



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



CONTRATAÇÃO DE OBRA DE REFORMA DE EDIFICAÇÃO
EXISTENTE VISANDO A IMPLANTAÇÃO DO BLOCO DE ENSINO
E PESQUISA DA FIOCRUZ RONDÔNIA EM PORTO VELHO/RO.

MEMORIAL DE CÁLCULO ESTRUTURA METÁLICA

DEZEMBRO/2020

CONTRATO RDC ELETRÔNICO N.º 31/2019-COGIC
PROCESSO: 25389.000189/2017-19

MEMORIAL: 30000393-03-OS5-G00-MET-MC-0001-R03



CONTRATO N.º 31/2019 -
FIOCRUZ RONDÔNIA


MEMORIAL DE CÁLCULO DE
ESTRUTURA METÁLICA

Mês Ref.
DEZEMBRO/2020

Pág.
2


CONTROLE DE REVISÃO

REV.	DESCRIÇÃO	ELABORADO		APROVADO	
R00	EMIÇÃO INICIAL	HOLANDA	26/09/2020	AMÉRICO	28/09/2020
R01	REVISÃO	HOLANDA	18/11/2020	AMÉRICO	18/11/2020
R02	REVISÃO	HOLANDA	10/12/2020	AMÉRICO	10/12/2020


	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL DE CÁLCULO DE ESTRUTURA METÁLICA	Mês Ref.	Pág.
			DEZEMBRO/2020	3

Sumário

APRESENTAÇÃO	5
1 INTRODUÇÃO	6
1.1 EMPREENDIMENTO	6
1.2 FASEAMENTO	6
1.3 OBJETIVO	7
2 DADOS INICIAIS	8
2.1 SOFTWARE UTILIZADO	8
2.2 NORMAS CONSIDERADAS	8
3 TRELIÇA - BLOCO DE ENSINO E PESQUISA	8
3.1 MATERIAIS:	8
3.2 CARGAS ADOTADAS	8
3.3 PRESSÃO DE VENTO ADOTADA	8
3.4 COBERTA DO BLOCO ENSINO E PESQUISA H=10,00M	8
3.5 FATORES DE FORMA DA COBERTURA	9
4 TERÇA - COBERTURA	10
4.1 CARGA SEM VENTO	10
4.2 CARGA COM VENTO	10
4.3 FLECHA	11
5 VIGA TRELIÇADA	11
5.1 CARGA SEM VENTO	11
5.2 CARGA COM VENTO	12
5.3 DIMENSIONAMENTO	12
5.4 DIAGONAIS	13
5.4.1 SEM VENTO	13
5.4.2 COM VENTO	13
5.5 MONTANTES	13
6 ESTRUTURA PARA BRISE – BLOCO DE ENSINO E PESQUISA E CASTELO D'ÁGUA	14
7 SUBESTAÇÃO	15
7.1 TERÇA	15
8 CABINE DE ENTRADA	16
8.1 TERÇA	16
9 CISTERNA	16

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL DE CÁLCULO DE ESTRUTURA METÁLICA	Mês Ref.	Pág.
			DEZEMBRO/2020	4

9.1 TERÇA	16
10 CENTRAL DE ÁGUA GELADA.....	17
10.1 TERÇA	17
10.2 FABRICAÇÃO:	18
10.3 PINTURA:.....	18
10.4 MONTAGEM:.....	18

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL DE CÁLCULO DE ESTRUTURA METÁLICA	Mês Ref.	Pág.
			DEZEMBRO/2020	5

APRESENTAÇÃO

A ARCHITECTUS vem por meio deste documento justificar tecnicamente as soluções adotadas na fase de Projeto Executivo de Estrutura Metálica referente às O.S. 05 e 08.

É importante que este documento seja visto em conjunto com os projetos apresentados para o perfeito entendimento de ambos.

Elementos Contratuais

Contrato de Serviços de Arquitetura e Engenharia nº 31/2019
 Processo nº 25389.000189/2017-19
 RDC Eletrônico nº 08/2019-COGIC
 Data de Assinatura do Contrato 12.08.2019
 Data da Ordem de Serviço 16.09.2019
 Prazo de Execução dos Serviços 540 (quinhentos e quarenta) dias
 Endereço do Empreendimento BR-364, Km 5,5 – Porto Velho - RO

Equipe Técnica

Alexandre Lacerda Landim	Coordenador Geral
Bruno Lobo e Souza	Apoio Coordenação
Antônio Elton Timbó Farias	Projeto de Arquitetura
Assis Lyncoln Freitas	Engenharia – Fundações / Contensões
Antônio Américo Farias Lima	Engenharia – Estrutura
Felipe Barreto Costa	Engenharia – Elétrica
Allisson dos Santos Cordeiro	Engenharia – Hidrossanitário / Drenagem / Gases Especiais
Allisson dos Santos Cordeiro	Engenharia – Tratamento de Efluentes
Salim Lamha Neto	Engenharia – VAC
Eduardo Luiz de Brito Neve	Engenharia – VAC
Newton Ricardo Belchior Maranhão	Engenharia – VAC
Felipe Barreto Costa	Engenharia – Telecomunicações
Raphael de Melo Leite	Engenharia – Automação
Mariana Furlani Landim	Arquitetura – Paisagismo
Mariana Furlani Landim	Arquitetura – Urbanismo
Mariana Furlani Landim	Arquitetura – Desenho Industrial
Antônio Elton Timbó Farias	Arquitetura – Programação Visual
Antônio Américo Farias Lima	Engenharia – Prev. Comb. Incêndio
Ricardo Saboia Barbosa	Arquitetura – Esquadrias
Antônio Elton Timbó Farias	Arquitetura – Sustentabilidade
Guilherme Augusto Del Padre	Engenharia – Biossegurança
Guilherme Augusto Del Padre	Engenharia – Eng. Clínica
Dante Emanuel Duarte Gadelha	Coordenação e Customização BIM

1 INTRODUÇÃO

1.1 EMPREENDIMENTO

O Campus da Fiocruz será localizado em Porto Velho – RO e é composto por três empreendimentos (A, B e C), com previsão de futura expansão (D), conforme tabela abaixo:


CAMPUS FIOCRUZ RONDÔNIA		
EMPREENDIMENTO	Nº DO PRÉDIO	NOME DO PRÉDIO
A	-	Gestão e Ensino
	-	Eventos
	-	Auditório
	-	Subestação 3/Central Técnica
	-	Guarita 1
	-	Guarita 2
B	B01	Bloco de Laboratórios Fase A
	B02	Bloco de Laboratórios Fase B
	B03	Biotério
	B04	Apoio Técnico e Logístico
	B05	Central de Resíduos
	B06	Central de Água Gelada
	B07	Central de Gases
	B08	Subestação 1
	B09	ETE
	B10	ETA/Castelo d'água
	B11	Galinheiro
	B12	Cabine de Entrada
	B13	Depósito de Inflamáveis
	B14	Cisterna
	B15	Compostagem
C	C00	Ensino e Pesquisa
D (Expansão)	-	Laboratórios
	-	Curral de Lhamas

Tabela 1 - Empreendimentos do Campus Fiocruz-RO

1.2 FASEAMENTO

Por definição da CONTRATANTE, a execução de campus será feita em etapas. Dessa forma, o Prédio C00, será executado na Fase 01, e concentrará, inicialmente, todas as atividades do Campus.

Para dar suporte operacional ao Prédio C00, também serão construídas na Fase 01 as seguintes edificações:


	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL DE CÁLCULO DE ESTRUTURA METÁLICA	Mês Ref.	Pág.
			DEZEMBRO/2020	7

- Empreendimento A: Guarita 01;
- Empreendimento B: Central de Água Gelada (B06), Central de Gases (B07), Subestação (B08), ETE (B09), ETA/Castelo d'água (B10), Cabine de Entrada (B12) e Cisterna (B14).

Para fazer a interligação urbanística entre todos esses prédios serão também executadas na Fase 01 ruas internas com toda a infraestrutura necessária de interligação entre eles na implantação (G00).

1.3 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo apresentar os cálculos, descrever e justificar tecnicamente as soluções adotadas na Fase 01 de Projeto Executivo e complementar as informações constantes nos desenhos do Empreendimento C, Ensino e Pesquisa (Prédio C00) e Empreendimento B: Central de Água Gelada (B06), Subestação (B08), ETA/Castelo d'água (B10), Cabine de Entrada (B12) e Cisterna (B14), que demandaram soluções em estrutura metálica em sua constituição.

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL DE CÁLCULO DE ESTRUTURA METÁLICA	Mês Ref.	Pág.
			DEZEMBRO/2020	8

2 DADOS INICIAIS

2.1 SOFTWARE UTILIZADO

Cypecad – 2018

2.2 NORMAS CONSIDERADAS

- NBR 6123 – Forças devidas ao vento
- AISI e AISC – Normas Americanas

Usaremos para o dimensionamento o método das tensões admissíveis.

3 TRELIÇA - BLOCO DE ENSINO E PESQUISA

Estrutura Metálica para cobertura do Bloco de Ensino e Pesquisa no Campus Fiocruz Rondônia com 18,70 m de largura e 40,00 m de comprimento. Composta por vigas treliçadas espaçadas a cada 5,00 m, apoiadas em suas extremidades em pilares de concreto. O bloco possui fechamento lateral da cobertura por platibanda de alvenaria.

3.1 MATERIAIS:

Todos os materiais empregados, deverão ser novos, nunca utilizados anteriormente.

- Telha isotérmica $e=30\text{mm}$;
- Perfis dobrados a frio em chapa de aço CSN - COR 420 ou similar ($F_y=3000\text{ Kg/cm}^2$)
- Parafusos em AÇO-A-325 de alta resistência galvanizados a fogo.
- Eletrodos para solda seguirão norma A.W.S.

3.2 CARGAS ADOTADAS.

Telhas da Coberta10 Kg/ m².

Sobre Carga25 Kg/ m².

Peso Próprio.....10 Kg/m².

Total 45 Kg/m².

3.3 PRESSÃO DE VENTO ADOTADA

Velocidade básica do vento em Rondônia $V_o = 30,0\text{ m/seg.}^1$

3.4 COBERTA DO BLOCO ENSINO E PESQUISA H=10,00M

Fator Topográfico $S_1 = 1,0$

Fator de Rugosidade $S_2 = 0,92$ para altura (H) de 10 m; CATEGORIA III; CLASSE B.

¹ Conforme norma NBR-6123

Fator Estatístico S3= 1,0

Onde temos:

$$V_k = (1,0) \times (0,92) \times (1,0) \times (30) = 27,6 \text{ m/seg}$$

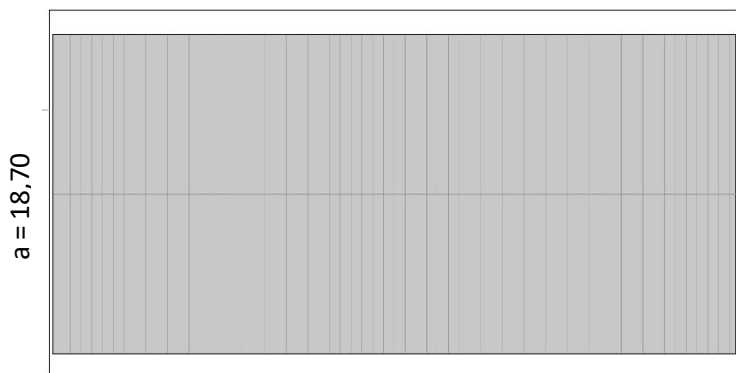
$$P_v = \frac{(27,6)^2}{16} = 47,6 \text{ Kgf/m}^2$$

Portanto, adota-se a Pressão de Vento = 48 Kgf/m².

3.5 FATORES DE FORMA DA COBERTURA

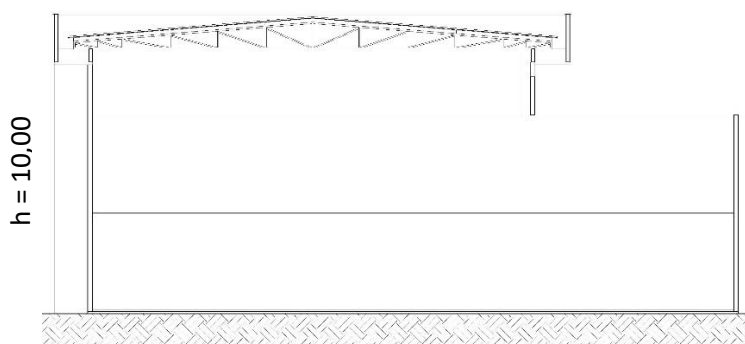
Bloco todo fechado

$$b = 40,00$$



VENTO

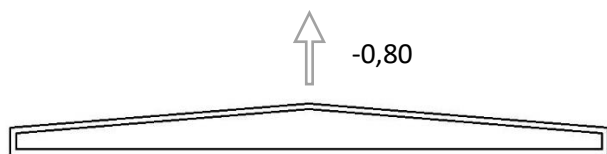
$$\alpha = 0^\circ$$



$$\theta = 5^\circ$$

Onde temos:

$$\frac{h}{b} = \frac{10,00}{40,00} = 0,25 < \frac{1}{2}$$



Vento $\alpha = 0^\circ$



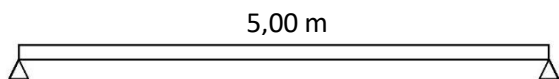
Vento $\alpha = 90^\circ$

Portanto, adota-se -0,90 Total.

4 TERÇA - COBERTURA

Vão = 5,00 m

Espaçamento = 2,00 m



4.1 CARGA SEM VENTO

Telhas da Coberta10 Kg/m² x 2,00 = 20 Kg/m;

Sobre Carga25 Kg/m² x 2,00 = 50 Kg/m;

Peso Próprio.....5 Kg/m;

Total 75 Kg/m.

4.2 CARGA COM VENTO

Telhas da Coberta10 Kg/m² x 2,00 = 20 Kg/m;

Peso Próprio.....5 Kg/m;

Vento(-48 Kg/m²) x 2,00 = - 96 Kg/m;

Total - 71 Kg/m.

$$M_{s/vento} = \frac{75 \times 5^2}{8} = 235 \text{ Kgfm}$$

$$M_{c/vento} = -\frac{71 \times 5^2}{8} = -222 \text{ KGfcm} < 235 \text{ Kgfm}$$

Usando Perfil "C" enrijecido (127x50x17x2,00mm)

$$I_x = 119,8 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 18,9 \text{ cm}^3$$

$$F_x = \frac{23500}{18,9} = 1244 \text{ Kg/cm}^2 < 1800 \text{ Kg/cm}^2$$

4.3 FLECHA

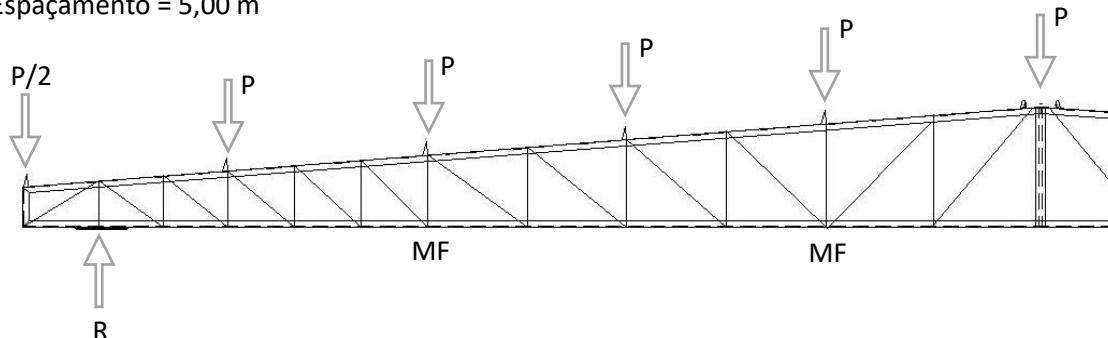
$$\Delta = \frac{5 \times 0,75 \times (500)^4}{384 \times 21 \times 10^5 \times 119,8} = 2,42 \text{ cm}$$

$$\frac{l}{206} \text{ OK}$$

5 VIGA TRELIÇADA

Vão = 18,70 m

Espaçamento = 5,00 m



5.1 CARGA SEM VENTO

Telhas da Coberta10 Kg/m²;

Sobre Carga25 Kg/m²;

Peso Próprio.....10 Kg/m²;

Total 45 Kg/m².

5.2 CARGA COM VENTO

Telhas da Coberta10 Kgf/m²;

Peso Próprio.....10 Kgf/m²;

Vento(- 0,9) X (48) = - 43,2 Kgf/m²;

Total - 23,2 Kgf/m².

$$P_{s/vento} = 45 \times 2,00 \times 5,00 = 450 \text{ Kgf}$$

$$P_{c/vento} = -23,2 \times 2,00 \times 5,00 = -232 \text{ Kgf}$$

5.3 DIMENSIONAMENTO

$$CS = - 8950 \text{ Kgf}$$

$$\lambda = \frac{200}{4,12} = 49$$

$$\lambda = \frac{100}{2,09} = 48$$

“U” (86x57x3/16”)

$$A = 9,5 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_x = 4,12 \text{ cm}$$

$$\gamma_y = 2,09 \text{ cm}$$

$$F_a = 1510 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$f_a = \frac{8950}{9,50} = 942 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$C_i = + 8925 \text{ Kgf (sem vento)}$$

$$A_{wc} = \frac{8925}{1800} = 4,95 \text{ cm}^2$$

“U” (86x57x3/16”)

$$A = 9,5 \text{ cm}^2$$

$$C_i = -4601 \text{ Kgf (com vento)}$$

$$\lambda = \frac{400}{4,12} = 97$$

$$Fa = 1040 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\lambda = \frac{100}{2,09} = 48$$

$$fac = \frac{4601}{9,50} = 484 \text{ Kgf/cm}^2$$

5.4 DIAGONAIS

5.4.1 SEM VENTO

$$D_{\max} = 2925 \text{ Kgf}$$

$$A = \frac{2925}{1800} = 1,63 \text{ cm}^2$$

“U” (78x36x3,00)

$$A = 4,50 \text{ cm}^2$$

5.4.2 COM VENTO

$$D_{\max} = - 1508 \text{ Kgf}$$

$$\lambda = \frac{150}{1,09} = 138$$

$$Fa = 570 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$fa = \frac{1508}{4,5} = 335 \text{ Kgf/cm}^2$$

5.5 MONTANTES

$$M_{\max} = 1780 \text{ Kgf}$$

$$\lambda = \frac{110}{1,09} = 101$$

“U” (78x36x3,00)

$$A = 4,50 \text{ cm}^2$$

$$\gamma_y = 1,09 \text{ cm}$$

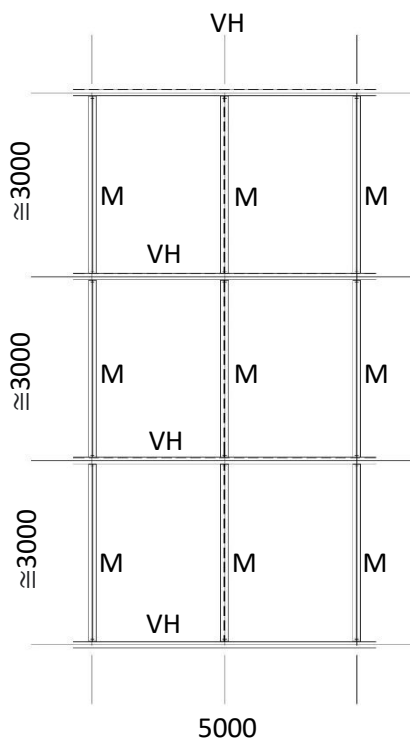
$$Fa = 999 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$f_a = \frac{1780}{4,5} = 396 \text{ Kgf/cm}^2$$

6 ESTRUTURA PARA BRISE – BLOCO DE ENSINO E PESQUISA E CASTELO D'ÁGUA

$$P_v = 48 \text{ Kgf/m}^2$$

Fator de Forma (+0,7)



Montante "M"

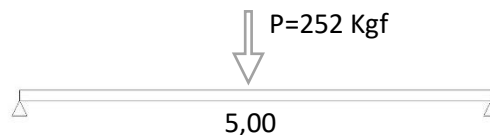
$$q = 0,7 \times 48 \text{ Kgf/m}^2 \times 2,5 \text{ m} = 84 \text{ KGF/m}^2$$

$$M = \frac{84 \times 3^2}{8} = 94,50 \text{ Kgf x m}$$

$$P = 84 \text{ Kgf/m} \times 3,00 = 252 \text{ Kgf}$$

Viga Horizontal "VH"

$$M = \frac{252 \times 5,00}{4} = 315 \text{ Kgf x m}$$



Perfil 2 x "C3" (127x50x17x3,00mm)

$$I_x = 2 \times 172,4 = 344 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 2 \times 27,2 = 54 \text{ cm}^3$$

$$fs = \frac{31500}{54,0} = 583 \text{Kgf/cm}^2 < 1800 \text{Kgf/cm}^2$$

$$\Delta = \frac{252 \times (500)^3}{48 \times 21 \times 10^5 \times 344} = 0,90 \text{cm}$$

$$\frac{l}{550} \text{ OK}$$

7 SUBESTAÇÃO

7.1 TERÇA

Vão = 6,50 m

Espaçamento = 1,885m

CARGA SEM VENTO

Telhas da Coberta10 Kgf/m² x 1,885 = 18,85 Kgf/m;

Sobre Carga25 Kgf/m² x 1,885 = 47,13 Kgf/m;

Peso Próprio.....6,02 Kgf/m;

Total 72,00 Kgf/m.

$$M = \frac{72 \times (6,5)^2}{8} = 380,25 \text{kgfx m}$$

Perfil "C" (150x60x20x2,65mm)

$$Ix = 263,5 \text{cm}^4$$

$$Wx = 35,1 \text{ cm}^3$$

$$fs = \frac{38025}{35,10} = 1084 \text{Kgf/cm}^2 < 1800 \text{Kgf/cm}^2$$

Flecha

$$\Delta = \frac{5 \times 0,72 \times (650)^4}{354 \times 21 \times 10^5 \times 263,5} = 3,02 \text{ cm}$$

$$\frac{l}{214} \text{ OK}$$

8 CABINE DE ENTRADA

8.1 TERÇA

Vão = 5,30 m

Espaçamento = 1,444m

CARGA SEM VENTO

Telhas da Coberta10 Kgf/m² x 1,444 = 14,44 Kgf/m;

Sobre Carga25 Kgf/m² x 1,444 = 36,10 Kgf/m;

Peso Próprio.....4,46 Kgf/m;

Total 55,00 Kgf/m.

$$M = \frac{55 \times (5,3)^2}{8} = 193,12 \text{ Kgf} \times \text{m}$$

Perfil "C" (150x60x20x2,00 mm)

$$I_x = 203,3 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 27,1 \text{ cm}^3$$

$$f_s = \frac{19312}{27,1} = 713 \text{ Kgf/cm}^2 < 1800 \text{ Kgf/cm}^2$$

Flecha

$$\Delta = \frac{5 \times 0,55 \times (530)^4}{384 \times 21 \times 10^5 \times 203,3} = 1,32 \text{ cm}$$

$$\frac{l}{400} \text{ OK}$$

9 CISTERNA

9.1 TERÇA

Vão = 4,90 m

Espaçamento = 2,094 m

CARGA SEM VENTO

Telhas da Coberta10 Kgf/m² x 2,094 = 20,94 Kgf/m;

Sobre Carga25 Kgf/m² x 2,094 = 52,35 Kgf/m;

Peso Próprio.....4,71 Kgf/m;

Total 78,00 Kgf/m.

$$M = \frac{78 \times (4,9)^2}{8} = 234 \text{ Kgf} \times \text{m}$$

Perfil "C" (127x50x17x2,00 mm)

$$I_x = 119,8 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 18,9 \text{ cm}^3$$

$$f_s = \frac{23400}{18,9} = 1239 \text{ Kgf/cm}^2 < 1800 \text{ Kgf/cm}^2$$

Flecha

$$\Delta = \frac{5 \times 0,78 \times (490)^4}{384 \times 21 \times 10^5 \times 119,8} = 2,32 \text{ cm}$$

$$\frac{l}{210} \text{ OK}$$

10 CENTRAL DE ÁGUA GELADA

10.1 TERÇA

Vão = 4,05 m

Espaçamento = 1,870 m

CARGA SEM VENTO

Telhas da Coberta10 Kgf/m² x 1,870 = 18,70 Kgf/m;Sobre Carga25 Kgf/m² x 1,870 = 46,75 Kgf/m;

Peso Próprio.....4,55 Kgf/m;

Total 70,00 Kgf/m.

$$M = \frac{70 \times (4,05)^2}{8} = 144 \text{ Kgf} \times \text{m}$$

Perfil "C" (127x50x17x2,00 mm)

$$I_x = 119,8 \text{ cm}^4$$


$$W_x = 18,9 \text{ cm}^3$$

$$f_s = \frac{14400}{18,9} = 760 \text{ Kgf/cm}^2 < 1800 \text{ Kgf/cm}^2$$

Flecha

$$\Delta = \frac{5 \times 0,70 \times (405)^4}{384 \times 21 \times 10^5 \times 119,8} = 0,97 \text{ cm}$$

$$\frac{l}{416} \text{ OK}$$

	CONTRATO N.º 31/2019 - FIOCRUZ RONDÔNIA	MEMORIAL DE CÁLCULO DE ESTRUTURA METÁLICA	Mês Ref.	Pág.
			DEZEMBRO/2020	18

10.2 FABRICAÇÃO:

- Todos elementos estruturais deverão ser fabricados, de acordo com projeto detalhado executivo de fabricação fornecido.
- A fabricação deverá ser executada dentro das tolerâncias estabelecidas nas normas de cada caso.
- Todos os cantos vivos e rebarbas, deverão ser eliminados de modo que as superfícies geradas pelo corte e furos fiquem bem-acabadas.
- Todo material deverá ser limpo e desempenado. As operações de desempenho e dobramento deverão ser executadas de forma a não permitir o aparecimento de fissuras e defeitos superficiais.
- As superfícies a soldar deverão estar limpas de escamas escórias, ferrugem, graxa, ou qualquer outro material estranho que resista uma escova de aço.
- Os soldadores deverão ter bastante experiência, de modo se conseguir cordões de solda uniformes.
- O fabricante será responsável pela execução da fabricação e por qualquer erro de fabricação que impeça a montagem correta da estrutura.
- Os perfis soldados dos pórticos e vigas deverão ser fabricados com solda em arco submerso, dentro das tolerâncias de fabricação.

10.3 PINTURA:

As peças, após a fabricação final, deverão sofrer uma vistoria geral nas soldas, linearidade, distorções, empenos ou outro defeito de fabricação. Deverão receber uma limpeza geral, com tratamento de superfície.

Tratamento de superfície será através de jato de granalha de aço, ao metal quase branco, padrão SA 2,5 conforme norma sueca SIS 05 500 69-7.

Sistema de pintura:

- Aplicar uma demão de ADEPOXI 878 PRIMER com 150 micrometros de espessura.
- Aplicar uma demão de ADEPOXI 86 com 140 micrometros de espessura.
- Aplicar uma demão de ADPOLE 7990 poliuretanos acrílico acabamento 60 micrometros de espessura.
- Espessura total seca da película 350 micrometros.

10.4 MONTAGEM:

- Antes da montagem, o montador deverá fazer uma conferência nas medidas entre apoios, verificando se estão nivelados e com as cotas conforme desenho de implantação.
- A montagem deverá ser executada por equipamentos necessários de modo que não se tenha nenhum problema.
- Deverão ser usados onde e quando necessário, travamentos e escoras temporárias, para assegurar a completa estabilidade da peça estrutural, frente as cargas que possam ficar submetidas, durante a montagem, tais como peso próprio, vento, cargas produzidas por equipamentos em operação.