \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_t \cdot L_t)^2} + G \cdot J \right] = 494,04 \text{ kN}$$

$$H = 1 - \frac{x_o^2}{r_o^2} = 1,00$$

$$N_{ext} = \frac{N_{ex} + N_{et}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{et} \cdot H}{(N_{ex} + N_{et})^2}} \right] = 494,04 \text{ kN}$$

$$N_e = 158,07 \text{ kN}$$

$$Q = 1,00 \quad \text{Fator de redução associado à instabilidade local}$$

$$N_{pl} = A \cdot f_y = 572,70 \text{ kN}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} = 1,90$$

$$\lambda_o > 1,5 \text{ então } \chi = \frac{0,877}{(\lambda_o)^2} = 0,24$$

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1,10} = 126,02 \text{ kN}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0,34 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 3. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Y

$$\sigma_r = 103500,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tensão residual}$$

$$W = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente elástico}$$

$$Z = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente plástico}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 31,27 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção}$$



<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 17/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

### 3.1. FLT - Flambagem Lateral com Torção

$$\lambda = \frac{L_b}{r_z} = \frac{144,14}{r_z} \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 42,38 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\beta_1 = 0,06$$

$$\lambda_r = \frac{1,38 \cdot \sqrt{I_y \cdot I_t}}{r_y \cdot I_t \cdot \beta_1} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{27 \cdot C_w \cdot \beta_1^2}{I_y}}} = 132,31 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_r = (f_y - \sigma_r) \cdot W = 20,72 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$C_b = 1,67 \quad \text{Fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme}$$

$$M_{cr} = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_b^2} \cdot \sqrt{\frac{C_w}{I_y} \cdot \left(1 + 0,039 \cdot \frac{I_t \cdot L_b^2}{C_w}\right)} \leq M_{pl} = 30,64 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica}$$

$$\lambda > \lambda_r \text{ então } M_{Rk} = M_{cr} \leq M_{pl}$$

$$M_{Rk}^{FLT} = 30,64 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLT}$$

### 3.2. FLM - Flambagem Local da Mesa

$$\lambda = \frac{b}{t} = 10,20 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9,15 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)}} = 23,89 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_{cr} = \frac{0,69 \cdot E}{\lambda^2} \cdot W_c = 56,86 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica}$$

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \text{ então } M_{Rk} = M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \cdot \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \leq M_{pl}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 30,52 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

### 3.3. FLA - Flambagem Local da Alma

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = 32,14 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 18/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90,53 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 5,70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 137,24 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_r = W \cdot f_y = 29,60 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLA} = 31,27 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLA}$$

$$M_{Rk} = 30,52 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{yRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 27,74 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} = 0,22 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

#### 4. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Z

$$\sigma_r = 103500,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tensão residual}$$

$$W = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente elástico}$$

$$Z = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente plástico}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 8,67 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção}$$

##### 4.1. FLM - Flambagem Local da Mesa

$$\lambda = \frac{b}{t} = 10,20 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9,15 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)}} = 23,89 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \text{ então } M_{Rk} = M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \cdot \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \leq M_{pl}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 8,46 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 19/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$M_{Rk} = 8,46 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{zRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 7,69 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{M_{zSd}}{M_{zRd}} = 0,00 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

### 5. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Y

$$\lambda = \frac{h}{t} = 20,41 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5,00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 59,22 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 73,76 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para início de escoamento}$$

$$A_w = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 202,86 \text{ kN} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{yRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 184,42 \text{ kN} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Y}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{ySd}}{V_{yRd}} = 0,00 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

### 6. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Z

$$\lambda = \frac{h}{t} = 32,14 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5,00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 59,22 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 73,76 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para início de escoamento}$$

$$A_w = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 131,73 \text{ kN} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 20/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$V_{zRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 119,76 \text{ kN} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Z}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{zSd}}{V_{zRd}} = 0,02 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 7. Equações de Interação

$$\frac{N_{cSd}}{2 \cdot N_{cRd}} + \left( \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \right) = 0,22$$

$$\frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} \right) = 0,53$$

### 8.3 BANZO SUPERIOR W 150 X 13

Aço: ASTM A572 GR50     $f_y = 345 \text{ MPa}$      $f_u = 450 \text{ MPa}$

#### COMPRIMENTOS DA BARRA

$K_x L_x = 0,99 \text{ m}$      $K_z L_z = 0,99 \text{ m}$   
 $K_y L_y = 1,99 \text{ m}$      $L_b = 0,99 \text{ m}$

## 1. Cálculo da Tração

$C_T = 1,00$     Coeficiente de redução da área líquida  
 $A_n = 0,00 \text{ m}^2$     Área líquida da seção transversal  
 $A_e = C_T \cdot A_n = 0,00 \text{ m}^2$     Área líquida efetiva da seção transversal

$$N_{tRd1} = \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 520,64 \text{ kN} \quad \text{Resistência de escoamento}$$

$$N_{tRd2} = \frac{A_e \cdot f_u}{1,35} = 553,33 \text{ kN} \quad \text{Resistência à ruptura}$$

$N_{tRd} = 520,64 \text{ kN}$     Força normal resistente de cálculo à tração

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,00 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 2. Cálculo da Compressão

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 3165,17 \text{ kN}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 21/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$N_{ez} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(K_z \cdot L_z)^2} = 1651,48 \text{ kN}$$

$$N_{et} = \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_t \cdot L_t)^2} + G \cdot J \right] = 2259,91 \text{ kN}$$

$$H = 1 - \frac{\chi_o^2}{r_o^2} = 1,00$$

$$N_{ext} = \frac{N_{ex} + N_{et}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{et} \cdot H}{(N_{ex} + N_{et})^2}} \right] = 2259,91 \text{ kN}$$

$$N_e = 1651,48 \text{ kN}$$

$$Q = 1,00 \quad \text{Fator de redução associado à instabilidade local}$$

$$N_{pl} = A \cdot f_y = 572,70 \text{ kN}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{Q \cdot N_{pl}}{N_e}} = 0,59$$

$$\lambda_o \leq 1,5 \text{ então } \chi = 0,658 (\lambda_o)^2 = 0,86$$

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A \cdot f_y}{1,10} = 450,30 \text{ kN}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0,25 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

### 3. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Y

$$\sigma_r = 103500,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tensão residual}$$

$$W = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente elástico}$$

$$Z = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente plástico}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 31,27 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção}$$

#### 3.1. FLT - Flambagem Lateral com Torção

$$\lambda = \frac{L_b}{r_z} = 44,59 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 1,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 42,38 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\beta_1 = 0,06$$

$$\lambda_r = \frac{1,38 \cdot \sqrt{I_y \cdot I_t}}{r_y \cdot I_t \cdot \beta_1} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{27 \cdot C_w \cdot \beta_1^2}{I_y}}} = 132,31 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao}$$

início do escoamento

$$M_r = (f_y - \sigma_r) \cdot W = 20,72 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$C_b = 1,97 \quad \text{Fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 22/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$M_{cr} = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_b^2} \cdot \sqrt{\frac{C_w}{I_y} \cdot \left(1 + 0,039 \cdot \frac{I_t \cdot L_b^2}{C_w}\right)} \leq M_{pl} =$$

31,27 kN.m      Momento fletor de

flambagem elástica

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \text{ então } M_{Rk} = C_b \cdot \left[ M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \cdot \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right] \leq M_{pl}$$

$$M_{Rk}^{FLT} = 31,27 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLT}$$

### 3.2. FLM - Flambagem Local da Mesa

$$\lambda = \frac{b}{t} = 10,20 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9,15 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)}} = 23,89 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_{cr} = \frac{0,69 \cdot E}{\lambda^2} \cdot W_c = 56,86 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica}$$

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \text{ então } M_{Rk} = M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \cdot \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \leq M_{pl}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 30,52 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

### 3.3. FLA - Flambagem Local da Alma

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = 32,14 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90,53 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 5,70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 137,24 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$M_r = W \cdot f_y = 29,60 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ então } M_{Rk} = \frac{M_{pl}}{1,10}$$

$$M_{Rk}^{FLA} = 31,27 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLA}$$

$$M_{Rk} = 30,52 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 23/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$M_{yRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 27,74 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} = 0,02 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

#### 4. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Z

$$\sigma_r = 103500,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Tensão residual}$$

$$W = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente elástico}$$

$$Z = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo resistente plástico}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 8,67 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção}$$

##### 4.1. FLM - Flambagem Local da Mesa

$$\lambda = \frac{b}{t} = 10,20 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9,15 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação}$$

$$\lambda_r = 0,83 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)}} = 23,89 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento}$$

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \quad \text{então} \quad M_{Rk} = M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \cdot \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \leq M_{pl}$$

$$M_{Rk}^{FLM} = 8,46 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico para o estado limite FLM}$$

$$M_{Rk} = 8,46 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente característico}$$

$$M_{zRd} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 7,69 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor resistente de cálculo}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{M_{zSd}}{M_{zRd}} = 0,74 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

#### 5. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Y

$$\lambda = \frac{h}{t} = 20,41 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5,00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 59,22 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 73,76 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para para início de escoamento}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 24/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$A_w = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 202,86 \text{ kN} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{yRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 184,42 \text{ kN} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Y}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{yEd}}{V_{yRd}} = 0,04 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 6. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Z

$$\lambda = \frac{h}{t} = 32,14 \quad \text{Parâmetro de esbeltez}$$

$$k_v = 5,00 \quad \text{Coeficiente de flambagem local por cisalhamento}$$

$$\lambda_p = 1,10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 59,22 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 73,76 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para início de escoamento}$$

$$A_w = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva de cisalhamento}$$

$$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 131,73 \text{ kN} \quad \text{Força cortante correspondente à plastificação}$$

$$\lambda \leq \lambda_p \quad \text{então} \quad V_{Rk} = V_{pl}$$

$$V_{zRd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 119,76 \text{ kN} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Z}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{zEd}}{V_{zRd}} = 0,00 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 7. Equações de Interação

$$\frac{N_{cEd}}{2 \cdot N_{cRd}} + \left( \frac{M_{xEd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{yEd}}{M_{yRd}} \right) = 0,76$$

$$\frac{N_{cEd}}{N_{cRd}} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{M_{xEd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{yEd}}{M_{yRd}} \right) = 0,93$$

### 8.4 TERÇA DA COBERTURA 1 – C 200 x 60 x 25 x 2,65



<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 25/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

Aço: ASTM A36     $f_y = 250 \text{ MPa}$      $f_u = 400 \text{ MPa}$

### COMPRIMENTOS DA BARRA

$K_x L_x = 2,35 \text{ m}$      $K_z L_z = 2,35 \text{ m}$

$K_y L_y = 6,11 \text{ m}$      $L_b = 2,35 \text{ m}$

## 1. Cálculo da Tração

$C_T = 1,00$     Coeficiente de redução da área líquida

$$N_{tRd1} = \frac{A \cdot f_y}{1,10} = 210,07 \text{ kN} \quad \text{Resistência de escoamento}$$

$$N_{tRd2} = \frac{C_T \cdot A_n \cdot f_u}{1,65} = 224,08 \text{ kN} \quad \text{Resistência à ruptura}$$

$$N_{tRd} = 210,07 \text{ kN} \quad \text{Resistência à tração}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,00 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 2. Cálculo da Compressão

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2} = 282,22 \text{ kN}$$

$$N_{ez} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(K_z \cdot L_z)^2} = 162,18 \text{ kN}$$

$$N_{et} = \frac{1}{r_o^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_t \cdot L_t)^2} + G \cdot J \right] = 200,15 \text{ kN}$$

$$H = 1 - \frac{x_o^2}{r_o^2} = 0,77$$

$$N_{ext} = \frac{N_{ex} + N_{et}}{2 \cdot H} \cdot \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot N_{ex} \cdot N_{et} \cdot H}{(N_{ex} + N_{et})^2}} \right] = 155,51 \text{ kN}$$

$$N_e = 155,51 \text{ kN}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_e}} = 1,22$$

$$\lambda_o \leq 1,5 \text{ então } \chi = 0,658 (\lambda_o)^2 = 0,54$$

a) Cálculo da resistência à compressão devido à flambagem global

$$A_{ef}^{FG} = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva devido à flambagem global}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 26/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$N_{cRd} = \frac{\chi \cdot A_{ef} \cdot f_y}{1,20} = 91,85 \text{ kN} \quad \text{Resistência à compressão devido à flambagem global}$$

b) Cálculo da resistência à compressão devido à flambagem local

$$A_{ef}^{FL} = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva devido à flambagem local}$$

$$N_{cRd}^{FL} = \frac{A_{ef}^{FL} \cdot f_y}{1,20} = 153,62 \text{ kN} \quad \text{Resistência à compressão devido à flambagem local}$$

$$N_{cRd} = 91,85 \text{ kN} \quad \text{Força normal resistente de cálculo à compressão}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} = 0,28 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

### 3. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Y

#### 3.1. Cálculo do momento resistente devido ao início do escoamento efetivo

$$A_{ef} = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva da seção}$$

$$I_{xef} = 0,00 \text{ m}^4 \quad \text{Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo Y}$$

$$d = 0,00 \text{ m} \quad \text{Rebaixamento total do eixo baricêntrico}$$

$$y_{G \text{ final}} = y_G + d = 0,10 \text{ m} \quad \text{Posição final do eixo baricêntrico}$$

$$I_G = I_{xef} - A_{ef} \cdot d^2 = 0,00 \text{ m}^4 \quad \text{Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo baricêntrico}$$

$$W_{ef} = \frac{I_G}{y_{G \text{ final}}} = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo elástico efetivo}$$

$$M_{Rdx}^{FL} = \frac{W_{ef} \cdot f_y}{1,10} = 12,13 \text{ kN.m} \quad \text{Resistência de cálculo à flexão para o início do escoamento}$$

#### 3.2. Cálculo do momento resistente devido ao estado limite Flambagem Lateral com Torção

$$M_e = C_b \cdot r_o \cdot \sqrt{N_{ey} \cdot N_{et}} = 17,09 \text{ kN.m} \quad \text{Momento fletor de flambagem lateral com torção}$$

$$W_c = 0,00 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo de resistência elástico da seção bruta em relação à fibra comprimida}$$

$$\lambda_o = \sqrt{\frac{W_c \cdot f_y}{M_e}} = 0,88 \quad 0,6 < \lambda_o < 1,336 \quad \text{então} \quad \chi_{FLT} = 1,11 \cdot (1 - 0,278 \cdot \lambda_o^2)$$

$$\chi_{FLT} = 0,87 \quad \text{Fator de redução associado à flambagem lateral com torção}$$

$$\text{Cálculo de } \frac{W_{cef}}{\text{na tensão}} \quad \sigma = \chi_{FLT} \cdot f_y = 217265,65 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{ef} = 0,00 \text{ m}^2 \quad \text{Área efetiva da seção}$$

$$I_{xef} = 0,00 \text{ m}^4 \quad \text{Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo Y}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 27/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$d = 0,00 \text{ m}$  Rebaixamento total do eixo baricêntrico

$Y_{G \text{ final}} = Y_G + d = 0,10 \text{ m}$  Posição final do eixo baricêntrico

$I_G = I_{x_{ef}} - A_{ef} \cdot d^2 = 0,00 \text{ m}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo baricêntrico

$W_{cef} = \frac{I_G}{Y_{G \text{ final}}} = 0,00 \text{ m}^3$  Módulo elástico efetivo

$M_{Rdx} = \frac{\chi_{FLT} \cdot W_{cef} \cdot f_y}{1,10} = 10,54 \text{ kN.m}$  Resistência de cálculo à flexão para o estado limite FLT

$M_{Rdx} = 10,54 \text{ kN.m}$  Resistência de cálculo à flexão em relação ao eixo Y

$\frac{SOLIC.}{RESIST.} = \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} = 0,37 < 1,00$  OK!

#### 4. Cálculo da Resistência à Flexão - eixo Z

##### 4.1. Cálculo do momento resistente devido ao início do escoamento efetivo

$A_{ef} = 0,00 \text{ m}^2$  Área efetiva da seção

$I_{y_{ef}} = 0,00 \text{ m}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo Z

$d = 0,00 \text{ m}$  Rebaixamento total do eixo baricêntrico

$X_{G \text{ final}} = X_G + d = 0,04 \text{ m}$  Posição final do eixo baricêntrico

$I_G = I_{y_{ef}} - A_{ef} \cdot d^2 = 0,00 \text{ m}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo baricêntrico

$W_{ef} = \frac{I_G}{X_{G \text{ final}}} = 0,00 \text{ m}^3$  Módulo elástico efetivo

$M_{Rdy} = \frac{W_{ef} \cdot f_y}{1,10} = 2,44 \text{ kN.m}$  Resistência de cálculo à flexão em relação ao eixo Z

##### 4.2. Cálculo do momento resistente devido ao estado limite Flambagem Lateral com Torção

$C_s = -1,00$

$C_m = 1,00$

$j = 0,10 \text{ m}$  Parâmetro da seção transversal conforme Anexo E - NBR 14762:2010

$M_e = \frac{C_s \cdot N_{ey}}{C_m} \cdot \left[ j + C_s \cdot \sqrt{j^2 + r_0^2} \cdot \left( \frac{N_{et}}{N_{ey}} \right) \right] = 6,96 \text{ kN.m}$  Momento fletor de flambagem lateral com

torção

$W_c = 0,00 \text{ m}^3$  Módulo de resistência elástico da seção bruta em relação à fibra comprimida

$\lambda_o = \sqrt{\frac{W_c \cdot f_y}{M_e}} = 0,62$   $0,6 < \lambda_o < 1,336$  então  $\chi_{FLT} = 1,11 \cdot (1 - 0,278 \cdot \lambda_o^2)$

$\chi_{FLT} = 0,99$  Fator de redução associado à flambagem lateral com torção

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 28/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

Cálculo de  $W_{cef}$  na tensão  $\sigma = \chi_{FLT} \cdot f_y = 247806,06 \text{ kN/m}^2$

$A_{ef} = 0,00 \text{ m}^2$  Área efetiva da seção

$I_{yef} = 0,00 \text{ m}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo Z

$d = 0,00 \text{ m}$  Rebaixamento total do eixo baricêntrico

$x_{G \text{ final}} = x_G + d = 0,04 \text{ m}$  Posição final do eixo baricêntrico

$I_G = I_{yef} - A_{ef} \cdot d^2 = 0,00 \text{ m}^4$  Momento de inércia efetivo da seção em relação ao eixo

baricêntrico

$W_{ef} = \frac{I_G}{x_{G \text{ final}}} = 0,00 \text{ m}^3$  Módulo elástico efetivo

$M_{Rdy}^{FLT} = \frac{\chi_{FLT} \cdot W_{cef} \cdot f_y}{1,10} = 2,41 \text{ kN.m}$  Resistência de cálculo à flexão para o estado limite FLT

$M_{yRd} = 2,41 \text{ kN.m}$  Resistência de cálculo à flexão em relação ao eixo Y

$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{M_{z5d}}{M_{zRd}} = 0,00 < 1,00$  OK!

## 5. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Y

$\lambda = \frac{h}{t} = 18,64$  Parâmetro de esbeltez

$k_v = 5,00$  Coeficiente de flambagem local por cisalhamento

$\lambda_p = 1,08 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 68,31$  Parâmetro de esbeltez limite para plastificação

$\lambda_r = 1,40 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 88,54$  Parâmetro de esbeltez limite para para início de escoamento  $\lambda \leq \lambda_p$

$V_{Rd} = \frac{0,6 \cdot h \cdot t \cdot f_y}{1,10}$

então

$V_{Rdy} = 35,70 \text{ kN}$  Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Y

$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{y5d}}{V_{yRd}} = 0,00 < 1,00$  OK!

## 6. Cálculo da Resistência ao cortante - eixo Z

$\lambda = \frac{h}{t} = 71,47$  Parâmetro de esbeltez

$k_v = 5,00$  Coeficiente de flambagem local por cisalhamento

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 29/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$\lambda_p = 1,08 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 68,31 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para plastificação}$$

$$\lambda_r = 1,40 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}} = 88,54 \quad \text{Parâmetro de esbeltez limite para para início de escoamento}$$

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \quad \text{então} \quad V_{Rd} = \frac{0,65 \cdot t^2 \cdot \sqrt{k_v \cdot f_y \cdot E}}{1,10}$$

$$V_{Rdz} = 65,61 \text{ kN} \quad \text{Resistência ao esforço cortante em relação ao eixo Z}$$

$$\frac{\text{SOLIC.}}{\text{RESIST.}} = \frac{V_{zSd}}{V_{zRd}} = 0,04 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

## 7. Equações de Interação

$$\frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} + \frac{M_{zSd}}{M_{zRd}} = 0,65$$

$$\frac{N_{oSd}}{N_{oRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} + \frac{M_{zSd}}{M_{zRd}} = 0,65$$

$$\frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} + \frac{M_{zSd}}{M_{zRd}} + \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,37$$

$$\frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} + \frac{M_{zSd}}{M_{zRd}} - \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,37$$

**TÍTULO:**  
REFORMA - UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS - CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA

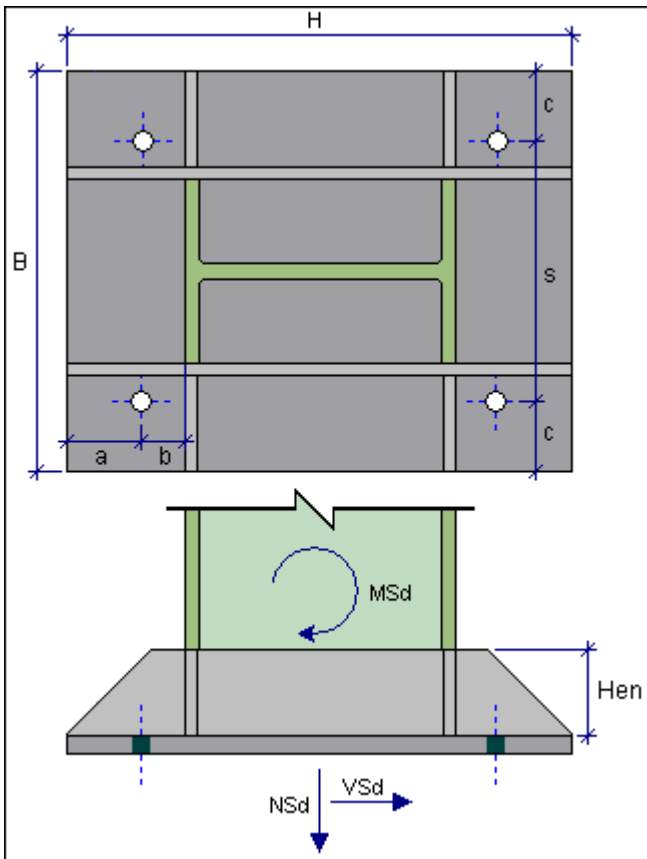
**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000MET0513

**FOLHA**  
30/38

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
3

PLACA DE BASE PRINCIPAL – W 250 X 25,3



## 1.DADOS DE ENTRADA

### Solicitações de cálculo

<b>Esforço normal atuante na placa(Nsd)</b>	60 kN
<b>Esforço cortante atuante na placa(Vsd)</b>	20 kN
<b>Momento atuante na placa(Msd)</b>	20 kN.m

### Chumbadores

<b>Tipo</b>	A 36
<b>Tensão de escoamento(<math>f_y</math>)</b>	250 MPa
<b>Tensão de ruptura(<math>f_u</math>)</b>	400 MPa
<b>Diâmetro</b>	19 mm
<b>Comprimento de ancoragem mínimo dos chumbadores(Lanc)</b>	400 mm
<b>Número de chumbadores(nch)</b>	6

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 31/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

**Tipo de borda**

<b>Borda</b>	Cortada com serra ou tesoura.
--------------	-------------------------------

**Placa de base**

<b>Altura da base de concreto(H)</b>	457 mm
<b>Largura da base de concreto(B)</b>	275 mm
<b>Espessura da placa de base(tp)</b>	19 mm
<b>Aço</b>	ASTM A36
<b>Tensão de escoamento(fy)</b>	250 MPa
<b>Tensão de ruptura(fu)</b>	400 MPa

**Espaçamentos**

<b>Espaçamento entre os chumbadores na vertical(s)</b>	195 mm
<b>Distância entre chumbadores e borda na vertical(c)</b>	40 mm
<b>Distância entre chumbadores e borda na horizontal(a)</b>	50 mm
<b>Distância entre chumbadores e a mesa da coluna na horizontal(b)</b>	50 mm

**Enrijecedores**

<b>Altura do enrijecedor(Hen)</b>	120 mm
<b>Espessura do enrijecedor(ten)</b>	6.35 mm
<b>Aço</b>	ASTM A36
<b>Tensão de escoamento(fy)</b>	250 MPa
<b>Tensão de ruptura(fu)</b>	400 MPa

**Eletrodo**

<b>Tipo</b>	7 ou E 70XX
<b>Tensão de ruptura da solda(fw)</b>	485 MPa
<b>Espessura do filete de solda(bw)</b>	6 mm

**Coluna**

<b>Perfil</b>	W 250 25.3
<b>Aço</b>	ASTM A36
<b>Tensão de escoamento(fy)</b>	250 MPa
<b>Tensão de ruptura(fu)</b>	400 MPa

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 32/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

## 2. Cálculo do comprimento mínimo de ancoragem dos chumbadores de acordo com a NBR 6118/2003

$f_{ck} = 25000 \text{ kN/m}^2$  Resistência característica do concreto.

$f_{yd} = 217391.31 \text{ kN/m}^2$  Resistência do chumbador à tração.

$\phi = 0.02 \text{ m}$  Diâmetro do chumbador

$\eta_1 = 1,00$  Parâmetro considerado para barras lisas

$\eta_2 = 0,70$  Parâmetro associado à má aderência entre concreto e chumbador

$\eta_3 = 1,00$  Parâmetro associado ao diâmetro do chumbador

$f_{ct,m} = 0,3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 2564.96 \text{ kN/m}^2$  Resistência média à tração

$f_{ct,d} = \frac{0,7 \cdot f_{ct,m}}{1,40} = 1282.48 \text{ kN/m}^2$  Resistência à tração direta

$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ct,d} = 897.74 \text{ kN/m}^2$  Resistência de aderência de cálculo entre chumbador e concreto

$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} = 1.15 \text{ m}$  Comprimento básico (reto) de ancoragem

OBS.: recomenda-se um raio de dobra de  $2 \cdot \phi$  e um comprimento reto mínimo de 100 mm para o gancho.

## 3. Resistência do concreto

$A_1 = 0.13 \text{ m}^2$  É a área carregada sob a placa de apoio.

$A_2 = 0.25 \text{ m}^2$  É a área da superfície de concreto.

$$\frac{R_{Rknc}}{\gamma} = \frac{0,70 \cdot f_{ck} \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}}{1,40} \leq 1,40 \cdot f_{ck} = 17537.29 \text{ kN/m}^2$$

## 4. Verificação das dimensões da placa de base

$f_c = \frac{N_{sd}}{H \cdot B} = 477.42 \text{ kN/m}^2$  Pressão na placa de base.



<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 33/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$f_c \leq \frac{R_{Rknc}}{\gamma} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{f_c}{R_{Rknc} / \gamma} = 0.03 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

### 5. Avaliação da solicitação na placa de base

$m = H - a = 0.41 \text{ m}$  Parâmetro geométrico utilizado no cálculo da posição da linha neutra.

$\rho = 1.38$  Parâmetro utilizado no cálculo da posição da linha neutra

$Z = 15.48$  Parâmetro para avaliação do esforço na placa de base.

$Z > 0$  Há compressão no concreto.

### 6. Determinação da posição da linha neutra

$A_s = 0 \text{ m}^2$  Área dos chumbadores na região tracionada

$$\mu = \frac{A_s}{B \cdot m} = 0.01 \quad \text{Parâmetro geométrico utilizado no cálculo da posição da linha}$$

$$k^3 - 3 \cdot \rho \cdot k^2 + 6 \cdot n \cdot \mu \cdot (1 - \rho) \cdot k - 6 \cdot n \cdot \mu \cdot (1 - \rho) = 0$$

$$K = 0.14$$

$LN = k \cdot m = 0.06 \text{ m}$  Posição da linha neutra.

### 7. Verificação dos chumbadores

#### 7.1. Esforços nos chumbadores

$V_o = 5 \text{ kN}$  Esforço cortante em cada chumbador.

$T_o = 41.99 \text{ kN}$  Esforço de tração em cada chumbador.

$A_{ch} = 0 \text{ m}^2$  Área de cada chumbador.

#### 7.2. Resistência de cálculo à tração dos chumbadores

$$F_{Rdt} = \frac{0,75 \cdot A_{ch} \cdot f_{uch}}{1,35} = 63.01 \text{ kN}$$

$$F_{Rdt} \geq T_o \quad \text{OK!}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 34/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{T_o}{F_{Rdt}} = 0.67 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

### 7.3. Resistência de cálculo ao cisalhamento

$$F_{Rds} = \frac{0,40 \cdot A_{ch} \cdot f_{uch}}{1,35} = 33.6 \text{ kN}$$

$$F_{Rds} \geq V_o \quad \text{OK!}$$

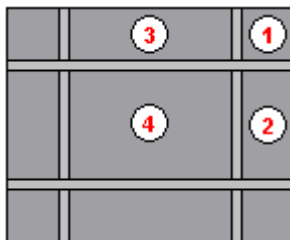
$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{V_o}{F_{Rds}} = 0.15 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

### 7.4. Interação tração + cisalhamento

$$\frac{A_{ch} \cdot f_{uch}}{1,35} - 1,90 \cdot F_{Sdv} = 74.51 \text{ kN}$$

$$F_{Sdt} \leq \frac{A_{ch} \cdot f_{uch}}{1,35} - 1,90 \cdot F_{Sdv} \quad \text{OK!}$$

## 8. Verificação da placa de base



### 8.1. Cálculo do Momento Fletor Máximo no Setor 1

$$\alpha_1 = \frac{a+b}{z} = 1.16$$

$$\alpha_1 > 1,0$$

$$\beta_1 = \frac{0,40}{1 + 38,90 \cdot e^{-5,60 \cdot \alpha_1}} = 0.38$$

$$M_{01} = \beta_1 \cdot f_{c1} \cdot z^2 = 840.04$$

### 8.2. Cálculo do Momento Fletor Máximo no Setor 2

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 35/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$\alpha_2 = \frac{a+b}{b_f} = 0.98$$

$$\alpha_2 \leq 1,0$$

$$\beta_2 = \frac{0,093}{1 + 36,60 \cdot e^{-10,22 \cdot \alpha}} = 0.09$$

$$M_{02} = \beta_2 \cdot f_{c1} \cdot b_f^2 = 287.41$$

### 8.3.Cálculo do Momento Fletor Máximo no Setor 3

$$\alpha_3 = \frac{b_f - t_w}{2 \cdot (d - 2 \cdot t_f)} = 0.2$$

$$\alpha_3 \leq 1,0$$

$$\beta_3 = \frac{0,04}{1 + 22,40 \cdot e^{-5,48 \cdot \alpha}} = 4.71E-3$$

$$M_{03} = \beta_3 \cdot f_{c0} \cdot h_w^2 = 0$$

### 8.4.Cálculo do Momento Fletor Máximo no Setor 4

$$\alpha_4 = \frac{b_f - t_w}{2 \cdot h_w} = 0.2$$

$$\alpha_4 \leq 1,0$$

$$\beta_4 = \frac{0,08}{1 + 39,46 \cdot e^{-6,23 \cdot \alpha}} = 0.01$$

$$M_{04} = \beta_4 \cdot f_{c0} \cdot h_w^2 = 0$$

$M_o = 0.08$  kN.m Momento fletor máximo.

$M_p = 2.28$  kN.m Momento máximo devido a tração.

$t_p = 0.02$  m Espessura da placa de base.

$$t_{pmin1} = \sqrt{\frac{16 \cdot M_o}{3 \cdot f_y}} = 0.01 \text{ m} \quad \text{Espessura mínima em função da flexão na placa.}$$

**TÍTULO:**  
REFORMA - UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS - CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA

**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000MET0513

**FOLHA**  
36/38

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
3

$$t_{pmin2} = \sqrt{\frac{16 \cdot M_p}{3 \cdot L \cdot f_y}} = 0.02 \text{ m} \quad \text{Espessura mínima em função da tração máxima no chumbador.}$$

## 9. Verificação dos enrijecedores

### 9.1. Verificação da seção paralela à placa de base

$f_{en1} = 75162.31 \text{ kN/m}^2$  Tensão paralela à placa de base.

$$\frac{R_{Rkn}}{\gamma} = \frac{f_y}{1,10} = 227272.73 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo à tensão normal.}$$

$$\frac{R_{Rkn}}{\gamma} \geq f_{en1} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{f_{en1}}{R_{Rkn}/\gamma} = 0.33 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

### 9.2. Verificação da seção perpendicular à placa de base

$f_{en2} = 46618.52 \text{ kN/m}^2$  Tensão perpendicular à placa de base.

$$\frac{R_{Rkn}}{\gamma} = \frac{f_y}{1,10} = 227272.73 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo à tensão normal.}$$

$$\frac{R_{Rkn}}{\gamma} \geq f_{en2} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{f_{en2}}{R_{Rkn}/\gamma} = 0.21 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

### 9.3. Verificação da tensão cisalhante

$f_v = 40265.52 \text{ kN/m}^2$  Tensão cisalhante.

$$\frac{R_{Rknv}}{\gamma} = \frac{0,6 \cdot f_y}{1,10} = 136363.64 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo à tensão cisalhante.}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 37/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

$$\frac{R_{R.knv}}{\gamma} \geq f_v \quad \text{OK!}$$

$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{f_v}{R_{R.knv}/\gamma} = 0.3 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

### 10.Verificação da solda dos enrijecedores

$f_r = 40257.52 \text{ kN/m}^2$  Tensão resultante na solda.

$$\frac{R_{R.krs1}}{\gamma} = \frac{0,6 \cdot f_y \cdot \sqrt{2}}{1,10} = 192847.3 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{R_{R.krs2}}{\gamma} = \frac{0,6 \cdot f_w}{1,35} = 215555.56 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{R_{R.krs}}{\gamma} = 192847.3 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{R_{R.krs}}{\gamma} \geq f_r \quad \text{OK!}$$

$$\frac{\text{Solicitação}}{\text{Resistência}} = \frac{f_r}{R_{R.krs}/\gamma} = 0.21 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

### 11.Verificação das soldas do perfil com a placa de base

#### 11.1.Verificação das soldas das mesas

$f_{sm} = 127614.88 \text{ kN/m}^2$  Tensão resultante nas soldas das mesas

$$f_{Rd1} = \frac{0,6 \cdot f_y \cdot \sqrt{2}}{1,10} = 192847.3 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{Rd2} = \frac{0,6 \cdot f_w}{1,35} = 215555.56 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{Rd} = 192847.3 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{Rd} \geq f_{sm} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{S_d}{R_d} = \frac{f_{sm}}{f_{Rd}} = 0.66 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

<b>TÍTULO:</b> REFORMA - UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS - CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DE COBERTURA METÁLICA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000MET0513	<b>FOLHA</b> 38/38
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

### 11.2. Verificação das soldas da alma

$f_r = 89706.04 \text{ kN/m}^2$  Tensão resultante nas soldas da alma

$$f_{Rd1} = \frac{0,6 \cdot f_y \cdot \sqrt{2}}{1,10} = 192847.3 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{Rd2} = \frac{0,6 \cdot f_w}{1,35} = 215555.56 \text{ kN/m}^2$$

$f_{Rd} = 192847.3 \text{ kN/m}^2$

$$f_{Rd} \geq f_r \quad \text{OK!}$$

$$\frac{S_d}{R_d} = \frac{f_r}{f_{Rd}} = 0.47 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$






NEXA RESOURCES  
UNIDADE ARIPUANÃ

<b>TÍTULO:</b> <b>PROJETO REFORMA – UBS’S E HM</b> PROJETO DETALHADO E&C – UBS CONSELVAN MEMORIAL DESCRITIVO E CÁLCULO DE ENTRADA DE ENERGIA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ELE0523	<b>FOLHA</b> 2/6
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

ÍNDICE

ITEM	DESCRIÇÃO	PÁGINA
1.	INTRODUÇÃO	3
2.	OBJETO DA LICITAÇÃO	3
3.	NORMAS E ESPECIFICAÇÕES	3
4.	ESTRUTURA ELÉTRICA	4
5.	DOCUMENTAÇÃO PADRÃO ENERGISA	5



	<b>NEXA RESOURCES UNIDADE ARIPUANÃ</b>	
<b>TÍTULO:</b> <b>PROJETO REFORMA – UBS’S E HM</b> PROJETO DETALHADO E&C – UBS CONSELVAN MEMORIAL DESCRITIVO E CÁLCULO DE ENTRADA DE ENERGIA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ELE0523	<b>FOLHA</b> 3/6
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

## 1. INTRODUÇÃO

Com a finalidade de atualizar as instalações de Entrada de Energia em Baixa Tensão, durante as obras de reforma da UBS CONSELVAN, em Aripuanã-MT, de propriedade da Prefeitura Municipal, serão substituídos os quadros completos (disjuntores, caixas, fiação, etc.), utilizando a mesma entrada do poste da concessionária.

A empresa contratada para a execução, será a responsável pela entrega das instalações com a plenitude das suas funcionalidades em ação.

O projeto foi compatibilizado com os de arquitetura, sendo desenvolvido para atender as necessidades básicas da edificação, obedecendo aos critérios de funcionalidade operacional, facilidade de manutenção, utilização de materiais nacionais de fácil aquisição e de boa qualidade, padronização de materiais, harmonia de conjunto, economia e sobretudo segurança.

Quaisquer questionamentos sobre o projeto, deve obrigatoriamente ser comunicado ao proprietário e à empresa projetista para que sejam sanadas eventuais dúvidas.

A empresa contratada não deve prevalecer-se de qualquer erro involuntário, ou de qualquer omissão eventualmente existente para eximir-se de suas responsabilidades.

## 2. OBJETO DA LICITAÇÃO

Os serviços a serem contratados serão realizados na área 0000 e compreendem ao projeto de instalações elétricas, conforme desenhos de referência.

## 3. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

O desenvolvimento dos Projetos de Instalações Elétricas deverá seguir no mínimo as recomendações e especificações contidas nas normas técnicas citadas abaixo:


ABNT NBR 5410: Instalações Elétricas em Baixa Tensão, março 2005.

ABNT NBR 5419: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, agosto 2005.

ABNT NBR 6323: Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Especificação, dezembro 2007.

ABNT-NBR IEC 60079-0 Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Requisitos gerais – Especificação, dezembro 2008.

ABNT NBR 13571: Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios – especificação, abril 1996.

	<b>NEXA RESOURCES UNIDADE ARIPUANÃ</b>	
<b>TÍTULO:</b> <b>PROJETO REFORMA – UBS’S E HM</b> PROJETO DETALHADO E&C – UBS CONSELVAN MEMORIAL DESCRITIVO E CÁLCULO DE ENTRADA DE ENERGIA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ELE0523	<b>FOLHA</b> 4/6
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

ABNT NBR 5413: Iluminação de Interiores, abril 1992.

ABNT NBR 5624:2011 – Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento, protetor e rosca.

ABNT NBR 17240: Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio, novembro 2010.

ABNT NBR 10898: Sistema de Iluminação de Emergência, novembro 1999.

ABNT NBR 13057:2011 - Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, zincado eletroliticamente e com rosca.

ABNT NBR 13534: Instalações Elétricas em Estabelecimentos de Saúde, julho 2008.

ABNT NBR 13897: Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metro ferroviário.

ABNT NBR 13898: Duto espiralado corrugado flexível, em polietileno de alta densidade, para uso metro ferroviário.

ABNT NBR 14692: Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações – determinação do tempo de oxidação induzida.

ABNT NBR 13570: Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público, abril. 1996.

NR 10: Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho Instalações e Serviços em Eletricidade, junho 1978.

Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistências de Saúde, Brasília 2004 - Resolução RDC nº 50 da ANVISA

#### 4. ESTRUTURA ELÉTRICA

A estrutura elétrica adotada consiste em um sistema de entrada de energia, conectado ao ponto de entrega da concessionária de energia elétrica em baixa tensão circuitos, em conformidade com as determinações da ENERGISA, de forma a atender à demanda prevista nos projetos executivos de Instalações Elétricas da Unidade.



NEXA RESOURCES  
UNIDADE ARIPUANÃ

<b>TÍTULO:</b> <b>PROJETO REFORMA – UBS’S E HM</b> PROJETO DETALHADO E&C – UBS CONSELVAN MEMORIAL DESCRITIVO E CÁLCULO DE ENTRADA DE ENERGIA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ELE0523	<b>FOLHA</b> 5/6
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

## 5. DOCUMENTAÇÃO PADRÃO ENERGISA

A documentação a seguir deverá ser preenchida pelo CONTRATADO para a execução das obras de instalação, e deverá ser apresentado caso a Concessionária solicite.

Projeto Elétrico de Padrão de Entrada	
<b>Dados do Responsável Técnico</b>	
Nome:	
Endereço:	
Telefone:	
E-mail:	
<b>Dados do Contratante</b>	
Nome:	CONSELVAN
Endereço:	
Telefone:	
E-mail:	
<b>Características do Projeto:</b>	
Tipo de Projeto:	[Aumento de Carga]
Classe:	[Poder Público]
Nº de Pavimentos:	1
Quantidade de UC's:	1
Demanda Provável (kVA):	44,04
Carga Total (kW):	59,84
Carga Existente:	[40kW]
Medições Existentes:	[6/1198387-1]
Tipo de Padrão:	[Baixa tensão]
Motor de 30CV ou superior:	[Não]
Previsão de ligação:	

<b>TÍTULO:</b> <b>PROJETO REFORMA – UBS’S E HM</b> PROJETO DETALHADO E&C – UBS CONSELVAN MEMORIAL DESCRITIVO E CÁLCULO DE ENTRADA DE ENERGIA	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ELE0523	<b>FOLHA</b> 6/6
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

## 1. OBJETIVO DO PROJETO

O presente projeto tem por finalidade descrever as instalações do padrão de entrada para o aumento de carga da UBS Conselvan, localizada na Rua Garantã, s/n Aripuanã MT.

## 2. ENTRADA DE ENERGIA

A entrada de energia será feita em baixa tensão com ramal de ligação aéreo derivando da rede BT da Concessionária.

## 3. PROTEÇÃO

Para a proteção geral será utilizado um disjuntor termomagnético de 200A, com corrente de curto-circuito de, no mínimo, 5 kA.

As proteções individuais seguirão o dimensionamento proposto no diagrama unifilar geral.

## 4. CONDUTORES

Todos os condutores do ramal de entrada geral e individual terão as mesmas características: XLPE/EPR 0,6/1 kV Classe 2, e suas bitolas seguirão ao que foi proposto no diagrama unifilar.

## 5. CÁLCULO DE DEMANDA

Descrever cálculos de demanda individual e geral, com a justificativa da proteção utilizada para cada unidade.

QUADRO:	ALIMENTADORES GERAIS														
LOCAL:	TÉRREO (CONSELVAN)														
SIST:	3F+N+T														
TENSAO:	220														
Notas :															
1 - Diametros nominais em polegadas, para trechos em eletrodutos, para trechos em eletrocalha ver plantas.															
2 - Condutor PE, nos trechos individualizados em canalizações															
CIRC/ELET.	Alimentador	F	P.dem I (kVA)	Nom. (A)	Proteção		Condutores (mm <sup>2</sup> )						Q.T. (%)	Dist (m)	TAG Alim.
					tipo	(A)	tipo	material	Circ./fase	Fase	Neutro	Terra			
1 x 90mm	POSTE / EE	3	73,40	194	DISJ.	200	UNIPOLAR	COBRE - 90°C	1	95	95	50	0,899%	20	EE-UBS

## 6. CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO

$$\text{Unidade monofásica: } S = \frac{2p \times L \times I}{127 \times 0,03}$$

$$\text{Unidade bifásica: } S = \frac{2p \times L \times I}{220 \times 0,03}$$

$$\text{Unidade trifásica: } S = \frac{1,732p \times L \times I}{220 \times 0,03}$$

onde, p=0,017 e L=distância da medição ao QD.

Unidade	Corrente (A)	Distância (m)	Condutor Adotado (mm <sup>2</sup> )
UBS CONSELVAN	200	20	95





NEXA RESOURCES  
ARIPUANÃ

**TÍTULO:**

REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE  
CONCRETO E FUNDAÇÕES

**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000CIV0513

**FOLHA**

2/19

**Nº. EMITENTE:**



7074266

**REV.**

2

**ÍNDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIÇÃO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
1.	INTRODUÇÃO	3
2.	NORMAS APLICÁVEIS E UTILIZADAS	3
3.	SOFTWARE UTILIZADO	4
4.	RELATÓRIO DE SONDAJEM	5
5.	MATERIAIS	6
6.	ESTRUTURAS DE CONCRETO	7
7.	MODELO ESTRUTURAL	7

 	<b>NEXA RESOURCES ARIPUANÃ</b>	
<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 3/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

## 1. INTRODUÇÃO

A presente memória de cálculo contempla as premissas de cálculo e execução das Estruturas de Concreto de fundações para a UBS – CONSELVAN do Município de Aripuanã do estado do Mato Grosso



## 2. NORMAS APLICÁVEIS E UTILIZADAS

Na análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais desta edificação foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos;
- NBR 6120:2019 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimentos;
- NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações – Procedimentos;
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos;
- NBR 6112:2010 - Projeto e Execução de Fundações.

Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE

- NR 3 - Embargo e Interdição;
- NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI;
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 12 - Máquinas e Equipamentos;
- NR 16 - Atividades e Operações Perigosas;
- NR 17 - Ergonomia;
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- NR 21 - Trabalho a Céu Aberto;
- NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração;
- NR 26 - Sinalização de Segurança.

 	<b>NEXA RESOURCES ARIPUANÃ</b>	
<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 4/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

Os seguintes anexos serão fornecidos pela CONTRATADA:

- DD-VM-HSMQ-014 – Relatório de análise de acidentes/incidentes.
- DD-VM-HSMQ-016 – Tabela de Incompatibilidade.
- PD-VM-Capex-009 – Comissionamento e startup.
- PD-VM-Capex-010 – Planejamento e controle de projetos de Capex.
- PD-VM-HSMQ-001 – Classificação de acidentes, incidentes e potencial de gravidade.
- PG-VM-HSMQ-001 – Avaliação de riscos.
- PG-VM-HSMQ-004 – Análise de incidentes e gerenciamento de crise.
- PG-VM-HSMQ-006 – Inspeções.
- PG-VM-HSMQ-007 – Gerenciamento de EPI's.
- PG-VM-HSMQ-009 – Veículos e Direção.
- PG-VM-HSMQ-010 – Substâncias Perigosas.
- PG-VM-HSMQ-011 – Trabalho a Quente.
- PG-VM-HSMQ-012 – Bloqueio e Isolamento de Energia.
- PG-VM-HSMQ-015 - Código de cores.
- PG-VM-HSMQ-016 – Espaço Confinado.
- PG-VM-HSMQ-020 – Permissões para trabalho.
- PG-VM-HSMQ-021 – Estatística de HSM.
- PG-VM-HSMQ-024 – Proteção de Maquinário.
- PG-VM-HSMQ-025 – Trabalho em altura.
- PG-VM-HSMQ-026 – Diálogo de HSMQ.
- PG-VM-HSMQ-027 – Escavações.
- PG-VM-HSMQ-028 – Demolição.
- PG-VM-HSMQ-031 – Ferramentas Manuais.
- PG-VM-HSMQ-032 – Armazenamento, Manuseios e Transporte Gases Pressurizados.
- PG-VM-HSMQ-033 – Segurança na Movimentação de Cargas Suspensas.
- PG-VM-HSMQ-034 – Controle gerencial de saúde ocupacional.
- PG-VM-HSMQ-035 – Gerenciamento de mudanças.

### 3. SOFTWARE UTILIZADO

- Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o software abaixo:  
Programa CAD TQS;



**TÍTULO:**  
 REFORMA DAS UBSs E HM  
 PROJETO EXECUTIVO  
 UBS CONSELVAN  
 MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE  
 CONCRETO E FUNDAÇÕES

**Nº. NEXA:**  
 MC-I726418001-0000CIV0513

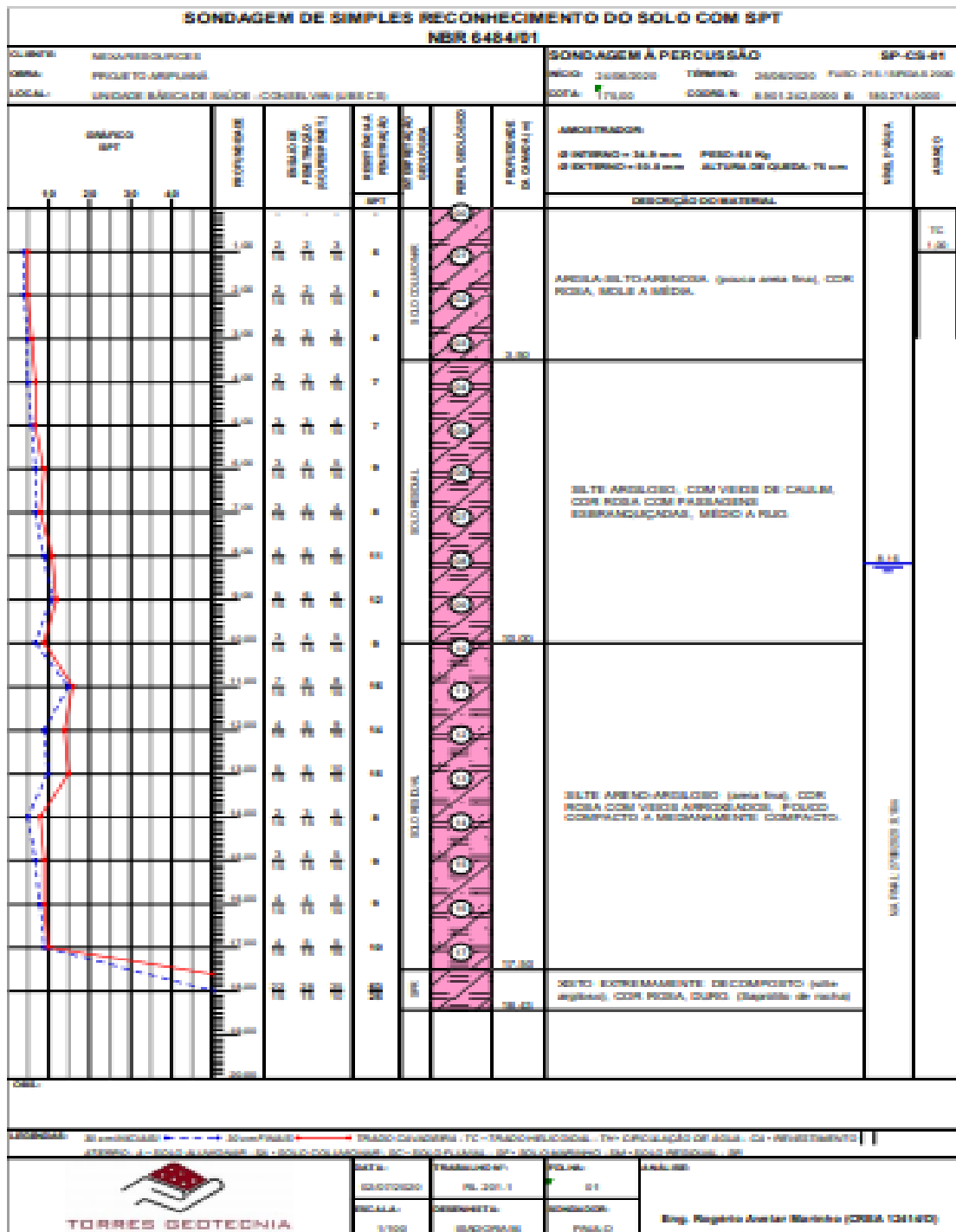
**FOLHA**  
 5/19

**Nº. EMITENTE:**  
 7074266

**REV.**  
 2

#### 4. RELATÓRIO DE SONDAGEM

Os serviços de sondagem foram executados pela empresa TORRES GEOTECNIA, e os resultados foram apresentados no RELATÓRIO DE SONDAGEM, emitido em 02 de julho de 2020, através do documento **RL-I726418001-0000GEO0006**



<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 6/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

Foram executados 03 furos de sondagem a percussão, com profundidades abaixo relacionadas, totalizando 52,12 metros de perfuração.

SONDAGEM À PERCUSSÃO		
Sondagem	Profundidade solo (m)	Nível de Água (m) após 24hs
SP-CS-01	18,43	8,16
SP-CS-02	19,42	SECO
SP-CS-03	14,27	7,50
TOTAL	52,12	-

## 5. MATERIAIS

Concreto fck 25,0 Mpa

Consumo mínimo de cimento = 320 Kg/m<sup>3</sup>

Máxima relação água/cimento = 0,45

Diâmetro característico do agregado

Vigas e Lajes – Brita 1 com  $\varnothing \leq 19\text{mm}$

Pilares – Brita 1 e Brita 2 com  $\varnothing \leq 25\text{mm}$

Blocos – Brita 1, Brita 2 e Brita 3 com  $\varnothing \leq 38\text{mm}$

Módulo de Elasticidade Mínimo na Idade da Desforma  $E \geq 21 \text{ GPa}$

### MÓDULO DE ELASTICIDADE

O módulo de elasticidade, em tf/m<sup>2</sup>, utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

	<i>Ecs</i>	<i>Eci</i>
<b>C25</b>	2380000	2800000

### AÇO DE ARMADURA PASSIVA

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	<i>Ecs(GPa)</i>	<i>fyk(MPa)</i>	Massa específica(kg/m <sup>3</sup> )	<i>nb</i>	<i>n1</i>
<b>CA-25</b>	210	250	7.850	1,0	1,00
<b>CA-50</b>	210	250	7.850	1,5	2,25
<b>CA-60</b>	210	250	7.850	1,2	1,40

### AÇO DE ARMADURA ATIVA

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	<i>Ecs(GPa)</i>	<i>fpyk(MPa)</i>	<i>fptk(MPa)</i>	Massa específica(kg/m <sup>3</sup> )	<i>nb</i>
<b>CP190-12,7</b>	200	175	190	7.850	1,0

**TÍTULO:**  
REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE  
CONCRETO E FUNDAÇÕES

**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000CIV0513

**FOLHA**  
7/19

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
2

## 6. ESTRUTURAS DE CONCRETO

### 1. AÇÕES E COMBINAÇÕES

#### A. CARGA VERTICAL

A.1 – Cargas dos Pilares Metálicos: As cargas e esforços sobre os blocos foram obtidos dos projetos de Estrutura Metálica de Cobertura, cujas tabelas a seguir apresentam esses valores.

PESOPRÓPRIO [kN , m]							AÇÃO PERMANENTE [kN , m]						
Nó	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Nó	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
P1	0,01	-0,01	3,00	0,03	0,02	0,07	P1	0,02	-0,08	6,92	0,22	0,05	0,24
P2	-1,05	-0,02	8,05	0,03	-1,06	0,02	P2	-0,87	-0,16	12,17	0,19	-0,89	0,09
P3	-1,95	0,00	9,45	0,00	-2,06	0,01	P3	-3,91	-0,02	17,92	0,02	-4,13	0,06
P4	-2,14	0,04	10,02	-0,01	-2,40	0,01	P4	-4,27	0,29	18,24	-0,03	-4,88	0,06
P5	-2,04	0,00	9,58	0,00	-2,24	0,01	P5	-4,41	-0,01	19,06	0,01	-4,76	0,06
P6	-1,85	-0,01	8,42	0,01	-2,09	0,01	P6	-3,21	-0,07	14,79	0,09	-3,53	0,06
P7	0,01	0,00	3,63	0,01	0,02	0,00	P7	0,02	-0,01	9,08	0,03	0,05	0,00
P8	0,01	-0,02	2,97	0,05	0,02	0,00	P8	0,02	-0,12	6,89	0,32	0,06	0,00
P9	0,90	-0,02	9,29	0,03	1,22	0,00	P9	0,96	-0,14	13,90	0,19	1,33	0,00
P10	2,34	0,00	9,04	0,01	3,01	0,00	P10	4,49	-0,02	17,54	0,03	5,78	0,00
P11	0,09	0,00	0,44	0,00	0,23	0,00	P11	-0,02	0,00	0,51	0,00	0,41	0,00
P12	2,14	-0,06	9,65	0,01	2,63	0,00	P12	4,27	-0,07	18,86	0,01	5,34	0,00
P13	2,12	0,12	9,67	-0,01	2,64	0,00	P13	4,51	0,43	20,89	0,00	5,71	0,00
P14	1,77	0,00	8,52	0,00	2,17	0,00	P14	3,12	0,01	16,44	0,01	3,92	0,00
P15	0,01	0,00	2,33	0,00	0,02	-0,06	P15	0,02	-0,01	4,66	0,03	0,06	-0,22
P16	0,00	-0,01	1,77	0,01	0,02	0,00	P16	-0,46	-0,02	3,63	0,02	-0,45	-0,01
P17	-0,26	0,00	2,46	0,00	-0,28	0,00	P17	-0,30	0,00	4,12	0,00	-0,31	0,00
P18	-0,09	0,00	1,89	0,00	-0,09	0,00	P18	0,02	0,00	2,53	0,00	0,05	0,00

UTILIDADES [kN , m]							SOBRECARGA [kN , m]						
Nó	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Nó	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
P1	0,01	-0,03	2,56	0,09	0,02	0,09	P1	0,02	-0,08	6,92	0,22	0,05	0,24
P2	-0,36	-0,06	4,73	0,08	-0,37	0,03	P2	-0,87	-0,16	12,17	0,19	-0,89	0,09
P3	-1,56	-0,01	7,16	0,01	-1,65	0,02	P3	-3,91	-0,02	17,92	0,02	-4,13	0,06
P4	-1,71	0,12	7,30	-0,01	-1,87	0,02	P4	-4,27	0,29	18,24	-0,03	-4,88	0,06
P5	-1,77	0,00	7,83	0,00	-1,90	0,02	P5	-4,41	-0,01	19,06	0,01	-4,76	0,06
P6	-1,29	-0,03	5,92	0,04	-1,41	0,02	P6	-3,21	-0,07	14,79	0,09	-3,53	0,06
P7	0,01	-0,01	3,35	0,01	0,02	0,00	P7	0,02	-0,01	9,08	0,03	0,05	0,00
P8	0,01	-0,05	2,55	0,13	0,02	0,00	P8	0,02	-0,12	6,89	0,32	0,06	0,00
P9	0,38	-0,06	5,40	0,07	0,53	0,00	P9	0,96	-0,14	13,90	0,19	1,33	0,00
P10	1,79	-0,01	7,01	0,01	2,30	0,00	P10	4,49	-0,02	17,54	0,03	5,78	0,00
P11	-0,01	0,00	0,20	0,00	0,17	0,00	P11	-0,02	0,00	0,51	0,00	0,41	0,00
P12	1,71	-0,03	7,54	0,01	2,14	0,00	P12	4,27	-0,07	18,86	0,01	5,34	0,00
P13	1,80	0,17	8,28	0,00	2,28	0,00	P13	4,51	0,43	20,89	0,00	5,71	0,00
P14	1,25	0,01	6,58	0,00	1,57	0,00	P14	3,12	0,01	16,44	0,01	3,92	0,00
P15	0,01	0,00	1,73	0,01	0,02	-0,08	P15	0,02	-0,01	4,66	0,03	0,06	-0,22
P16	-0,16	-0,01	1,40	0,01	-0,16	-0,01	P16	-0,46	-0,02	3,63	0,02	-0,45	-0,01
P17	-0,12	0,00	1,65	0,00	-0,12	0,00	P17	-0,30	0,00	4,12	0,00	-0,31	0,00
P18	0,01	0,00	1,01	0,00	0,02	0,00	P18	0,02	0,00	2,53	0,00	0,05	0,00

**TÍTULO:**  
REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE  
CONCRETO E FUNDAÇÕES

**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000CIV0513

**FOLHA**  
8/19

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
2

VENTO X + [kN , m]							VENTO X - [kN , m]						
Nó	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Nó	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
P1	-0,04	0,08	-6,28	-0,22	-0,12	-0,22	P1	-0,02	0,16	-13,88	-0,44	-0,05	-0,49
P2	1,76	0,16	-14,84	-0,19	1,65	-0,08	P2	1,04	0,33	-21,88	-0,38	1,21	-0,18
P3	5,71	0,02	-22,29	-0,02	5,91	-0,05	P3	6,04	0,04	-31,53	-0,04	6,50	-0,11
P4	6,64	-0,16	-23,19	0,03	7,39	-0,05	P4	6,16	-0,70	-31,52	0,06	6,64	-0,11
P5	6,65	0,00	-23,77	0,00	7,24	-0,05	P5	6,58	0,02	-33,41	-0,02	7,02	-0,11
P6	5,11	0,07	-18,86	-0,09	5,73	-0,06	P6	4,53	0,14	-25,71	-0,18	4,86	-0,12
P7	-0,04	0,02	-13,25	-0,05	-0,12	0,00	P7	-0,02	0,02	-15,40	-0,05	-0,05	0,00
P8	-0,04	0,22	-13,82	-0,80	-0,12	0,00	P8	-0,02	0,13	-6,55	-0,36	-0,05	0,00
P9	-1,52	0,27	-24,94	-0,35	-2,25	0,00	P9	-1,47	0,16	-16,96	-0,21	-1,88	0,00
P10	-7,38	0,04	-32,07	-0,05	-9,54	0,00	P10	-6,11	0,02	-20,62	-0,02	-7,81	0,00
P11	0,05	-0,01	-1,00	0,01	-0,82	0,00	P11	0,02	-0,01	-0,53	0,00	-0,42	0,00
P12	-6,64	0,08	-34,52	-0,03	-8,19	0,00	P12	-6,16	0,12	-22,06	-0,01	-7,83	0,00
P13	-7,04	-0,84	-38,33	0,01	-8,83	0,00	P13	-6,48	-0,43	-23,74	0,01	-8,30	0,00
P14	-4,72	-0,02	-30,36	-0,03	-5,82	-0,01	P14	-4,83	-0,02	-18,97	-0,01	-5,92	0,00
P15	-0,04	0,02	-9,34	-0,04	-0,12	0,44	P15	-0,02	0,01	-4,24	-0,04	-0,05	0,20
P16	1,06	0,06	-7,74	-0,06	1,02	0,03	P16	0,23	0,00	-2,92	-0,01	0,23	0,01
P17	0,55	0,00	-8,41	0,00	0,56	0,00	P17	0,34	0,00	-3,95	0,00	0,36	0,00
P18	-0,05	0,00	-5,07	0,00	-0,10	0,00	P18	-0,02	0,00	-2,51	0,00	-0,04	0,00

VENTO Y + [kN , m]							VENTO Y - [kN , m]						
Nó	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Nó	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
P1	-0,02	0,08	-4,74	-0,21	-0,05	-0,17	P1	-0,04	0,16	-13,84	-0,44	-0,11	-0,49
P2	1,06	0,15	-10,52	-0,18	1,10	-0,10	P2	1,92	0,33	-24,96	-0,39	1,95	-0,14
P3	4,66	0,06	-19,84	-0,07	4,92	-0,08	P3	7,66	0,00	-35,59	0,01	8,07	-0,08
P4	6,95	-0,46	-28,19	-0,12	7,68	-0,08	P4	6,97	-0,41	-28,74	0,21	7,73	-0,08
P5	8,96	-0,01	-38,34	0,01	9,75	-0,08	P5	5,49	0,03	-21,20	-0,03	6,02	-0,08
P6	6,85	0,15	-30,08	-0,20	7,70	-0,08	P6	3,93	0,05	-16,37	-0,07	4,35	-0,08
P7	-0,02	0,02	-6,22	-0,05	-0,05	0,00	P7	-0,04	0,02	-18,17	-0,06	-0,11	0,00
P8	-0,02	0,09	-4,72	-0,24	-0,05	0,00	P8	-0,04	0,27	-13,78	-0,73	-0,11	0,00
P9	-0,93	0,13	-11,82	-0,16	-1,25	0,00	P9	-2,06	0,30	-28,61	-0,40	-2,85	0,00
P10	-5,29	0,04	-19,27	-0,05	-6,79	0,00	P10	-8,83	0,02	-34,78	-0,03	-11,37	0,00
P11	-0,08	-0,03	-0,37	0,02	-0,32	0,00	P11	-0,13	0,01	-0,90	-0,01	-0,72	0,00
P12	-6,95	-0,54	-27,18	-0,07	-8,65	0,00	P12	-6,97	0,71	-26,79	0,03	-8,67	0,00
P13	-9,25	0,36	-37,43	-0,01	-11,67	0,00	P13	-5,53	-1,59	-20,92	0,03	-6,91	0,00
P14	-6,56	-0,05	-29,89	0,01	-8,11	-0,01	P14	-3,89	0,01	-16,00	-0,04	-4,86	0,00
P15	-0,02	-0,01	-3,19	0,03	-0,05	0,15	P15	-0,04	0,04	-9,32	-0,12	-0,11	0,44
P16	0,26	0,02	-3,07	-0,02	0,25	0,01	P16	0,88	0,04	-7,15	-0,05	0,85	0,03
P17	0,32	0,00	-4,04	0,01	0,34	0,00	P17	0,61	0,00	-8,25	-0,01	0,63	0,00
P18	0,06	0,00	-2,21	0,01	0,05	0,00	P18	0,13	0,00	-4,26	-0,01	0,11	0,00

**TÍTULO:**  
REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE  
CONCRETO E FUNDAÇÕES

**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000CIV0513

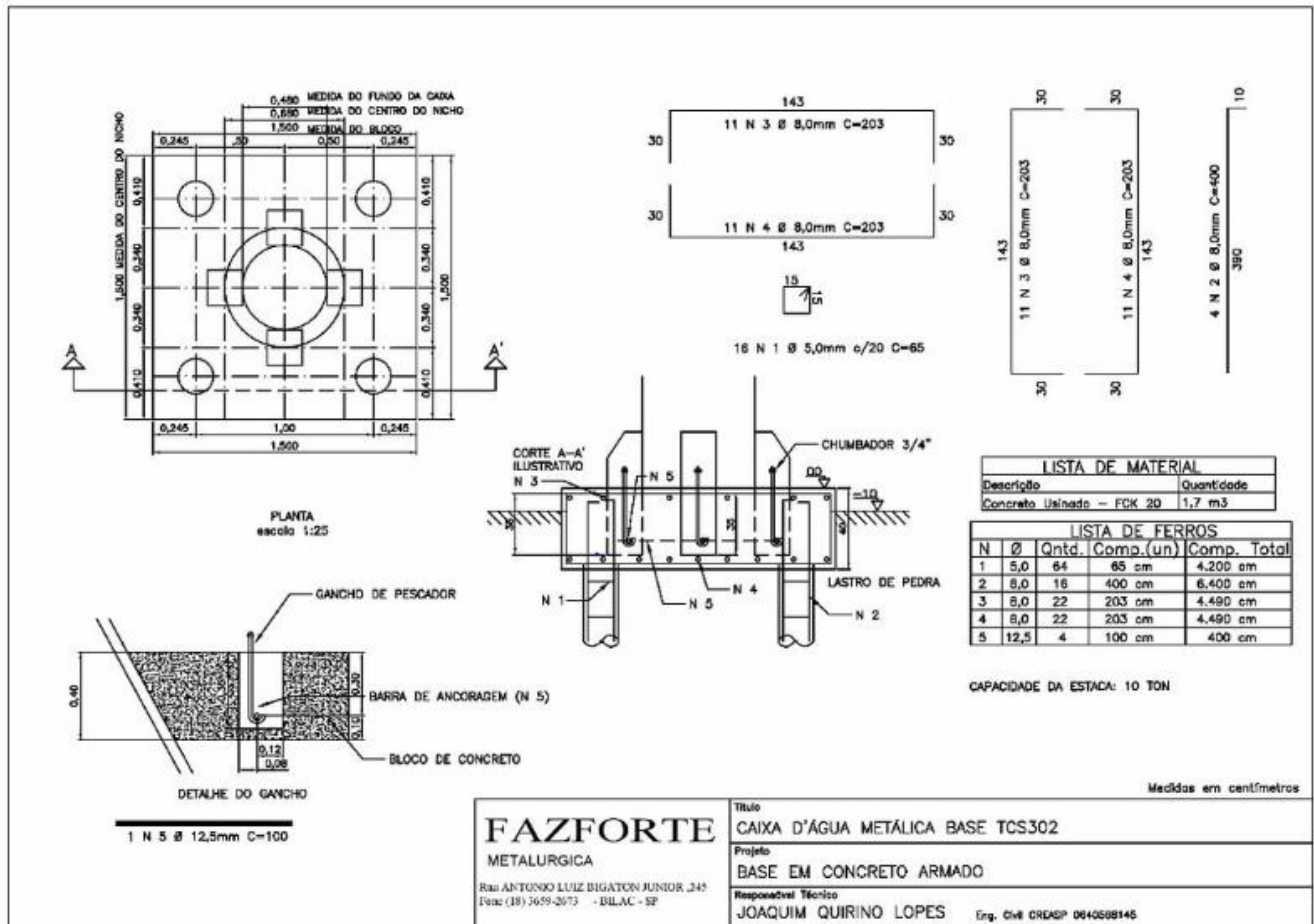
**FOLHA**  
9/19

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
2

## MEMÓRIA DE CÁLCULO DA BASE DO RESERVATÓRIO

A base do reservatório de água foi executada em conformidade com os projetos fornecidos pelo fabricante, considerando-se a cota de apoio do bloco conforme o Relatório de Sondagem citado acima neste MEMÓRIA.



## MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS FUNDAÇÕES

A seguir são apresentados os dados e resultados do cálculo/dimensionamento das estacas e blocos de fundação:

OBSERVAÇÃO:

Este programa utiliza o MÉTODO SIMPLIFICADO DAS BIELAS EM BLOCOS CONSIDERADOS RÍGIDOS (com um ângulo ótimo entre 45 e 55 graus). Nos casos com Momentos Fletores atuantes, Considera-se para o dimensionamento do bloco, a Força normal Equivalente (FE), mais crítica, dentre os casos de carregamentos transferidos. Cabe ao engenheiro o cálculo e o detalhamento de armaduras complementares para esforços de TRAÇÃO em pontos localizados do bloco e estaca(s), se houver, em função da geometria do bloco e das solicitações.

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 10/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

FE: Força normal Equivalente total para dimensionamento, que provoca o mesmo efeito das ações (compressão e flexões concomitantes), na estaca mais solicitada, dentre todos os casos de carregamento;

F1: FE/Estacas (esforço crítico p/ simples conferência, para a 'estaca mais solicitada');

AsXfdZ,AsYfdZ: a SOMA de armaduras necessárias para fendilhamento e cintamento (quando houver);

Ascín: Armadura necessária para cintamento;

OBS: Observar possíveis conversões entre armaduras e tipos de aço (ex: CA50 para CA60)

### ESTACA ESCAVADA MANUAL

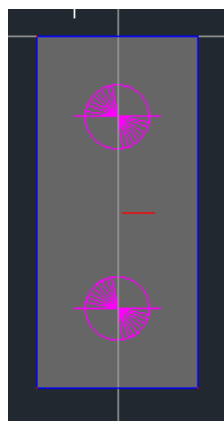
Para a determinação das estacas escavadas, verificamos a pior situação de Carga Normal dos Pilares de Apoio da Estrutura Metálica, conforme planilha abaixo.

Pilar	Carga (TF)	Pilar	Carga (TF)	Pilar	Carga (TF)
P1	1,94	P7	2,51	P13	5,93
P2	3,71	P8	1,93	P14	4,80
P3	5,25	P9	4,25	P15	1,34
P4	5,38	P10	5,11	P16	1,04
P5	5,53	P11	0,16	P17	1,24
P6	4,39	P12	5,49	P18	0,80

Considerando o pior caso de Carga Normal de 5,93 TF (Toneladas Força), determinamos o uso de **02 (duas) estacas escavadas** com diâmetro de 200mm cada, que suporta 4,0 TF cada uma, apoiadas sobre o solo firme determinado pelo relatório de sondagem, para cada bloco de apoio dos pilares.

A profundidade determinada conforme o relatório de sondagem é de 4,0 metros. No caso da escavação com trado manual se tornar impossível de ser executada antes desta profundidade, significa que já foi alcançado o terreno com a resistência adequada, e o processo de execução poderá ser finalizado nesta cota.

Eventuais desvios de locação das estacas deverão ter o projeto revisado, em função do sentido, direção e distância desse deslocamento, com a criação de novos blocos e/ou vigas alavancas.



<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 11/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

## BLOCOS DE FUNDAÇÃO

### B1

BLOCO: 1 - B1

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	18.00	-2.43	.72
1 (Rmin)	18.00	-2.43	.72
1 (TEst)	18.00	-2.43	.72
GEOMETRIA [cm,m3]	CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]	VERIF. [cm, graus]
Estacas= 2 fi = 20.0	FN= 18.0	TensLimP= 225.0	dmin = 25.3
DisX= 60.0		TensPil = 222.5	dmax = 35.9
Xbl = 110.0 Ybl = 50.0	MY= .7		dutil = 40.5
Alt = 50.0 Vol = .275		TensLimE= 225.0	AnguloX= 58.1
Xpil= 19.0 Ypil= 19.0	FE= 21.1	TensEst = 78.3	AnguloY= 58.1
Formas: 1.60 m2	F1= 10.5		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]	Peso Próprio: .7 tf (x1)		
Prin.X: 2.5 = 3 {12.5 C/ 20.0	Susp.Y: 1.6 = 6 { 6.3 C/ 20.0		
P.Estr: .8 = 3 { 6.3 C/ 20.0	Laterl: .5 = 3 { 5.0 C/ 20.0		

### B2

BLOCO: 2 - B2

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
3 (Dim )	10.81	-.24	-.14
1 (Rmin)	10.81	-.24	-.14
1 (TEst)	10.81	-.24	-.14
GEOMETRIA [cm,m3]	CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]	VERIF. [cm, graus]
Estacas= 2 fi = 20.0	FN= 10.8	TensLimP= 225.0	dmin = 25.3
DisX= 60.0		TensPil = 90.0	dmax = 35.9
Xbl = 110.0 Ybl = 50.0	MY= -.1		dutil = 40.5
Alt = 50.0 Vol = .275		TensLimE= 225.0	AnguloX= 58.1
Xpil= 19.0 Ypil= 19.0	FE= 12.0	TensEst = 44.4	AnguloY= 58.1
Formas: 1.60 m2	F1= 6.0		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]	Peso Próprio: .7 tf (x1)		
Prin.X: 1.4 = 2 {10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6 { 6.3 C/ 20.0		
P.Estr: .8 = 3 { 6.3 C/ 20.0	Laterl: .3 = 2 { 5.0 C/ 25.0		

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 12/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

**B3**

BLOCO: 3 - B3

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	11.48	-.14	-.20
3 (Rmin)	11.48	-.14	-.20
1 (TEst)	11.48	-.14	-.20
GEOMETRIA[cm,m3]		CARGAS[tf,m]	TENSOES[kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 11.5	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 104.3
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= -.2	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 12.9	TensEst = 47.7
Formas: 1.60 m2	F1= 6.4		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.5 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .3 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

**B4**

BLOCO: 4 - B4

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	11.60	.15	.29
3 (Rmin)	11.60	.15	.29
3 (TEst)	11.60	.15	.29
GEOMETRIA[cm,m3]		CARGAS[tf,m]	TENSOES[kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 11.6	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 117.9
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= .3	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 13.3	TensEst = 49.2
Formas: 1.60 m2	F1= 6.6		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.6 = 3	{ 10.0 C/ 20.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .3 = 2	{ 5.0 C/ 25.0



<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 13/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

**B5**

BLOCO: 5 - B5

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
3 (Dim )	11.04	-.14	.24
1 (Rmin)	11.04	-.14	.24
1 (TEst)	11.04	-.14	.24
GEOMETRIA [cm,m3]	CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]	VERIF. [cm, graus]
Estacas= 2 fi = 20.0	FN= 11.0	TensLimP= 225.0	dmin = 25.3
DisX= 60.0		TensPil = 106.3	dmax = 35.9
Xbl = 110.0 Ybl = 50.0	MY= .2		dutil = 40.5
Alt = 50.0 Vol = .275		TensLimE= 225.0	AnguloX= 58.1
Xpil= 19.0 Ypil= 19.0	FE= 12.5	TensEst = 46.5	AnguloY= 58.1
Formas: 1.60 m2	F1= 6.3		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]	Peso Próprio: .7 tf (x1)		
Prin.X: 1.5 = 2 {10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6 { 6.3 C/ 20.0		
P.Estr: .8 = 3 { 6.3 C/ 20.0	Laterl: .3 = 2 { 5.0 C/ 25.0		

**B6**

BLOCO: 6 - B6

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	3.21	.22	-.64
1 (Rmin)	3.21	.22	-.64
1 (TEst)	3.21	.22	-.64
GEOMETRIA [cm,m3]	CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]	VERIF. [cm, graus]
Estacas= 2 fi = 20.0	FN= 3.2	TensLimP= 225.0	dmin = 25.3
DisX= 60.0		TensPil = 115.3	dmax = 35.9
Xbl = 110.0 Ybl = 50.0	MY= -.6		dutil = 40.5
Alt = 50.0 Vol = .275		TensLimE= 225.0	AnguloX= 58.1
Xpil= 19.0 Ypil= 19.0	FE= 6.0	TensEst = 22.4	AnguloY= 58.1
Formas: 1.60 m2	F1= 3.0		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]	Peso Próprio: .7 tf (x1)		
Prin.X: .8 = 2 {10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6 { 6.3 C/ 20.0		
P.Estr: .8 = 3 { 6.3 C/ 20.0	Laterl: .1 = 2 { 5.0 C/ 25.0		



**NEXA RESOURCES  
ARIPUANÁ**

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 14/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

B7

BLOCO: 7 - B7

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	3.04	.18	.64
1 (Rmin)	3.04	.18	.64
1 (TEst)	3.04	.18	.64
GEOMETRIA[cm,m3]	CARGAS[tf,m]	TENSOES[kgf/cm2]	VERIF.[cm, graus]
Estacas= 2 fi = 20.0	FN= 3.0	TensLimP= 225.0	dmin = 25.3
DisX= 60.0		TensPil = 114.1	dmax = 35.9
Xbl = 110.0 Ybl = 50.0	MY= .6		dutil = 40.5
Alt = 50.0 Vol = .275		TensLimE= 225.0	AnguloX= 58.1
Xpil= 19.0 Ypil= 19.0	FE= 5.9	TensEst = 21.8	AnguloY= 58.1
Formas: 1.60 m2	F1= 2.9		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]	Peso Próprio:	.7 tf (x1)	
Prin.X: .8 = 2 {10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6 { 6.3 C/ 20.0		
P.Estr: .8 = 3 { 6.3 C/ 20.0	Laterl: .1 = 2 { 5.0 C/ 25.0		

B8

BLOCO: 8 - B8

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	17.27	-.74	2.40
1 (Rmin)	17.27	-.74	2.40
1 (TEst)	17.27	-.74	2.40
GEOMETRIA[cm,m3]	CARGAS[tf,m]	TENSOES[kgf/cm2]	VERIF.[cm, graus]
Estacas= 2 fi = 20.0	FN= 17.3	TensLimP= 225.0	dmin = 25.3
DisX= 60.0		TensPil = 464.3	dmax = 35.9
Xbl = 110.0 Ybl = 50.0	MY= 2.4		dutil = 40.5
Alt = 50.0 Vol = .275		TensLimE= 225.0	AnguloX= 58.1
Xpil= 19.0 Ypil= 19.0	FE= 26.0	TensEst = 96.4	AnguloY= 58.1
Formas: 1.60 m2	F1= 13.0		
*****		****	****
ARMADURAS [cm2,cm]	Peso Próprio:	.7 tf (x1)	
Prin.X: 3.1 = 3 {12.5 C/ 20.0	Susp.Y: 1.6 = 6 { 6.3 C/ 20.0		
P.Estr: .8 = 3 { 6.3 C/ 20.0	Laterl: .6 = 3 { 6.3 C/ 20.0		

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 15/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

**B9**

BLOCO: 9 - B9

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	5.42	-.84	-.32
1 (Rmin)	5.42	-.84	-.32
1 (TEst)	5.42	-.84	-.32
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 5.4	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 82.1
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= -.3	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 7.2	TensEst = 26.6
Formas: 1.60 m2	F1= 3.6		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: .9 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

**B10**

BLOCO: 10 - B10

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	5.74	-.43	-.59
1 (Rmin)	5.74	-.43	-.59
1 (TEst)	5.74	-.43	-.59
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 5.7	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 123.6
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= -.6	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 8.4	TensEst = 31.2
Formas: 1.60 m2	F1= 4.2		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.0 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 16/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

**B11**

BLOCO: 11 - B11

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	5.10	-.39	.64
1 (Rmin)	5.10	-.39	.64
1 (TEst)	5.10	-.39	.64
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 5.1	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 126.6
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= .6	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 7.9	TensEst = 29.4
Formas: 1.60 m2	F1= 4.0		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.0 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

**B12**

BLOCO: 12 - B12

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	5.47	.39	.84
1 (Rmin)	5.47	.39	.84
1 (TEst)	5.47	.39	.84
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 5.5	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 158.5
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= .8	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 8.9	TensEst = 33.2
Formas: 1.60 m2	F1= 4.5		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.1 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 17/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

**B13**

BLOCO: 13 - B13

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	5.42	-.84	-.32
1 (Rmin)	5.42	-.84	-.32
1 (TEst)	5.42	-.84	-.32
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 5.4	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 82.1
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= -.3	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 7.2	TensEst = 26.6
Formas: 1.60 m2	F1= 3.6		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: .9 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

**B14**

BLOCO: 14 - B14

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	5.74	-.43	-.59
1 (Rmin)	5.74	-.43	-.59
1 (TEst)	5.74	-.43	-.59
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 5.7	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 123.6
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= -.6	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 8.4	TensEst = 31.2
Formas: 1.60 m2	F1= 4.2		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.0 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 18/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

**B15**

BLOCO: 15 - B15

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	5.10	-.39	.64
1 (Rmin)	5.10	-.39	.64
1 (TEst)	5.10	-.39	.64
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 5.1	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 126.6
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= .6	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 7.9	TensEst = 29.4
Formas: 1.60 m2	F1= 4.0		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.0 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

**B16**

BLOCO: 16 - B16

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	5.47	.39	.84
1 (Rmin)	5.47	.39	.84
1 (TEst)	5.47	.39	.84
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2	fi = 20.0	FN= 5.5	TensLimP= 225.0
DisX= 60.0			TensPil = 158.5
Xbl = 110.0	Ybl = 50.0	MY= .8	
Alt = 50.0	Vol = .275		TensLimE= 225.0
Xpil= 19.0	Ypil= 19.0	FE= 8.9	TensEst = 33.2
Formas: 1.60 m2	F1= 4.5		
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.1 = 2	{ 10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6	{ 6.3 C/ 20.0
P.Estr: .8 = 3	{ 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2	{ 5.0 C/ 25.0

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTRUTURA DE CONCRETO E FUNDAÇÕES	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000CIV0513	<b>FOLHA</b> 19/19
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 2

**B17**

BLOCO: 17 - B17

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	7.88	1.46	-.53
1 (Rmin)	7.88	1.46	-.53
1 (TEst)	7.88	1.46	-.53
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2 fi = 20.0	FN= 7.9	TensLimP= 225.0	VERIF. [cm, graus]
DisX= 60.0		TensPil = 128.5	dmin = 25.3
Xbl = 110.0 Ybl = 50.0	MY= -.5		dmax = 35.9
Alt = 50.0 Vol = .275		TensLimE= 225.0	dutil = 40.5
Xpil= 19.0 Ypil= 19.0	FE= 10.3	TensEst = 38.3	AnguloX= 58.1
Formas: 1.60 m2	F1= 5.2		AnguloY= 58.1
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.2 = 2 {10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6 { 6.3 C/ 20.0		
P.Estr: .8 = 3 { 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2 { 5.0 C/ 25.0		

**B18**

BLOCO: 18 - B18

Retang. ( 1x)

CARREGAMENTO			
Caso	N [tf]	Mx [tf.m]	My [tf.m]
1 (Dim )	7.23	1.47	.63
1 (Rmin)	7.23	1.47	.63
1 (TEst)	7.23	1.47	.63
GEOMETRIA [cm,m3]		CARGAS [tf,m]	TENSOES [kgf/cm2]
Estacas= 2 fi = 20.0	FN= 7.2	TensLimP= 225.0	VERIF. [cm, graus]
DisX= 60.0		TensPil = 138.6	dmin = 25.3
Xbl = 110.0 Ybl = 50.0	MY= .6		dmax = 35.9
Alt = 50.0 Vol = .275		TensLimE= 225.0	dutil = 40.5
Xpil= 19.0 Ypil= 19.0	FE= 10.0	TensEst = 37.1	AnguloX= 58.1
Formas: 1.60 m2	F1= 5.0		AnguloY= 58.1
*****			****
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: .7 tf (x1)	
Prin.X: 1.2 = 2 {10.0 C/ 25.0	Susp.Y: 1.6 = 6 { 6.3 C/ 20.0		
P.Estr: .8 = 3 { 6.3 C/ 20.0	Laterl: .2 = 2 { 5.0 C/ 25.0		







NEXA RESOURCES  
ARIPUANÃ

**TÍTULO:**

REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO - GASES MEDICINAIS

**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000TUB0516

**FOLHA**

2/6

**Nº. EMITENTE:**

7074266

**REV.**

3

**ÍNDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIÇÃO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
1.	INTRODUÇÃO	3
2.	NORMAS E ESPECIFICAÇÕES	3
3.	OBJETIVO	4
4.	CRITÉRIO UTILIZADO	5
5.	CÁLCULO DAS PERDAS POR PONTO	5
6.	MATERIAIS UTILIZADOS	6
7.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	6

**TÍTULO:**

REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO - GASES MEDICINAIS

**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000TUB0516

**FOLHA**

3/6

**Nº. EMITENTE:**

7074266

**REV.**

3

## 1. INTRODUÇÃO

A presente memória de cálculo tem como finalidade apresentar os parâmetros de cálculo das Instalações de Gases Medicinais, da UBS CONSELVAN, de propriedade da Prefeitura Municipal, no município de Aripuanã, Mato Grosso.

## 2. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Para o desenvolvimento dos projetos executivos das Instalações de Gases Medicinais, foram observadas as seguintes normas.

Deverão ser consideradas juntamente com o que estipula este documento todas as normas abaixo.

a) Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.



- Normas de execução de serviços e/ou obras;
- Especificações;
- Métodos de ensaio;
- Terminologias;
- Padronização;
- Simbologias.
- ABNT NBR 12188:2016- Sistemas centralizados de suprimento de gases medicinais, de gases para dispositivos médicos e de vácuo para uso em serviços de saúde
- Resolução RDC nº 50 da ANVISA

b) Catálogos de fabricantes.

A Nexa exige atendimento integral às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, conforme a Portaria 3214 de 08/06/78 e suas atualizações e revisões.

c) Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE

- NR 3 - Embargo e Interdição;
- NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI;
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 12 - Máquinas e Equipamentos;
- NR 16 - Atividades e Operações Perigosas;
- NR 17 - Ergonomia;
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- NR 21 - Trabalho a Céu Aberto;
- NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração;
- NR 26 - Sinalização de Segurança.

 	<b>NEXA RESOURCES ARIPUANÃ</b>	
<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO - GASES MEDICINAIS	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000TUB0516	<b>FOLHA</b> 4/6
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

Os seguintes anexos serão fornecidos pela CONTRATADA:

- DD-VM-HSMQ-014 – Relatório de análise de acidentes/incidentes.
- DD-VM-HSMQ-016 – Tabela de Incompatibilidade.
- PD-VM-Capex-009 – Comissionamento e startup.
- PD-VM-Capex-010 – Planejamento e controle de projetos de Capex.
- PD-VM-HSMQ-001 – Classificação de acidentes, incidentes e potencial de gravidade.
- PG-VM-HSMQ-001 – Avaliação de riscos.
- PG-VM-HSMQ-004 – Análise de incidentes e gerenciamento de crise.
- PG-VM-HSMQ-006 – Inspeções.
- PG-VM-HSMQ-007 – Gerenciamento de EPI's.
- PG-VM-HSMQ-009 – Veículos e Direção.
- PG-VM-HSMQ-010 – Substâncias Perigosas.
- PG-VM-HSMQ-011 – Trabalho a Quente.
- PG-VM-HSMQ-012 – Bloqueio e Isolamento de Energia.
- PG-VM-HSMQ-015 - Código de cores.
- PG-VM-HSMQ-016 – Espaço Confinado.
- PG-VM-HSMQ-020 – Permissões para trabalho.
- PG-VM-HSMQ-021 – Estatística de HSM.
- PG-VM-HSMQ-024 – Proteção de Maquinário.
- PG-VM-HSMQ-025 – Trabalho em altura.
- PG-VM-HSMQ-026 – Diálogo de HSMQ.
- PG-VM-HSMQ-027 – Escavações.
- PG-VM-HSMQ-028 – Demolição.
- PG-VM-HSMQ-031 – Ferramentas Manuais.
- PG-VM-HSMQ-032 – Armazenamento, Manuseios e Transporte Gases Pressurizados.
- PG-VM-HSMQ-033 – Segurança na Movimentação de Cargas Suspensas.
- PG-VM-HSMQ-034 – Controle gerencial de saúde ocupacional.
- PG-VM-HSMQ-035 – Gerenciamento de mudanças.

### 3. OBJETIVO

Determinação da vazão necessária nos pontos de consumos, suas perdas de carga, para cálculo do diâmetro da tubulação de alimentação e distribuição.

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO - GASES MEDICINAIS	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000TUB0516	<b>FOLHA</b> 5/6
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

#### 4. CRITÉRIO UTILIZADO

Dimensionamento da vazão dos pontos de consumo, para o dimensionamento das tubulações de suprimentos.

Para as Centrais, adotado no mínimo 02 cilindros, para permitir a substituição sem interrupção do fornecimento. A operação da unidade deverá determinar a quantidade de cilindros de reposição em função do consumo e periodicidade de entrega, sendo o espaço disponível de 6+6 cilindros para cada gás. A quantidade de trocas será determinada pela operação, em função do consumo.

Foram considerados os diâmetros mínimos para as redes principais (22mm) e de distribuição (15mm), por atenderem à demanda calculada.

O consumo de cada ponto é apresentado abaixo:

	O2	AC	VC	NO2
<b>Consumo por Ponto (m3/h)</b>	<b>1,20</b>	<b>1,80</b>	<b>1,80</b>	<b>1,20</b>
<b>Total de Pontos</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Sala de Urgência	2	2		
Sala de Observação Curta Permanência	2	2		
Sala de Inalação	6	6		
Sala de Procedimentos	2	2		
Sala de Curativos		1		
Consultório Odontológico			1	
Sala de Utilidades		1		
Esterilização		1		
<b>Vazão Total</b>	<b>14,40</b>	<b>27,00</b>	<b>1,80</b>	<b>0,00</b>
<b>Fator de Simultaneidade = 0,5</b>	<b>7,20</b>	<b>13,50</b>	<b>0,90</b>	<b>0,00</b>

#### 5. CÁLCULO DAS PERDAS POR PONTO

COLUNA	m	C90	C45	TLAT	TDIR	RG	m	m	m <sup>2</sup> /h	Kcal/min	%	m <sup>2</sup> /h	pol.	pol.	pol.	mat.	Trecho	Caso 1	Caso 2	
<b>OXIGÊNIO</b>																				
ABRIGO	6,75	5			1	1	1	5,97	12,72	8,40	1,260	61,0	5,13	0,75	0,75	0,75	22	23,79	23,79	
A À B	2,65	1			1	1	1	2,17	4,82	7,20	1,080	65,1	4,69	0,75	0,75	0,75	22	7,67	7,67	7,67
B À C	2,65				1	1	1	0,81	3,46	2,40	360	100,0	2,40	0,75	0,50	0,50	15	11,57	11,57	11,57
C À D	2,85	1					1	0,69	3,54	1,20	180	100,0	1,20	0,50	0,50	0,50	15	3,39	3,39	3,39
																		<b>Perda Total</b>	<b>46,41</b>	<b>22,63</b>
<b>AR-COMPRESSADO</b>																				
ABRIGO	11,75	6			1	1	1	6,92	18,67	14,40	2,160	48,7	7,01	0,75	0,75	0,75	22	61,30	61,30	61,30
A À B	2,65	1			1	1	1	1,45	4,10	12,60	1,890	51,5	6,49	0,75	0,50	0,50	15	81,96	81,96	81,96
B À C	2,65				1	1	1	0,81	3,46	5,40	810	73,5	3,97	0,75	0,50	0,50	15	28,60	28,60	28,60
C À D	2,85	1			1	1	1	1,45	4,30	3,60	540	87,1	3,14	0,75	0,50	0,50	15	23,24	23,24	23,24
D À E	8,00	1			1	1	1	1,45	9,45	1,80	270	100,0	1,80	0,75	0,50	0,50	15	18,80	18,80	18,80
																		<b>Perda Total</b>	<b>237,69</b>	<b>260,32</b>
																		<b>Perda Total</b>	<b>46,41</b>	<b>46,41</b>
<b>VÁCUO</b>																				
ABRIGO	11,75	6			1	1	1	6,92	18,67	14,40	2,160	48,7	7,01	0,75	0,75	0,75	22	61,30	61,30	61,30
A À B	2,65	1			1	1	1	1,45	4,10	12,60	1,890	51,5	6,49	0,75	0,50	0,50	15	81,96	81,96	81,96
B À C	2,65				1	1	1	0,81	3,46	5,40	810	73,5	3,97	0,75	0,50	0,50	15	28,60	28,60	28,60
C À D	2,85	1			1	1	1	1,45	4,30	3,60	540	87,1	3,14	0,75	0,50	0,50	15	23,24	23,24	23,24
D À E	8,00	1			1	1	1	1,45	9,45	1,80	270	100,0	1,80	0,75	0,50	0,50	15	18,80	18,80	18,80
																		<b>Perda Total</b>	<b>237,69</b>	<b>260,32</b>
																		<b>Perda Total</b>	<b>46,41</b>	<b>46,41</b>

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO - GASES MEDICINAIS	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000TUB0516	<b>FOLHA</b> 6/6
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

## 6. MATERIAIS UTILIZADOS

Os tubos e conexões utilizados nas redes de gases medicinais devem ser em cobre - classe "A" ou "I" - sem costura e as conexões em cobre, latão ou bronze conforme norma ABNT –NBR 13206.

As soldas devem ser de liga de prata mínimo 35% ,soldados por processo de soldagem oxi-acetilênico e deve ser realizada por soldadores qualificados.

As válvulas de regulação de vazão e redução de pressão devem ser de bronze e de qualidade comprovada.

As tubulações embutidas na terra devem ser evitadas. Quando for inevitável, deverão ser envelopadas em concreto ou executadas em canaletas.

As redes de gases medicinais deverão estar isentas de graxas ou lubrificantes, assim como qualquer tipo de contaminante sólido, líquido ou gasoso. Quando enterradas em canaletas, as tubulações devem receber recobrimento que as protejam contra cargas acidentais, devem ficar afastadas de linhas de fluidos que possam inflamar na presença de oxigênio, gases aquecidos e pontos de descarga de vapor, e as áreas de passagens destas canaletas deverão ser sinalizadas com pintura amarelo segurança.

Todas as conexões usadas para unir tubos de cobre, ou latão, devem ser também de cobre, bronze ou latão, laminadas ou forjadas construídas especialmente para serem aplicadas com solda forte, ou rosqueadas.

## 7. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- DE-I726418001-0000TUB0531;
- MD-I726418001-0000TUB0519;
- PQ-I726418001-0000TUB0518;



**TÍTULO:**REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES  
HIDRÁULICAS**Nº. NEXA:**

MC-I726418001-0000ARQ0508

**Nº. EMITENTE:**

7074266

**FOLHA**

2/10

**REV.**

3

**ÍNDICE**

<b><u>ITEM</u></b>	<b><u>DESCRIÇÃO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
1.	INTRODUÇÃO	3
2.	NORMAS E ESPECIFICAÇÕES	3
3.	OBJETIVO	5
4.	CRITÉRIO UTILIZADO	5
5.	CÁLCULO DAS PERDAS POR PONTO	5
6.	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÃO DE ESGOTO	6
7.	DIMENSIONAMENTO DO BIODIGESTOR	8
8.	DIMENSIONAMENTO DE CALHAS DE ÁGUAS PLUVIAIS	8
9.	DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS DE RECALQUE	9

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ARQ0508	<b>FOLHA</b> 3/10
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

## 1. INTRODUÇÃO

A presente memória de cálculo tem como finalidade apresentar os parâmetros de cálculo das Instalações Hidráulicas e Hidro Sanitárias, da UBS CONSELVAN, de propriedade da Prefeitura Municipal, no município de Aripuanã, Mato Grosso.

## 2. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Para o desenvolvimento dos projetos executivos das Instalações Hidráulicas e Hidro Sanitárias, foram observadas as seguintes normas.

Deverão ser consideradas juntamente com o que estipula este documento todas as normas abaixo.

a) Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

- Normas de execução de serviços e/ou obras;
- Especificações;
- Métodos de ensaio;
- Terminologias;
- Padronização;
- Simbologias.
- ABNT NBR 5626:2020 - Sistemas prediais de água fria e água quente
- ABNT NBR 8160.1997 - Sistemas prediais de esgoto sanitário
- ABNT NBR 10844.1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais
- Resolução RDC nº 50 da ANVISA

b) Catálogos de fabricantes.

A Nexa exige atendimento integral às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, conforme a Portaria 3214 de 08/06/78 e suas atualizações e revisões.

c) Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE

- NR 3 - Embargo e Interdição;
- NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI;
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR 12 - Máquinas e Equipamentos;
- NR 16 - Atividades e Operações Perigosas;
- NR 17 - Ergonomia;



<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ARQ0508	<b>FOLHA</b> 4/10
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- NR 21 - Trabalho a Céu Aberto;
- NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração;
- NR 26 - Sinalização de Segurança.

Os seguintes anexos serão fornecidos pela CONTRATADA:

- DD-VM-HSMQ-014 – Relatório de análise de acidentes/incidentes.
- DD-VM-HSMQ-016 – Tabela de Incompatibilidade.
- PD-VM-Capex-009 – Comissionamento e startup.
- PD-VM-Capex-010 – Planejamento e controle de projetos de Capex.
- PD-VM-HSMQ-001 – Classificação de acidentes, incidentes e potencial de gravidade.
- PG-VM-HSMQ-001 – Avaliação de riscos.
- PG-VM-HSMQ-004 – Análise de incidentes e gerenciamento de crise.
- PG-VM-HSMQ-006 – Inspeções.
- PG-VM-HSMQ-007 – Gerenciamento de EPI's.
- PG-VM-HSMQ-009 – Veículos e Direção.
- PG-VM-HSMQ-010 – Substâncias Perigosas.
- PG-VM-HSMQ-011 – Trabalho a Quente.
- PG-VM-HSMQ-012 – Bloqueio e Isolamento de Energia.
- PG-VM-HSMQ-015 - Código de cores.
- PG-VM-HSMQ-016 – Espaço Confinado.
- PG-VM-HSMQ-020 – Permissões para trabalho.
- PG-VM-HSMQ-021 – Estatística de HSM.
- PG-VM-HSMQ-024 – Proteção de Maquinário.
- PG-VM-HSMQ-025 – Trabalho em altura.
- PG-VM-HSMQ-026 – Diálogo de HSMQ.
- PG-VM-HSMQ-027 – Escavações.
- PG-VM-HSMQ-028 – Demolição.
- PG-VM-HSMQ-031 – Ferramentas Manuais.
- PG-VM-HSMQ-032 – Armazenamento, Manuseios e Transporte Gases Pressurizados.
- PG-VM-HSMQ-033 – Segurança na Movimentação de Cargas Suspensas.
- PG-VM-HSMQ-034 – Controle gerencial de saúde ocupacional.
- PG-VM-HSMQ-035 – Gerenciamento de mudanças.

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ARQ0508	<b>FOLHA</b> 5/10
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

### 3. OBJETIVO

Determinação da vazão necessária nos pontos de consumos, suas perdas de carga, para cálculo do diâmetro da tubulação de alimentação e distribuição, diâmetro das tubulações de esgoto e águas pluviais, altura manométrica do reservatório superior, e volume dos reservatórios inferior e superior.

### 4. CRITÉRIO UTILIZADO

Fórmula Universal de Perdas de carga

Perda de Carga Adotada:

- Hidrômetro = 0,0 mca
- Aquecedor = 0,0 mca – ADOTADO AQUECEDOR PONTUAL DE PASSAGEM

### 5. CÁLCULO DAS PERDAS POR PONTO

Os diâmetros das tubulações são calculados observando-se a somatória das vazões dos pontos de consumo, somados às perdas de cargas provenientes do comprimento da rede e curvas, de acordo com os coeficientes dos materiais utilizados, conforme tabela abaixo.

São respeitados sempre, os diâmetros mínimos previstos na norma citada acima. Neste caso, essas foram as considerações para **as redes de abastecimento e distribuições**.

COMPOSIÇÃO DOS ARRANJOS	VSCD	VSVD	LAV	CHU	BID	BAN	DUC	PIA	FIL	DIS	TQ	MLL	MLR	TL	TOTAL				
ARRANJO	0,3			0,5	0,5	0,1	1,0	0,1	0,7	0,1	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0				
LOCAIS ALIMENTADOS PELO ARRANJO																			
COPA								1,0											
VEST. FUNCIONÁRIO MASC.	1			1	1														
VESTIÁRIO FUNCIONÁRIO FEM.	1			1	1														
ESTERILIZAÇÃO				1															
SALA DE UTILIDADES	1			1			1												
DML												1		1					
CONSULTÓRIO DIFERENCIADO 01				1															
CONSULTÓRIO DIFERENCIADO 02				1															
SAN. CONSULTÓRIO INDIFERENCIADO 01	1			1															
SAN. CONSULTÓRIO INDIFERENCIADO 02	1			1															
SALA DE URGÊNCIA				1					1										
SAN. SALA DE URGÊNCIA	1			1				1											
OBSERVAÇÃO DE CURTA PERMANÊNCIA				1															
SALA DE PROCEDIMENTOS				1					1										
ESPERA INTERNA				1						1									
CONSULTÓRIO DIFERENCIADO				1					1										
SAN. CONSULTÓRIO DIFERENCIADO	1			1				1											
CURATIVO				1					1										
BANHO OBSERVAÇÃO	1			1				1											
SALA DE INALAÇÃO				1					1										
SALA DE IMUNIZAÇÃO				1					1										
ESPERA EXTERNA				1						1									
SAN. PCD FEM	1			1				1											
SAN. PCD MASC.	1			1				1											
ACOLHIMENTO				1															
SALA DE EDUCAÇÃO EM GRUPO				1															
CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO				2															
SALA DE AGENTE DE ENDEMAS				1															
FARMÁCIA				1															
TOTAL															25,9				
<b>CÁLCULO DO BARRILETE</b>																			
Fluido:		2	Água à 20°C		Viscosidade:		1,011	x10-6	Mat:	2	PVC		K:	0,06	Cd:	0,3	Dmin:	3/4	
TRECHO	LR	J90	J45	TL	TD	RG	VR	LE	P	Q (l/s)	V (m/s)	J	LV	dH	D1	D2	DN	Dmat	VERFIC. PERDAS
<b>Sistema Pressurizado</b>																			
	53,00	11		3	8	5	2	91,8	25,9	1,58	0,86	0,022	144,8	3,19	1	11/2	11/2	50	3,19
<b>TOTAL DE PERDAS</b>																			<b>3,19</b>

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ARQ0508	<b>FOLHA</b> 6/10
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

Os reservatórios de água devem seguir o recomendado na RDC 050, que prevê a disponibilidade de no mínimo 02 dias de consumo de água.

Considerando o consumo de 80 l/dia por ocupante, temos com 16 ocupantes fixos (funcionários) um total de 1.280 l, somando-se com a população flutuante de 100 pessoas (usuários), com um consumo de 10 l/dia, temos mais 1.000 l, em um total de 2.280 litros. Considerado 2 dias de consumo, chegamos a 4.560 litros, que resultou em um reservatório padrão de 5.000 litros.

Para a coleta de esgoto, foi considerada a utilização de um conjunto compacto fossa + filtro anaeróbico, com capacidade para tratar até 3.000 litros diários, que atende a mais de 100% do volume de consumo de água, mantendo o coeficiente de capacidade máxima de geração de efluentes, que após tratado, seguem para sumidouro em uma caixa de secagem conforme projeto executivo.

## 6. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÃO DE ESGOTO

O dimensionamento da tubulação de esgoto obedece ao determinado na tabela abaixo, também consideradas conforme a norma citada acima.

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 <sup>1)</sup>
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 <sup>2)</sup>	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de painéis	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 <sup>3)</sup>
Máquina de lavar roupas		3	50 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

<sup>2)</sup> Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

<sup>3)</sup> Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

<b>TÍTULO:</b> REFORMA DAS UBSs E HM PROJETO EXECUTIVO UBS CONSELVAN MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	<b>Nº. NEXA:</b> MC-I726418001-0000ARQ0508	<b>FOLHA</b> 7/10
	<b>Nº. EMITENTE:</b> 7074266	<b>REV.</b> 3

## 7. DIMENSIONAMENTO DO BIODIGESTOR

Aplicando-se as mesmas considerações de população para a geração de esgoto sanitário, determinou-se a vazão de esgoto de 2.280 litros/dia.

Desta forma, foi determinada a utilização de equipamento padrão, comercial, que atenda essa vazão diária, sendo o conjunto compacto fossa + filtro anaeróbico **BIODIGESTOR ACQUALIMP – 3000L** o equipamento que atende à esta capacidade.

Após tratado, os efluentes seguem para o sumidouro, em uma caixa de secagem conforme projeto executivo.

## 8. DIMENSIONAMENTO DE CALHAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

As descidas de águas pluviais foram calculadas com base nas informações obtidas na Agência Nacional de Águas (ANA) é responsável pelo fornecimento dos dados referentes ao posto pluviométrico 010.59000 Humboldt, de Aripuaná-MT.

O período de recorrência pode ser verificado na tabela abaixo. Para o projeto específico da UBS, podemos adotar um coeficiente baixo por se tratar de um sistema de captação de águas pluviais externo e aparente, cuja eventual extravasão se dará para a área externa da unidade, sem prejuízo para as instalações do prédio.

Período de retorno T em anos	Probabilidade de que o evento será igualado ou excedido pelo menos uma vez em um período em anos de:							
	5	10	15	20	25	50	75	100
5	0,672	0,892	0,964	0,988	0,996	-	-	-
10	0,410	0,651	0,794	0,878	0,928	0,955	-	-
15	0,292	0,498	0,646	0,748	0,822	0,968	0,994	0,999
20	0,226	0,402	0,537	0,642	0,723	0,923	0,979	0,995
25	0,185	0,336	0,458	0,558	0,640	0,870	0,954	0,983
50	0,096	0,183	0,262	0,332	0,396	0,636	0,781	0,868
75	0,063	0,122	0,178	0,230	0,278	0,480	0,635	0,730
100	0,049	0,096	0,140	0,181	0,222	0,395	0,549	0,634
200	0,025	0,049	0,073	0,095	0,118	0,222	0,314	0,394
500	0,009	0,020	0,030	0,039	0,049	0,095	0,140	0,181

O índice pluviométrico aponta para uma média de 101,87 mm, em um período de observação de 38 anos.

EVENTOS	SOMA	MÉDIA	DESVIO	ISOZONA
38	3.871,20	101,87	33,61	E

Precipitações					
Tr	k	P <sub>1d</sub>	P <sub>24h</sub>	P <sub>1h</sub>	P <sub>0,1h</sub>
5	0,888	129,913	142,255	62,592	17,924
10	1,575	150,254	164,529	71,734	20,731
15	1,958	161,595	176,946	76,618	22,295
25	2,444	175,985	192,703	82,862	24,281
50	3,088	195,053	213,583	90,986	26,911
100	3,729	214,033	234,366	98,902	26,249

**TÍTULO:**  
REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES  
HIDRÁULICAS

**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000ARQ0508

**FOLHA**  
8/10

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
3

ANO DE OCORRÊNCIA	P (mm)
1979	78,00
1980	83,40
1981	85,00
1982	122,00
1983	119,60
1984	58,60
1985	74,40
1986	66,60
1987	141,80
1988	92,00
1989	95,40
1990	106,20

1991	89,30
1992	68,50
1993	72,40
1994	129,30
1995	140,50
1996	105,30
1997	93,70
1998	133,90
1999	79,50
2000	92,10

2001	81,70
2002	101,20
2003	103,20
2004	84,30
2005	86,20
2006	207,20
2007	118,80
2008	80,30
2009	170,00
2010	96,90

2011	190,00
2012	68,20
2013	86,20
2014	72,80
2015	79,90
2016	116,80

O cálculo para o dimensionamento considerou o índice médio, com um fator de segurança de 80%, considerando a quantidade máxima de chuvas ocorridas em 02 (dois) dos 38 anos de observações, estimando-se para 185mm/h.

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>GERAR PDF</span> <span>INSERIR LINHA</span> </div> <b>DIMENSIONAMENTO DE CALHAS</b>									
<b>PROJETO:</b>		UBS CONSELVAN							
<b>ENG:</b>									
<b>TIPO DE SEÇÃO DA CALHA</b>		RETANGULAR							
<b>RUGOSIDADE</b>	0,013	METAIS NÃO FERROSOS							
<b>ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO</b>		230,00 mm/hs		<b>PERÍODO DE RETORNO (em anos)</b>				25	
<input type="radio"/> Calcular	<input checked="" type="radio"/> Manual	<b>DURAÇÃO DA CHUVA (em min)</b>				5			
CALHA	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (m <sup>2</sup> )	VAZÃO DE PROJETO (l/s)	LAGURA (cm)	ALTURA (cm)	ALTURA lâmina (cm)	DECLIVIDADE (%)	VELOCIDADE (m/s)	VAZÃO DA CALHA (l/s)	FATOR DE SEGURANÇA
1	152,15	9,72	15	20	17	0,58	0,38	20,87	2,15
2	111	7,09	15	20	15	0,58	0,32	17,93	2,53
3	131,81	8,42	15	20	15	0,58	0,37	17,93	2,13
4	60,86	3,89	15	20	15	0,58	0,17	17,93	4,61
5	13	0,83	15	10	5	0,58	0,11	4,25	5,12
6	5	0,32	15	10	5	0,58	0,04	4,25	13,31

Geometria da Seção	Área Molhada (A <sub>m</sub> )	Perímetro Molhado (P <sub>m</sub> )	Raio Hidráulico (R <sub>H</sub> )	Largura Superficial (B)
	$(b+mh)h$	$b - 2h\sqrt{1+m^2}$	$\frac{(b+mh)h}{b+2h\sqrt{1+m^2}}$	$b+2mh$
	$b \cdot h$	$b+2h$	$\frac{b \cdot h}{b+2h}$	$b$

**TÍTULO:**  
REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES  
HIDRÁULICAS

**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000ARQ0508

**FOLHA**  
9/10

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
3

### 9. DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS DE RECALQUE

Foi considerado nos cálculos que a pressão mínima de abastecimento de água da concessionária deve atingir 15 mca, padrão mínimo de fornecimento, assim, não houve necessidade de instalação de bombas de recalque.

Caso observe-se alteração nessa premissa, deverá ser considerada uma bomba calculada em função dos parâmetros abaixo, conforme a observação local de pressão e vazão.

Bomba hidráulica de recalque é dimensionada pela plataforma QiBuilder de acordo com a porcentagem da vazão do consumo diário a ser recalçada para o reservatório superior. A bomba ideal é definida pelo cruzamento entre a curva do sistema hidráulico, gerada com referência na vazão mínima e a pressão mínima necessária e a curva de funcionamento da bomba.

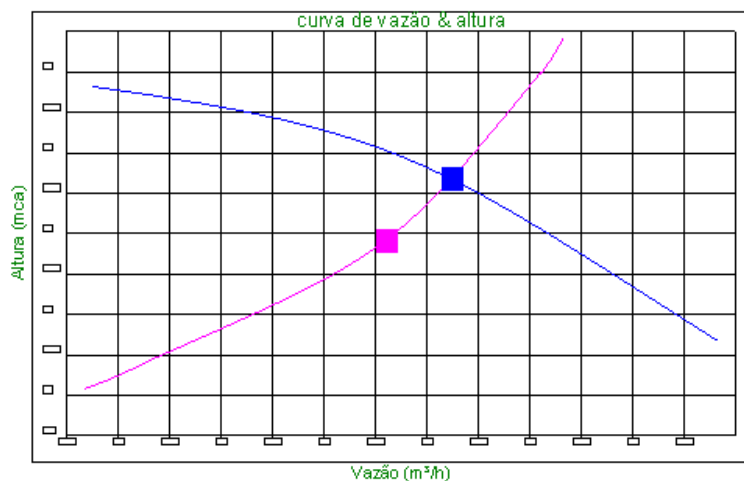


Tabela de Seleção – Padrão KSB

MODELO	Potência (CV)	Número de Estágios	Monobloco	Trifásico	VAZÃO EM m³/h																	
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
					VAZÃO EM l/min.																	
					0	16,7	33,3	50,0	66,7	83,4	100,0	116,7	133,4	150,0	166,7	183,4	200,0	216,7	233,4	250,0	266,7	
					ALTURA MANOMÉTRICA EM mca																	
MA 202	2,0	2	X	X	59,5	59,0	58,5	58,0														
MA 303	3,0	3	X	X	89,0	88,5	87,0	86,5														
MA 404	4,0	4	X	X	118,5	118,0	117,0	116,0														
MA 404	4,0	4	X	X	106,0	105,5	105,0	104,5	104,0													
MA 505	5,0	5	X	X	148,0	147,5	146,0	145,0														
MB 505	5,0	5	X	X	131,5	131,0	130,0	129,0	128,5													
MA 606	6,0	6	X	X	178,0	177,0	175,5	174,0														
MB 606	6,0	6	X	X	161,0	161,0	160,0	160,0	157,0													
MA 757	7,5	7	X	X	207,0	206,5	205,0	203,0	200,0													
MB 757	7,5	7	X	X	191,0	190,0	189,5	188,0	186,0	183,0												
MA 302	3,0	2	X	X	59,5	59,0	58,5	58,0	57,0	56,0	55,0	53,5	52,0	50,0								
MA 403	4,0	3	X	X	89,0	88,5	87,0	86,5	85,5	84,0	82,5	80,0										
MA 504	5,0	4	X	X	118,5	118,0	117,0	116,0	114,0	112,0	110,0											
MA 605	6,0	5	X	X	148,0	147,5	146,0	145,0	142,5	140,0												
MA 756	7,5	6	X	X	178,0	177,0	175,5	174,0	171,0	168,0	164,5											
MB 504	5,0	4	X	X	106,0	105,5	105,0	104,5	104,0	102,0	100,0	98,0	94,5									
MB 605	6,0	5	X	X	131,5	131,0	130,0	130,0	128,0	127,0	124,5	121,5										
MB 756	7,5	6	X	X	161,0	161,0	160,0	160,0	157,0	155,0	152,0	149,0										
MA 1007	10,0	7	X	X	207,0	206,5	205,0	203,0	200,0	198,0	192,0	187,0	182,0									
MB 403	4,0	3	X	X	76,5	76,0	76,0	75,5	74,0	74,5	72,5	71,0	69,0	66,0	63,0							
MA 755	7,5	5	X	X	148,0	147,5	146,0	145,0	142,5	140,0	137,0	133,5	130,0	125,0								
MB 1007	10,0	7	X	X	191,0	190,0	189,5	188,0	186,0	183,0	179,0	174,5	169,5	163,0	155,0							
MA 604	6,0	4	X	X	118,5	118,0	117,0	116,0	114,0	112,0	110,0	107,0	104,0	100,0								
MA 1006	10,0	6	X	X	178,0	177,0	175,5	174,0	171,0	168,0	164,5	160,5	156,0	150,0	144,0	136,0	128,0					
MA 503	5,0	3	X	X	89,0	88,5	87,0	86,5	85,5	84,0	82,5	80,0	78,0	75,0	72,0	68,0	64,0					
MB 755	7,5	5	X	X	131,5	131,0	130,0	130,0	128,0	127,0	124,5	121,5	117,5	113,0	107,5	101,5	94,5	87,0				
MB 1006	10,0	6	X	X	161,0	160,0	160,0	157,0	155,0	152,0	148,0	143,5	138,0	131,5	124,0	115,5	106,5	97,0	87,0			
MB 604	6,0	4	X	X	106,0	105,5	105,0	104,5	104,0	102,0	100,0	98,0	94,5	91,0	86,5	82,0	76,0	70,0				
MA 1257	12,5	7	X	X	207,0	206,5	205,0	203,0	200,0	198,0	192,0	187,0	182,0	175,0	168,0	159,0	149,5	139,0	128,0			
MA 402	4,0	2	X	X	59,5	59,0	58,5	58,0	57,0	56,0	55,0	53,5	52,0	50,0	48,0	45,0	42,0	39,5	36,5	33,0		29,5
MA 754	7,5	4	X	X	118,5	118,0	117,0	116,0	114,0	112,0	110,0	107,0	104,0	100,0	96,0	91,0	85,5	79,0	73,0	66,0		
MA 1005	10,0	5	X	X	148,0	147,5	146,0	145,0	142,5	140,0	137,0	133,5	130,0	125,0	120,0	113,5	107,0	99,0	91,5	83,0		74,0
MB 503	5,0	3	X	X	76,5	76,0	75,5	74,0	74,0	72,5	71,0	69,0	66,0	63,0	59,0	55,0	50,0	45,5	40,0	35,5		
MB 1257	12,5	7	X	X	191,0	190,0	189,5	188,0	186,0	183,0	179,0	174,5	169,5	163,0	155,0	146,5	137,0	126,5	115,0	103,5		91,0
MA 603	6,0	3	X	X	89,0	88,5	87,0	86,5	85,5	84,0	82,5	80,0	78,0	75,0	72,0	68,0	64,0	59,2	55,0	49,5		44,5
MA 1256	12,5	6	X	X	178,0	177,0	175,5	174,0	171,0	168,0	164,5	160,5	156,0	150,0	144,0	136,0	128,0	119,0	109,5	99,5		89,0

**TÍTULO:**  
REFORMA DAS UBSs E HM  
PROJETO EXECUTIVO  
UBS CONSELVAN  
MEMÓRIA DE CÁLCULO - INSTALAÇÕES  
HIDRÁULICAS

**Nº. NEXA:**  
MC-I726418001-0000ARQ0508

**FOLHA**  
10/10

**Nº. EMITENTE:**  
7074266

**REV.**  
3

Curva de Vazão – Padrão de Bombas KSB

