

18/8/2023

Cálculo estrutura metálica

Memória de cálculo de galpão em estrutura de aço em arco Multiuso - Carvalhos - MG

Henderson Alexandre Ribeiro

ENGENHEIRO MECÂNICO – CREA 83.889/D

henderson_alexandre@yahoo.com.br



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Sumário

1.- INTRODUÇÃO.....	3
2.- OBJETIVOS.....	3
3.- METODOLOGIA.....	3
4.- NORMAS E SITUAÇÕES DE PROJETO APLICADAS.....	4
4.1. – Situações de projeto.....	4
4.2.- Combinações.....	5
5.- CARACTERÍSTICAS DO PROJETO.....	7
5.1- Dados do projeto.....	8
6.- ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS UTILIZADOS.....	9
7.- AÇÕES ATUANTES NA ESTRUTURA.....	9
7.1 - Cargas permanentes;.....	9
7.2 – Sobrecarga normativa.....	9
7.3 - Ação do vento.....	9
7.3.1 – COEFICIENTES DE FORMA E PRESSÃO EXTERNO DA COBERTURA EM ARCO 10	
7.3.2 – COEFICIENTES DE PRESSÃO INTERNOS DA COBERTURA EM ARCO.	11
7.3.3 - RETICULADOS PLANOS ISOLADOS E MÚLTIPLUS (VENTO LONGITUDINAL – 0°	
.....	13
7.3.3 - RETICULADOS PLANOS ISOLADOS E MÚLTIPLUS (VENTO TRANSVERSAL – 90°)	
.....	16
7.4 – Representação das cargas lineares na estrutura.	17
8 – ESFORÇOS RESULTANTES DAS CARGAS APLICADAS NO EIXO C.....	26
9 – ESFORÇOS E VERIFICAÇÕES ELU (ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS) SIMPLIFICADO DAS BARRAS DO EIXO C.....	27
9.1.- Envoltórias dos esforços das barras mais carregadas EIXO C.....	28
9.2.- Verificações E.L.U. (Resumido).....	30
10.- ESFORÇOS RESULTANTES E ELU ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS DAS CARGAS APLICADA NAS TERÇAS.....	30
10.1.- Envoltórias.....	31



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

10.2.- Verificações E.L.U. (Resumido)	32
11.– DIMENSIONAMENTO DO TAMPAMENTO DA COBERTURA.....	32
12.- REAÇÕES NOS APOIOS DOS PILARES	34
12.1 – EIXO A	34
12.2 – EIXO B	35
12.3 – EIXO C	35
12.4 – EIXO D.....	36
12.5 – EIXO E	36
12.6 – EIXO F	37
12.7 – EIXO G.....	37
12.8 – EIXO H.....	38
12.9 – EIXO I.....	38
12.10 – EIXO J.....	39
12.11 – EIXO K	39
13.- AVALIAÇÃO ESTADOS LIMITES DE SERVIÇO ELS (deslocamentos da estrutura) ...	40
12.1 – Deslocamento e análise dos Estados Limites de Serviço (ELS) dos pilares da estrutura	40
12.2 – Deslocamento e análise Estados Limites de Serviços (ELS) dos Arcos.....	41
12.3 – Deslocamento e análise Estados Limites de Serviço (ELS) das terças.....	42
13. – CÁLCULO DA PLACA DE BASE E CHUMBADORES	42
13.1 – Cálculo da placa de base	42
13.2 – Cálculo dos chumbadores	45
13.3 – Verificação soldas entre pilar e placa de base	47
14 – Orientações gerais.....	49
15 – CONCLUSÃO	50



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

1.- INTRODUÇÃO

Os sistemas construtivos em aço permitem liberdade de projeto de arquitetura, maior área útil, flexibilidade, compatibilidade com outros materiais, menor prazo de execução, racionalização de mão de obra e materiais, garantia de qualidade e precisão construtiva, sendo largamente utilizado na construção de estruturas.

As estruturas se caracterizam por serem as partes mais resistentes de uma construção, pois, são elas que absorvem e transmitem os esforços, são formadas por elementos estruturais que combinados dão origem aos sistemas estruturais que têm a função de receber e transmitir os efeitos das ações sofridas para o solo.

A construção de um galpão em estrutura de aço para eventos para a Prefeitura Municipal de Carvalhos - MG é o tema deste trabalho com a apresentação do seu dimensionamento juntamente com o descritivo da metodologia e normas empregadas para seu correto dimensionamento.

2.- OBJETIVOS

Apresentar projeto detalhado de galpão em estrutura de aço conforme dimensionamentos repassados pela Prefeitura Municipal de Carvalhos, com descritivo da metodologia de trabalho, carregamentos considerados e seus resultados, através dos diversos memoriais de cálculo, tendo por base as normas brasileiras que tratam da construção de estruturas em aço e seus carregamentos.

3.- METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da análise estrutural do projeto abaixo foram considerados os estados-limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS). Os estados-limites últimos estão relacionados com a segurança da estrutura sujeita às combinações mais desfavoráveis de ações previstas em toda a vida útil projetada, durante a construção ou quando atuar uma ação especial ou excepcional. Os estados-limites de serviço estão relacionados com o desempenho da estrutura sob condições normais de utilização. (NBR14762:2010); (NBR8800:2008).

O método dos estados-limites utilizado para o dimensionamento de uma estrutura exige que nenhum estado-limite aplicável seja excedido quando a estrutura for submetida a todas as combinações apropriadas de ações. Se um ou mais estados-limites forem excedidos, a estrutura não atende mais aos objetivos para os quais foi projetada. (NBR14762:2010); (NBR8800:2008)



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Um carregamento foi definido pela combinação das ações que têm probabilidades não desprezáveis de atuarem simultaneamente sobre a estrutura, durante um período preestabelecido. A combinação das ações foi feita de forma que pudessem ser determinados os efeitos mais desfavoráveis para a estrutura; a verificação dos estados-limites últimos e dos estados-limites de serviço foi realizada em função de combinações últimas e combinações de serviço, respectivamente.

Foi considerado no dimensionamento estrutural o agrupamento de barras que possuem mesmas características e funções estruturais, a fim de padronizar o projeto, reduzir desperdício de materiais e evitar erros de processos executivos

Para análise dos estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS), foi utilizado programa computacional de conhecido no mercado com Metálicas 3D da CYPE Engenheiros.

4.- NORMAS E SITUAÇÕES DE PROJETO APLICADAS

Para o desenvolvimento do modelo levou-se em consideração as seguintes normas brasileiras:

- 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;
- NBR6123:1988 – Forças devido ao vento em edificações;
- NBR6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;

4.1. – Situações de projeto

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

Com coeficientes de combinação;

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Onde:

G_k Ação permanente



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

- P_k Acção de pré-esforço
 Q_k Acção variável
 γ_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes
 γ_P Coeficiente parcial de segurança da acção de pré-esforço
 $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da acção variável principal
 $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento
 $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da acção variável principal
 $\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

E.L.U. Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010

Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.250	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008

Normal				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

Deslocamentos

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

4.2.- Combinações

■ Nomes das ações

PP	Peso próprio
CARGA PERMANENTE DE TELHA	CARGA PERMANENTE DE TELHA
SOBRECARGA NORMATIVA	SOBRECARGA NORMATIVA
VENTO LONGITUDINAL - 0°	VENTO LONGITUDINAL - 0°
VENTO TRANSVERSAL - 90°	VENTO TRANSVERSAL - 90°



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

■ E.L.U. Aço dobrado

Comb.	PP	CARGA PERMANENTE DE TELHA	SOBRECARGA NORMATIVA	VENTO LONGITUDINAL - 0°	VENTO TRANSVERSAL - 90°
1	1.000	1.000			
2	1.250	1.000			
3	1.000	1.250			
4	1.250	1.250			
5	1.000	1.000	1.500		
6	1.250	1.000	1.500		
7	1.000	1.250	1.500		
8	1.250	1.250	1.500		
9	1.000	1.000		1.400	
10	1.250	1.000		1.400	
11	1.000	1.250		1.400	
12	1.250	1.250		1.400	
13	1.000	1.000	1.050	1.400	
14	1.250	1.000	1.050	1.400	
15	1.000	1.250	1.050	1.400	
16	1.250	1.250	1.050	1.400	
17	1.000	1.000	1.500	0.840	
18	1.250	1.000	1.500	0.840	
19	1.000	1.250	1.500	0.840	
20	1.250	1.250	1.500	0.840	
21	1.000	1.000			1.400
22	1.250	1.000			1.400
23	1.000	1.250			1.400
24	1.250	1.250			1.400
25	1.000	1.000	1.050		1.400
26	1.250	1.000	1.050		1.400
27	1.000	1.250	1.050		1.400
28	1.250	1.250	1.050		1.400
29	1.000	1.000	1.500		0.840
30	1.250	1.000	1.500		0.840
31	1.000	1.250	1.500		0.840
32	1.250	1.250	1.500		0.840

■ E.L.U. Aço laminado

Comb.	PP	CARGA PERMANENTE DE TELHA	SOBRECARGA NORMATIVA	VENTO LONGITUDINAL - 0°	VENTO TRANSVERSAL - 90°
1	1.000	1.000			
2	1.500	1.000			
3	1.000	1.500			
4	1.500	1.500			
5	1.000	1.000	1.500		
6	1.500	1.000	1.500		
7	1.000	1.500	1.500		
8	1.500	1.500	1.500		
9	1.000	1.000		1.400	
10	1.500	1.000		1.400	
11	1.000	1.500		1.400	



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Comb.	PP	CARGA PERMANENTE DE TELHA	SOBRECARGA NORMATIVA	VENTO LONGITUDINAL - 0°	VENTO TRANSVERSAL - 90°
12	1.500	1.500		1.400	
13	1.000	1.000	1.050	1.400	
14	1.500	1.000	1.050	1.400	
15	1.000	1.500	1.050	1.400	
16	1.500	1.500	1.050	1.400	
17	1.000	1.000	1.500	0.840	
18	1.500	1.000	1.500	0.840	
19	1.000	1.500	1.500	0.840	
20	1.500	1.500	1.500	0.840	
21	1.000	1.000			1.400
22	1.500	1.000			1.400
23	1.000	1.500			1.400
24	1.500	1.500			1.400
25	1.000	1.000	1.050		1.400
26	1.500	1.000	1.050		1.400
27	1.000	1.500	1.050		1.400
28	1.500	1.500	1.050		1.400
29	1.000	1.000	1.500		0.840
30	1.500	1.000	1.500		0.840
31	1.000	1.500	1.500		0.840
32	1.500	1.500	1.500		0.840

■ Deslocamentos

Comb.	PP	CARGA PERMANENTE DE TELHA	SOBRECARGA NORMATIVA	VENTO LONGITUDINAL - 0°	VENTO TRANSVERSAL - 90°
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	
5	1.000	1.000			1.000
6	1.000	1.000	1.000		1.000

5.- CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

- PILARES treliçados com perfil U150X50X4 ,75 e U142X50X2,0
- BANZOS DA VIGA TRELIÇADA EM ARCO DA COBERTURA; U150X50X2,65
- MONTANTES E DIAGONAIS DA VIGA TRELIÇADA EM ARCO DA COBERTURA U142X50X2,0
- TERÇAS PERFIL C127X50X17X3,0
- MÃO FRANCESA DE TRAVAMENTO DAS TERÇAS L 1 ½" X 1/8"
- CORRENTE RÍGIDA #50X30X2,0
- CORRENTE FLEXÍVEL E INCLINADA; BARRA REDONDA Ø = ½"
- CONTRAVENTAMENTO; BARRA REDONDA; Ø = 3/8"



Relatório

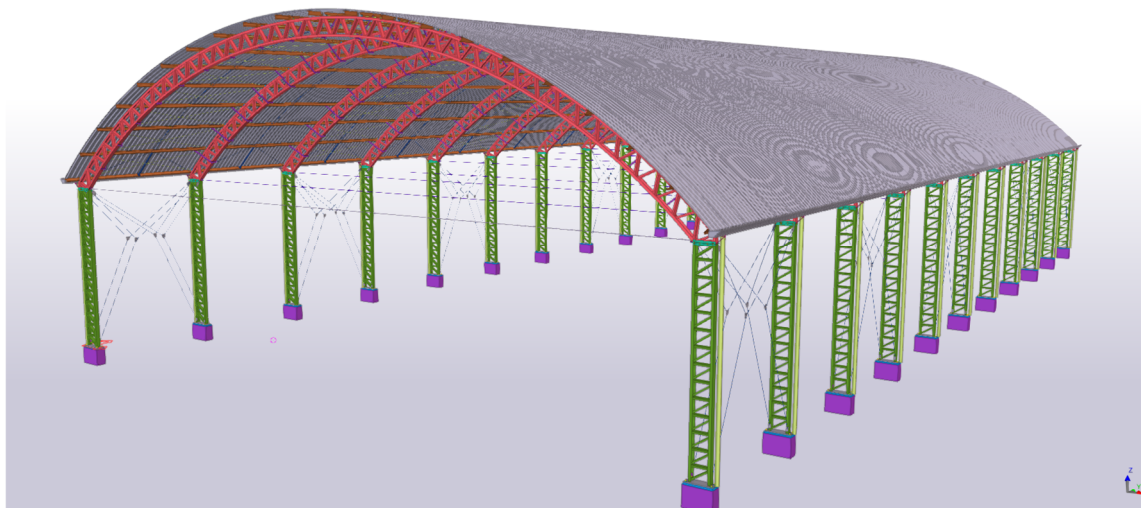
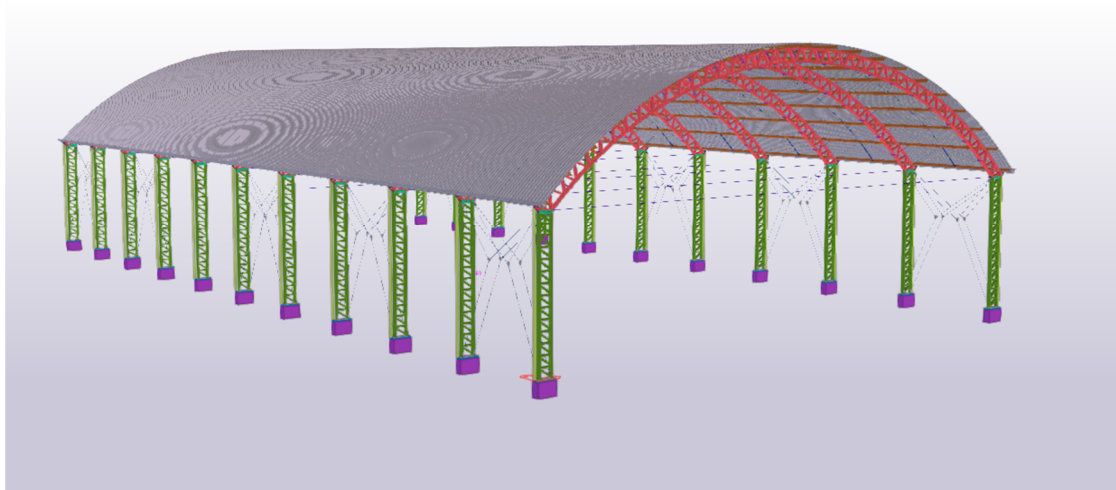
Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

- CONTRAVENTAMENTO VERTICAL; $\varnothing = 1/2"$
- TIRANTES; $\varnothing = 5/8"$

5.1- Dados do projeto

Cobertura em estrutura de aço em arco para eventos no município, com as seguintes características;

- Pilares treliçados com seção 600,0 mm;
- Comprimento (a): 50.000,0 mm
- Largura (b): 26.000,0 mm;
- Altura (h): 6.000,0 mm;





Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

6.- ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS UTILIZADOS

Para a modelagem da estrutura metálica foram selecionados os materiais conforme tabelas abaixo.

Materiais utilizados							
Tipo	Material Designação	E (kgf/cm ²)	ν	G (kgf/cm ²)	f_y (kgf/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Aço laminado	A-36 250Mpa	2038736.0	0.300	784913.4	2548.4	0.000012	7.850
Aço dobrado	CF-30 (a quente)	2038736.0	0.300	784129.2	2650.4	0.000012	7.850

Notação:
E: Módulo de elasticidade
 ν : Módulo de poisson
G: Módulo de corte
 f_y : Limite elástico
 α_t : Coeficiente de dilatação
 γ : Peso específico

7.- AÇÕES ATUANTES NA ESTRUTURA

Consideraram-se as seguintes ações atuantes na estrutura modelada, baseado no Anexo B da NBR 8800:2008:

7.1 - Cargas permanentes;

Foram consideradas cargas permanentes de telha ondulada 17 com revestimento Zn, Al, espessura 0,5 mm, com peso aproximado de $P_t = 5,10 \text{ kgf/m}^2$; $P_t = 0,0051 \text{ kgf/m}^2$

7.2 – Sobrecarga normativa

No Anexo B, exige uma previsão de uma sobrecarga característica mínima de $0,025 \text{ tf/m}^2$;

7.3 - Ação do vento

As ações do vento sobre a estrutura são calculadas de acordo com NBR6123:1988;

Tomou-se como base as seguintes características:

1. Velocidade básica $V_0 = 35 \text{ m/s}$;
2. Fator topográfico $S_1 = 1,0$;
3. Fator de influência da rugosidade do terreno e características da edificação S_2 ,
 - 3.1 Categoria do terreno IV; Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e poucos espaçados, urbanizada, como cidades pequenas e arredores;



Relatório

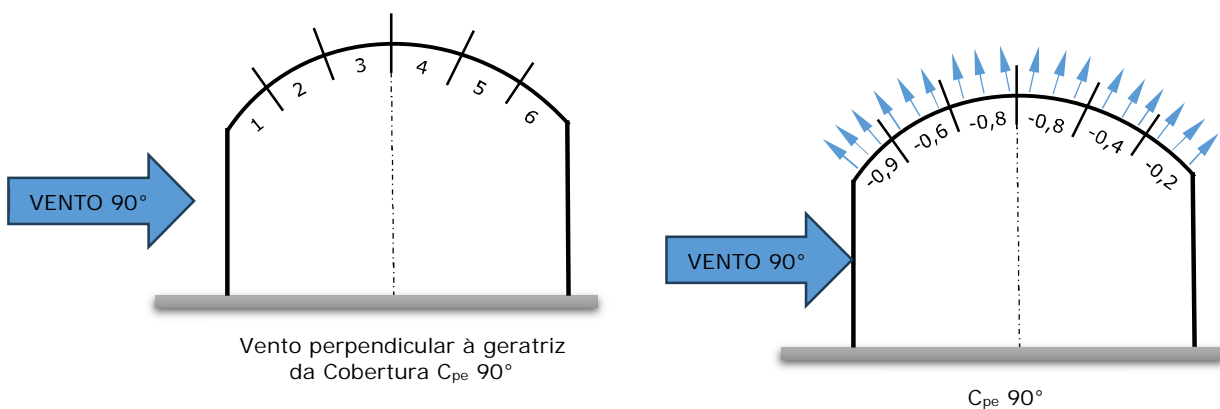
Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

- 3.2 Classe da edificação B; Maior dimensão da estrutura está entre 20,0 e 50,0 m
- 3.3 Fator $S_2 = 0,85$ (Tabela 02, pág. 10 – NBR6123, por interpolação);
4. Fator Estatístico $S_3 = 1,0$;
5. Velocidade característica do vento $V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \Rightarrow V_k = 29,75$ m/s
6. Pressão dinâmica $q = 0,613 \cdot V_k^2$ (unidade SI) $N/m^2 \Rightarrow q = 542,54$ N/m^2 ; $q = 0,54254$ $kN/m^2 \Rightarrow q = 55,32$ $kgf/m^2 \Rightarrow q = 0,0553$ tf/m^2 .

7.3.1 – COEFICIENTES DE FORMA E PRESSÃO EXTERNO DA COBERTURA EM ARCO

Os coeficientes de pressão externa para cobertura curvas é tratado no anexo E da NBR6123:1988, onde nos baseamos que o fluxo é uniforme e de baixa turbulência. Assim, os coeficientes de pressão da tabela 24 da referida norma, correspondem ao vento soprando perpendicularmente à geratriz da cobertura. Onde o arco é dividido em seis partes iguais, sendo o coeficiente de pressão considerado constante em cada uma das seis partes. Considerando que pilar possui altura $h=6,0$ m, a flecha do arco $f=5,43$ m de comprimento $l_2 = 26,0$ m, teremos as seguintes relações $\frac{f}{l_2} = 0,2088 \cong 0,2$; $\frac{h}{l_2} = 0,23 \cong 0,25$

Os coeficientes que pertencem a estrutura conforme tabela 24 serão:

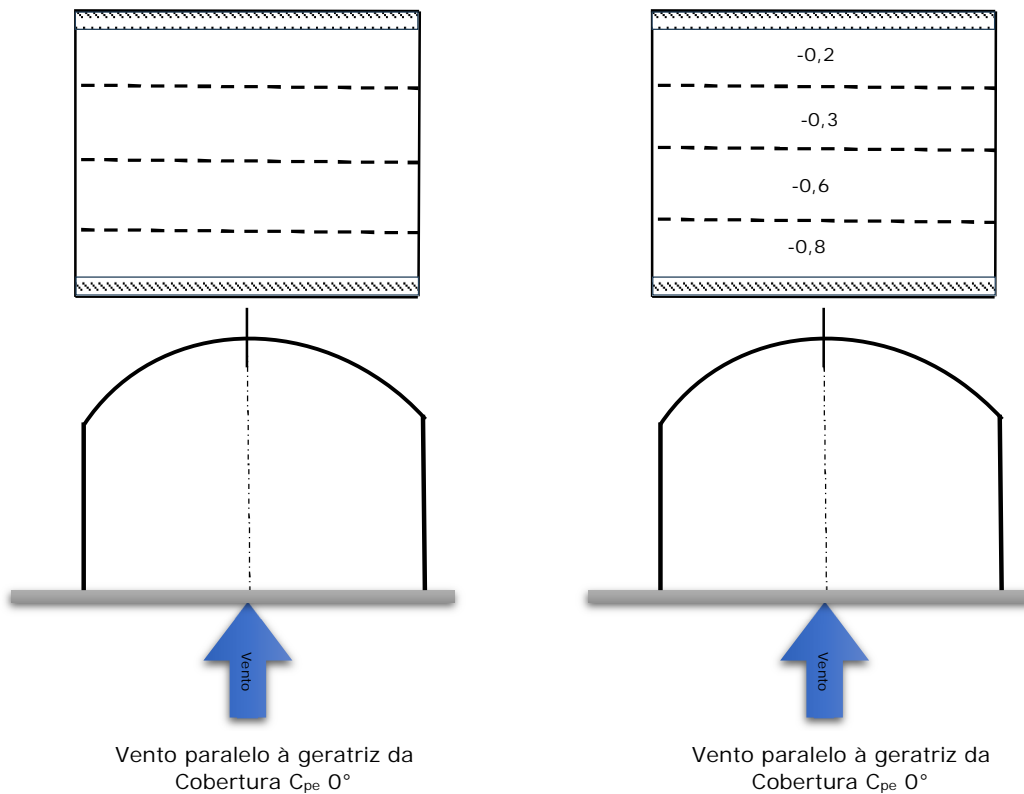


Para ventos paralelos à geratriz da estrutura ou longitudinal 0° , iremos utilizar o coeficiente, da tabela 25 do anexo E da NBR6123:1988. Nesta direção de vento a cobertura está dividida em quatro partes, sendo o coeficiente de pressão considerado constante em cada uma das quatro partes.



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos



7.3.2 – COEFICIENTES DE PRESSÃO INTERNOS DA COBERTURA EM ARCO.

Por se tratar de galpão multiuso, a Prefeitura municipal de Carvalhos informou que a cobertura não terá paredes em três dos seus lados, sendo que um dos lados de oitão haverá um palco de eventos que fechará parte do vão da estrutura.

Para a definição da pressão interna exercida neste contexto que o galpão será concebido iremos adotar o item 8.2 da NBR6123:1988, que trata de coberturas isoladas a águas planas. Vale ressaltar que não há na NBR6123:1988, C_{pi} (Coeficiente de pressão interno para coberturas isoladas curvas), assim consideramos a cobertura como uma cobertura de duas águas isolada.

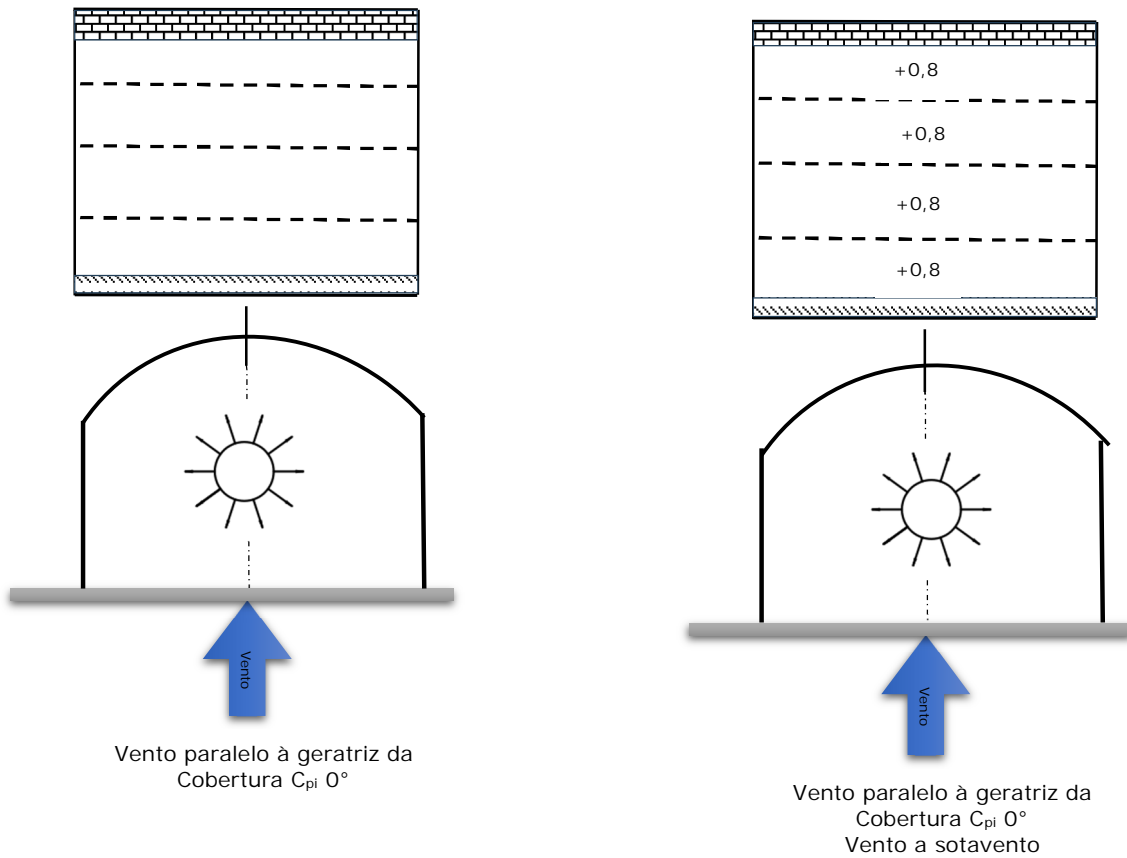
O item 8.2.4 da norma citada que para os casos em que possam ocorrer obstrução, neste caso o palco, possam ser colocadas sob a estrutura ou junto a elas preveem uma pressão interna com $C_{pi} = +0,8$ na borda de sotavento, e com $C_{pi} = -0,3$, para obstrução na borda de barlavento.

Observa-se que o palco é transversal no sentido longitudinal – 0° do galpão, e terá influência do vento incidindo nesta direção de vento.

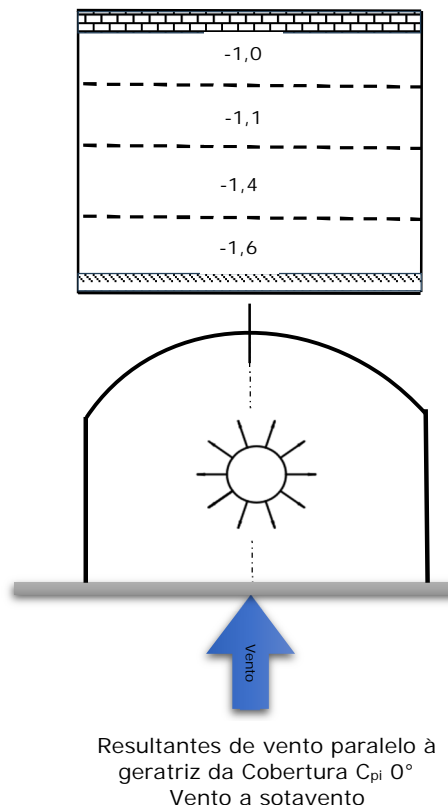


Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos



As resultantes dos coeficientes externo e interno para o vento em direção a geratriz do galpão, vento longitudinal, considerados e que serão aplicadas para as cargas serão:





Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

CARGA APLICADAS SOBRE O TELHADO PARA Resultante vento transversal – 90°

$$Q_1 = q \cdot (C_{e1}) \Rightarrow Q_1 = 0,0553 \cdot (-0,9) \Rightarrow Q_1 = -0,0497 \text{ tf/m}^2$$

$$Q_2 = q \cdot (C_{e2}) \Rightarrow Q_2 = 0,0553 \cdot (-0,6) \Rightarrow Q_2 = -0,0332 \text{ tf/m}^2$$

$$Q_3 = q \cdot (C_{e3}) \Rightarrow Q_3 = 0,0553 \cdot (-0,8) \Rightarrow Q_3 = -0,0442 \text{ tf/m}^2$$

$$Q_4 = q \cdot (C_{e4}) \Rightarrow Q_4 = 0,0553 \cdot (-0,8) \Rightarrow Q_4 = -0,0442 \text{ tf/m}^2$$

$$Q_5 = q \cdot (C_{e5}) \Rightarrow Q_5 = 0,0553 \cdot (-0,4) \Rightarrow Q_5 = -0,0221 \text{ tf/m}^2$$

$$Q_6 = q \cdot (C_{e6}) \Rightarrow Q_6 = 0,0553 \cdot (-0,2) \Rightarrow Q_6 = -0,0111 \text{ tf/m}^2$$

CARGAS APLICADAS SOBRE O TELHADO PARA Resultante vento longitudinal - 0°

$$Q_1 = q \cdot (C_{e1}) \Rightarrow Q_{1S} = 0,0553 \cdot (-1,6) \Rightarrow Q_1 = -0,0885 \text{ tf/m}^2$$

$$Q_2 = q \cdot (C_{e2}) \Rightarrow Q_{2S} = 0,0553 \cdot (-1,4) \Rightarrow Q_2 = -0,07740 \text{ tf/m}^2$$

$$Q_3 = q \cdot (C_{e3}) \Rightarrow Q_{3S} = 0,0553 \cdot (-1,1) \Rightarrow Q_3 = -0,0608 \text{ tf/m}^2$$

$$Q_4 = q \cdot (C_{e4}) \Rightarrow Q_{4S} = 0,0553 \cdot (-1,0) \Rightarrow Q_4 = -0,0553 \text{ tf/m}^2$$

Para vento paralelo a geratriz da cobertura, ou seja, vento longitudinal ou 0°, devem ser consideradas forças horizontais de atrito calculadas pela expressão:

$$F_{at} = 0,05 \cdot q \cdot a \cdot b;$$

Sendo “a” e “b” este será a dimensão do perímetro que o arco faz entre os pilares de um eixo, as dimensões em planta da cobertura. Estas forças englobam a ação do vento sobre as duas faces da cobertura.

$$a = 50,0 \text{ m}$$

$$b = 29,76 \text{ m}$$

$$q = 0,553 \text{ tf/m}^2$$

$$F_{at} = 0,05 \cdot 0,553 \cdot 50 \cdot 29,76 \Rightarrow F_{at} = 4,12 \text{ tf}$$

Consideramos que o galpão tenha 22 pilares, teremos então uma força no sentido horizontal no topo de cada banzo do pilar de uma força pontual de 0,094 tf, para o vento longitudinal.

7.3.3 - RETICULADOS PLANOS ISOLADOS E MÚLTIPLUS (VENTO LONGITUDINAL – 0°)

A informação passada pela Prefeitura Municipal de Carvalhos a estrutura de aço não terá paredes de entre seu interior e exterior, assim, para o cálculo das forças aplicadas pelas ações do vento nos pilares serão utilizados os itens 7.5 e 7.6, sendo que o reticulado a barlavento é calculado conforme item 7.5, os demais como estão protegidos devem ser



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

multiplicados por um fator η , que é dado conforme tabela 08 da NBR6123: 1988, este fator, depende do índice de área exposta do reticulado a barlavento e do respectivo afastamento relativo e/h .

Para reticulados planos isolado temos:

$$F_a = C_a \times q \times A_e$$

Sendo;

$F_a \Rightarrow$ Força de arrasto do vento (tf);

$C_a \Rightarrow$ Coeficiente de arrasto para um reticulado plano formado por barras prismáticas de faces planas, conforme figura 6 da página 27 da NBR 2361:1988;

$q \Rightarrow$ Pressão dinâmica do vento (tf/m²);

$A_e \Rightarrow$ Área frontal efetiva do reticulado, definida como sendo a área da projeção ortogonal das barras do reticulado sobre o plano perpendicular à direção do vento (m²).

O índice de área exposta ϕ é igual à área frontal efetiva do reticulado dividida pela área frontal da superfície limitada pelo contorno do reticulado.

Para casos de n reticulados igualmente afastados, o coeficiente de arrasto do conjunto do reticulado do n reticulados, C_{an} , é dado por:

$$C_{an} = C_{a1} \cdot [1 + (n - 1) \cdot \eta]$$

Onde:

$C_{a1} \Rightarrow$ Coeficiente de arrasto de um reticulado isolado, determinado de acordo com o item 7.5 da NBR 6123:1988.

Na tabela abaixo apresentamos as características dimensionais e áreas dos perfis que compõem os pilares treliçados.

Descrição	Quantidade	Perfil	Largura da aba (m)	Comprimento (m)	Total (m)	Área do componente (m ²)
Banzos	2	U150X50X4,75	0,050	6	12	0,600
Diagonais	14	U142X50X2,65	0,050	0,737	10,32	0,516
Montantes	14	U142X50X2,65	0,050	0,600	8,4	0,42

Somando-se as áreas de todos os componentes temos a área efetiva do reticulado.



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

$$A_e = 1,536 \text{ m}^2$$

A área frontal da superfície limitada pelo contorno do reticulado será de:

$$A_{cont.} = \text{Altura dos banzos} \times \text{comprimento das montantes}$$

$$\Rightarrow A_{cont.} = 3,6 \text{ m}^2$$

O índice de área exposta ϕ é a relação entre a área efetiva com a área total do contorno.

$$\phi = \frac{A_e}{A_{cont.}} \Rightarrow \phi = \frac{1,536}{3,600} \Rightarrow \phi = 0,43$$

Utilizando a figura 6 – Coeficiente de arrasto, C_a para reticulados planos formados por barras prismáticas de cantos vivos ou levemente arredondados da página 27 da NBR 6123:1988, por interpolação de valores concluímos que o coeficiente de arrasto do reticulado dos pilares em estudo será:

$$C_a = 1,60$$

Verifica-se que o fator de proteção η dado pela figura 8 – Fator de proteção η , para dois ou mais reticulados planos paralelos igualmente afastados da página 29 dependerá do índice de área exposta ϕ e da relação altura e distância entre reticulados e/h , sendo “e” a distância entre um reticulado e outro e “h” altura do pilar.

$$\frac{e}{h} = \frac{5}{6} \Rightarrow \frac{e}{h} = 0,833 \cong 1,0$$

Verifica-se que o fator de proteção $\eta = 0,43$

$$C_{an} = C_{a1} \cdot [1 + (n - 1) \cdot \eta]$$

Utilizando-se da fórmula acima e temos a força de arrasto aplicada no sentido longitudinal de cada pilar treliçado, com pressão dinâmica do vento $q=0,0553 \text{ tf/m}^2$



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

EIXO	Coefficiente de arrasto $C_{an} = C_{a1} \times [1 + (n - 1) \times \eta]$	Valor C_{an}	Carga q_f aplicada ao pilar treliçado a vento 0° $q_a = C_a \times q$
EIXO A	$C_{aA} = 1,60$	1,60	0,089 tf/m ²
EIXO B	$C_{aB} = 1,60 \times [1 + (2 - 1) \times 0,43]$	2,29	0,127 tf/m ²
EIXO C	$C_{aC} = 1,60 \times [1 + (3 - 1) \times 0,43]$	2,98	0,165 tf/m ²
EIXO D	$C_{aD} = 1,60 \times [1 + (4 - 1) \times 0,43]$	3,66	0,202 tf/m ²
EIXO E	$C_{aE} = 1,60 \times [1 + (5 - 1) \times 0,43]$	4,35	0,241 tf/m ²
EIXO F	$C_{aF} = 1,60 \times [1 + (6 - 1) \times 0,43]$	5,04	0,279 tf/m ²
EIXO G	$C_{aG} = 1,60 \times [1 + (7 - 1) \times 0,43]$	5,73	0,317 tf/m ²
EIXO H	$C_{aH} = 1,60 \times [1 + (8 - 1) \times 0,43]$	6,42	0,355 tf/m ²
EIXO I	$C_{aI} = 1,60 \times [1 + (9 - 1) \times 0,43]$	7,10	0,393 tf/m ²
EIXO J	$C_{aJ} = 1,60 \times [1 + (10 - 1) \times 0,43]$	7,79	0,431 tf/m ²
EIXO K	$C_{aK} = 1,60 \times [1 + (11 - 1) \times 0,43]$	8,48	0,469 tf/m ²

7.3.3 - RETICULADOS PLANOS ISOLADOS E MÚLTIPLUS (VENTO TRANSVERSAL – 90°)

No sentido transversal à galpão multiuso temos 11 pilares com altura de 6,0 m que possuem largura do perfil utilizado para os banzos que foi U150X50X3,75 mm sendo o comprimento do galpão de 50.000,00 mm, o índice de área exposta (ϕ) em cada pilar será,

$$\phi = \frac{A_e}{A_{cont}} \Rightarrow \phi = \left(\frac{(11 \times 0,15) \times 6,0}{50 \times 6,00} \right) \Rightarrow \phi = 0,033$$

Utilizando a figura 6, página 27 da NBR6123:1988 – Coeficiente de arrasto, C_a para reticulados plano formados por barras prismáticas será:

$$C_a = 1,97$$



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

O fator de proteção η depende do índice de área exposta ϕ e do respectivo afastamento relativo que é a relação altura distância entre os reticulados e/h , sendo “e” distância entre reticulados e “h” a altura do pilar, que será dado pela figura 08 da página 29 da NBR6123:1988.

$$\frac{e}{h} = \frac{26000}{6000} = 4,33$$

Assim o fator de proteção η será:

$$\eta = 1,0$$

Assim temos que a força de arrasto F_a em tf aplicada em cada pilar com o vento transversal 90° será

EIXO	Coefficiente de arrasto $C_{an} = C_{a1} \times [1 + (n - 1) \times \eta]$	Valor C_{an}	Força F_a aplicada ao pilar treliçado a vento 90° $F_a = C_a \times q$
EIXO 1	$C_{aA} = 1,97$	1,97	0,109 tf/m ²
EIXO 5	$C_{aB} = 1,97 \times [1 + (2 - 1) \times 1,0]$	3,94	0,218 tf/m ²

Considerando que não há paredes entre os pilares e que a força exercida será apenas nos pilares a carga efetiva em cada pilar será aplicada desconsiderando a área efetiva entre pilares que é de 5,0 metros.

7.4 – Representação das cargas lineares na estrutura.

O modelo estrutural montado possui diversas barras que compõem os 11 arcos da estrutura de aço, além de terças, contraventamentos, correntes e mão francesas.

Para representar os valores de carga linear, esforços resultantes e verificações normativas iremos demonstrar apenas o EIXO C, com o arco e seus pilares e seus respectivos nós.

Na tabela estarão apenas os segmentos de barras que possuem cargas de peso de telhas, sobrecargas normativa, peso próprio e as situações de vento, longitudinal e transversal. Os seguimentos de barra que possuem apenas peso próprio foram retiradas.



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

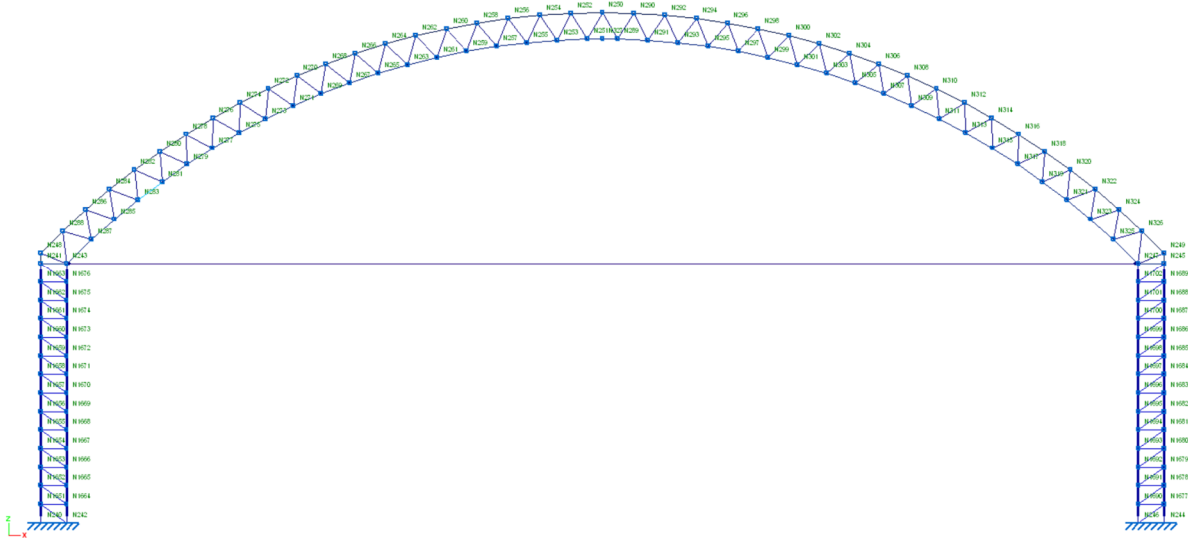


Figura 01 – Representação do EIXO C com seus nós.

Referências:

'P1', 'P2':

- Cargas pontuais, uniformes, em faixa e momentos pontuais: 'P1' é o valor da carga. 'P2' não se utiliza.
- Cargas trapezoidais: 'P1' é o valor da carga no ponto onde começa (L1) e 'P2' é o valor da carga no ponto onde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' é o valor máximo da carga. 'P2' não se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' e 'P2' são os valores da temperatura nas faces exteriores ou paramentos da peça. A orientação da variação do incremento de temperatura sobre a seção transversal dependerá da direção selecionada.

'L1', 'L2':

- Cargas e momentos pontuais: 'L1' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde se aplica a carga. 'L2' não se utiliza.
- Cargas trapezoidais, em faixa, e triangulares: 'L1' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde começa a carga, 'L2' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde termina a carga.

Unidades:

- Cargas concentradas: t
- Momentos pontuais: t.m.
- Cargas uniformes, em faixa, triangulares e trapezoidais: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N241/N243	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N241/N243	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Triangular Dir.	0.035	-	0.000	0.600	Globais	0.000	1.000	0.000
N247/N245	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N247/N245	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Triangular Esq.	0.035	-	0.000	0.600	Globais	0.000	1.000	0.000
N248/N288	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N248/N288	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N248/N288	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N248/N288	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.709	0.000	0.705
N248/N288	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.250	-	-	-	Globais	-0.709	0.000	0.705
N288/N286	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N288/N286	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N288/N286	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N288/N286	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.680	-0.000	0.734
N288/N286	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.250	-	-	-	Globais	-0.680	-0.000	0.734
N286/N284	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N286/N284	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N286/N284	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N286/N284	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.649	0.000	0.760
N286/N284	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.250	-	-	-	Globais	-0.649	0.000	0.760
N284/N282	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N284/N282	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N284/N282	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N284/N282	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.619	0.000	0.786
N284/N282	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.250	-	-	-	Globais	-0.619	0.000	0.786
N282/N280	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N282/N280	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N282/N280	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N282/N280	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.586	-0.000	0.811
N282/N280	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.250	-	-	-	Globais	-0.586	-0.000	0.811
N280/N278	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N280/N278	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N280/N278	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N280/N278	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.553	0.000	0.833
N280/N278	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.250	-	-	-	Globais	-0.553	0.000	0.833
N278/N276	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N278/N276	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N278/N276	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N278/N276	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.519	-0.000	0.855
N278/N276	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.250	-	-	-	Globais	-0.519	-0.000	0.855
N276/N274	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N276/N274	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N276/N274	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N276/N274	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.484	-0.000	0.875
N276/N274	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.165	-	-	-	Globais	-0.484	-0.000	0.875
N274/N272	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N274/N272	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N274/N272	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N274/N272	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.448	-0.000	0.894
N274/N272	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.165	-	-	-	Globais	-0.448	-0.000	0.894
N272/N270	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N272/N270	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N272/N270	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N272/N270	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.411	-0.000	0.912
N272/N270	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.165	-	-	-	Globais	-0.411	-0.000	0.912
N270/N268	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N270/N268	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N270/N268	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N270/N268	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.375	0.000	0.927
N270/N268	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.165	-	-	-	Globais	-0.375	0.000	0.927
N268/N266	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N268/N266	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N268/N266	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N268/N266	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.337	-0.000	0.942
N268/N266	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.165	-	-	-	Globais	-0.337	-0.000	0.942
N266/N264	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N266/N264	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N266/N264	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N266/N264	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.298	-0.000	0.954
N266/N264	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.165	-	-	-	Globais	-0.298	-0.000	0.954
N264/N262	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N264/N262	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N264/N262	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N264/N262	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.260	-0.000	0.966
N264/N262	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.165	-	-	-	Globais	-0.260	-0.000	0.966
N262/N260	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N262/N260	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N262/N260	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N262/N260	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.220	-0.000	0.975
N262/N260	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	-0.220	-0.000	0.975
N260/N258	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N260/N258	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N260/N258	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N260/N258	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.181	-0.000	0.984
N260/N258	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	-0.181	-0.000	0.984
N258/N256	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N258/N256	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N258/N256	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N258/N256	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.141	-0.000	0.990
N258/N256	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	-0.141	-0.000	0.990
N256/N254	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N256/N254	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N256/N254	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N256/N254	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.101	-0.000	0.995
N256/N254	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	-0.101	-0.000	0.995
N254/N252	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N254/N252	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N254/N252	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N254/N252	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.061	-0.000	0.998
N254/N252	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	-0.061	-0.000	0.998
N252/N250	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N252/N250	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N252/N250	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N252/N250	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	-0.020	0.000	1.000
N252/N250	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	-0.020	0.000	1.000
N290/N250	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N290/N250	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N290/N250	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N290/N250	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.020	0.000	1.000
N290/N250	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	0.020	0.000	1.000
N292/N290	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N292/N290	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N292/N290	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N292/N290	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.061	-0.000	0.998
N292/N290	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	0.061	-0.000	0.998
N294/N292	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N294/N292	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N294/N292	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N294/N292	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.101	-0.000	0.995
N294/N292	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	0.101	-0.000	0.995
N296/N294	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N296/N294	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N296/N294	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N296/N294	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.141	-0.000	0.990
N296/N294	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	0.141	-0.000	0.990
N298/N296	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N298/N296	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N298/N296	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N298/N296	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.181	-0.000	0.984
N298/N296	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	0.181	-0.000	0.984
N300/N298	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N300/N298	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N300/N298	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N300/N298	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.220	-0.000	0.975
N300/N298	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	0.220	-0.000	0.975
N302/N300	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N302/N300	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N302/N300	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N302/N300	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.260	0.000	0.966
N302/N300	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	0.260	0.000	0.966
N304/N302	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N304/N302	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N304/N302	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N304/N302	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.298	-0.000	0.954
N304/N302	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	0.298	-0.000	0.954
N306/N304	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N306/N304	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N306/N304	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N306/N304	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.337	-0.000	0.942
N306/N304	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	0.337	-0.000	0.942
N308/N306	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N308/N306	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N308/N306	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N308/N306	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.375	0.000	0.927
N308/N306	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	0.375	0.000	0.927



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N310/N308	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N310/N308	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N310/N308	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N310/N308	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.411	-0.000	0.912
N310/N308	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	0.411	-0.000	0.912
N312/N310	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N312/N310	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N312/N310	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N312/N310	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.448	0.000	0.894
N312/N310	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	0.448	0.000	0.894
N314/N312	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N314/N312	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N314/N312	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N314/N312	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.484	-0.000	0.875
N314/N312	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	0.484	-0.000	0.875
N316/N314	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N316/N314	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N316/N314	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N316/N314	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.519	0.000	0.855
N316/N314	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.055	-	-	-	Globais	0.519	0.000	0.855
N318/N316	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N318/N316	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N318/N316	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N318/N316	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.553	-0.000	0.833
N318/N316	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.055	-	-	-	Globais	0.553	-0.000	0.833
N320/N318	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N320/N318	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N320/N318	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N320/N318	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.586	-0.000	0.811
N320/N318	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.055	-	-	-	Globais	0.586	-0.000	0.811
N322/N320	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N322/N320	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N322/N320	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N322/N320	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.619	-0.000	0.786
N322/N320	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.055	-	-	-	Globais	0.619	-0.000	0.786
N324/N322	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N324/N322	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N324/N322	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N324/N322	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.649	-0.000	0.760
N324/N322	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.055	-	-	-	Globais	0.649	-0.000	0.760
N326/N324	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N326/N324	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N326/N324	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N326/N324	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.680	-0.000	0.734
N326/N324	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.055	-	-	-	Globais	0.680	-0.000	0.734
N249/N326	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N249/N326	CARGA PERMANENTE DE TELHA	Uniforme	0.025	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N249/N326	SOBRECARGA NORMATIVA	Uniforme	0.125	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N249/N326	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.445	-	-	-	Globais	0.709	0.000	0.705



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N249/N326	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.055	-	-	-	Globais	0.709	0.000	0.705
N240/N1651	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N240/N1651	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1651/N1652	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1651/N1652	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1652/N1653	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1652/N1653	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1653/N1654	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1653/N1654	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1654/N1655	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1654/N1655	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1655/N1656	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1655/N1656	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1656/N1657	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1656/N1657	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1657/N1658	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1657/N1658	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1658/N1659	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1658/N1659	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1659/N1660	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1659/N1660	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1660/N1661	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1660/N1661	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1661/N1662	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1661/N1662	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1662/N1663	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1662/N1663	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1663/N241	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1663/N241	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.110	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N246/N1690	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N246/N1690	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1690/N1691	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1690/N1691	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1691/N1692	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1691/N1692	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1692/N1693	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1692/N1693	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1693/N1694	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1693/N1694	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1694/N1695	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1694/N1695	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1695/N1696	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1695/N1696	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1696/N1697	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1696/N1697	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1697/N1698	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1697/N1698	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1698/N1699	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1698/N1699	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N1699/N1700	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1699/N1700	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1700/N1701	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1700/N1701	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1701/N1702	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1701/N1702	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1702/N247	Peso próprio	Uniforme	0.008	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1702/N247	VENTO TRANSVERSAL - 90°	Uniforme	0.220	-	-	-	Globais	1.000	-0.000	-0.000
N1663/N1676	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1663/N1676	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1662/N1675	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1662/N1675	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1661/N1674	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1661/N1674	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1660/N1673	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1660/N1673	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1659/N1672	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1659/N1672	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1658/N1671	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1658/N1671	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1657/N1670	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1657/N1670	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1656/N1669	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1656/N1669	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1655/N1668	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1655/N1668	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1654/N1667	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1654/N1667	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1653/N1666	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1653/N1666	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1652/N1665	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1652/N1665	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1651/N1664	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1651/N1664	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1702/N1689	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1702/N1689	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1701/N1688	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1701/N1688	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1700/N1687	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1700/N1687	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1699/N1686	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1699/N1686	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1698/N1685	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1698/N1685	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1697/N1684	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1697/N1684	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1696/N1683	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1696/N1683	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1695/N1682	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N1695/N1682	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1694/N1681	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1694/N1681	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1693/N1680	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1693/N1680	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1692/N1679	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1692/N1679	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1691/N1678	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1691/N1678	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1690/N1677	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1690/N1677	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.035	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1675/N1663	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1675/N1663	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1701/N1689	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1701/N1689	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1674/N1662	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1674/N1662	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1700/N1688	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1700/N1688	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1673/N1661	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1673/N1661	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1699/N1687	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1699/N1687	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1672/N1660	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1672/N1660	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1698/N1686	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1698/N1686	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1671/N1659	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1671/N1659	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1697/N1685	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1697/N1685	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1670/N1658	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1670/N1658	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1696/N1684	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1696/N1684	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1669/N1657	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1669/N1657	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1695/N1683	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1695/N1683	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1668/N1656	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1668/N1656	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1694/N1682	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1694/N1682	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1667/N1655	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1667/N1655	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1693/N1681	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1693/N1681	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1666/N1654	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1666/N1654	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N1692/N1680	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1692/N1680	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1665/N1653	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1665/N1653	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1691/N1679	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1691/N1679	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1664/N1652	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1664/N1652	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N1690/N1678	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1690/N1678	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N246/N1677	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N246/N1677	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Trapezoidal	0.029	0.058	0.000	0.737	Globais	0.000	1.000	0.000
N1702/N245	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1702/N245	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000
N242/N1651	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N242/N1651	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Trapezoidal	0.029	0.058	0.000	0.737	Globais	0.000	1.000	0.000
N1676/N241	Peso próprio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N1676/N241	VENTO LONGITUDINAL - 0°	Uniforme	0.029	-	-	-	Globais	0.000	1.000	0.000

8 – ESFORÇOS RESULTANTES DAS CARGAS APLICADAS NO EIXO C

Os gráficos apresentam as envoltórias dos esforços normais de tração e de compressão, das cortantes e dos momentos fletores.

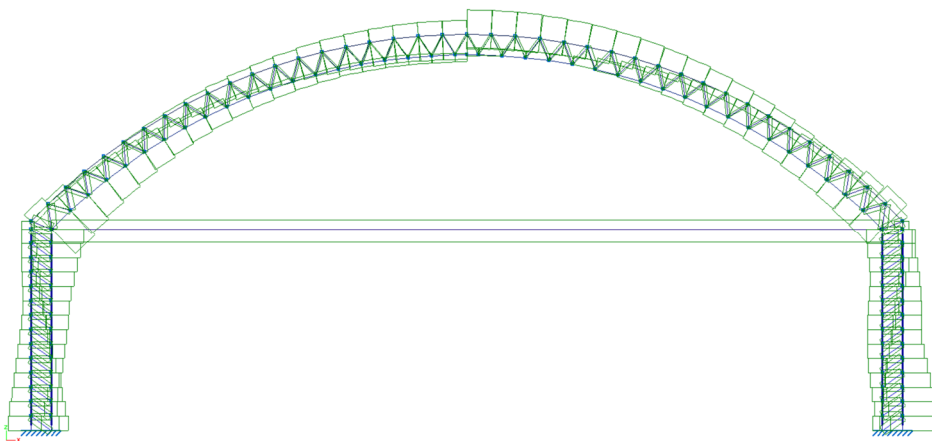


Figura 02 – Representação dos esforços normais de tração e compressão nas barras do EIXO C.



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

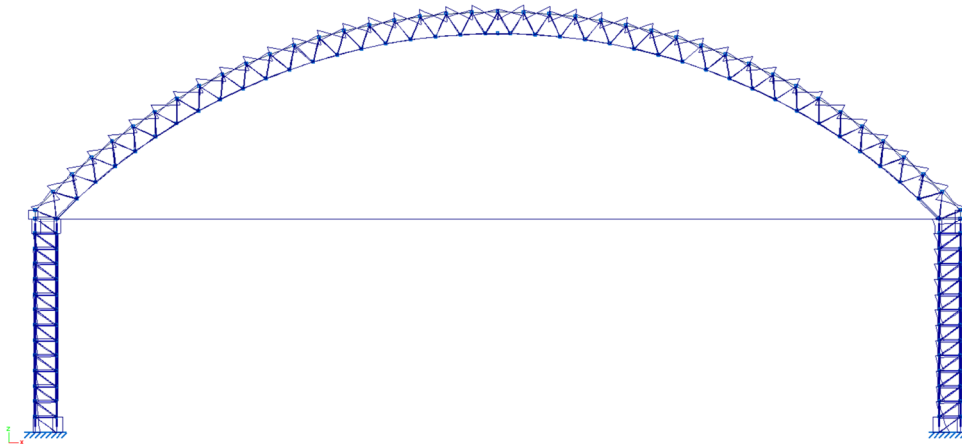


Figura 03 – Representação dos esforços cortantes nas barras do EIXO C

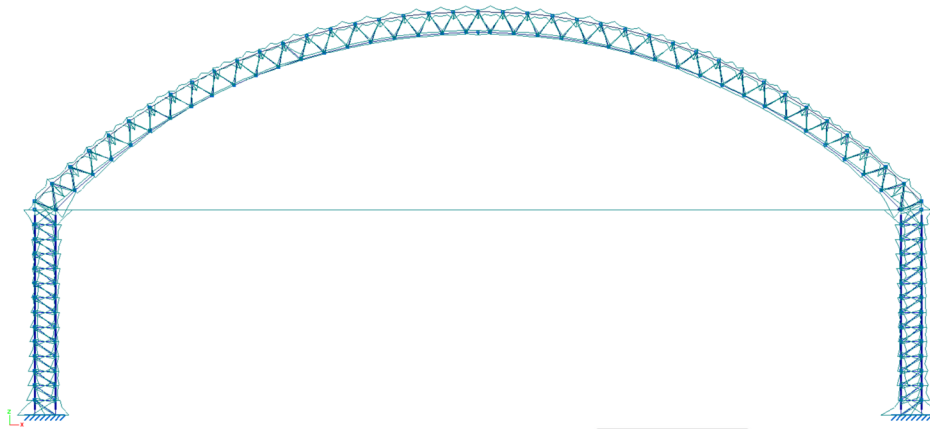


Figura 04 – Representação dos esforços de momentos fletores nas barras do EIXO C

9 – ESFORÇOS E VERIFICAÇÕES ELU (ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS) SIMPLIFICADO DAS BARRAS DO EIXO C

Apresentamos abaixo os esforços as verificações, de forma simplificada que a NBR14762:2010 dos segmentos de 05 barras que sofreram os maiores esforços normais nos pilares e no arco do EIXO C.

Referências:

N: Esforço axial (t)

V_y: Esforço cortante segundo o eixo local Y da barra. (t)

V_z: Esforço cortante segundo o eixo local Z da barra. (t)



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Mt: Momento torsor (t.m)

My: Momento fletor no plano 'XZ' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t.m)

Mz: Momento fletor no plano 'XY' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Z' da barra). (t.m)

9.1.- Envoltórias dos esforços das barras mais carregadas EIXO C.

Envoltórias dos esforços em barras							
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra				
			0.000 m	0.204 m	0.407 m	0.611 m	0.815 m
N243/N287	Aço dobrado	N _{mín}	-6.078	-6.077	-6.076	-6.075	-6.074
		N _{máx}	10.348	10.348	10.349	10.350	10.350
		Vy _{mín}	-0.011	-0.010	-0.009	-0.008	-0.008
		Vy _{máx}	0.037	0.038	0.039	0.040	0.041
		Vz _{mín}	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vz _{máx}	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	-0.028	-0.028	-0.029	-0.029	-0.031
		My _{máx}	0.029	0.023	0.017	0.011	0.005
		Mz _{mín}	-0.013	-0.011	-0.009	-0.007	-0.006
		Mz _{máx}	0.030	0.024	0.018	0.011	0.005

Envoltórias dos esforços em barras							
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra				
			0.000 m	0.204 m	0.407 m	0.611 m	0.815 m
N247/N325	Aço dobrado	N _{mín}	-6.078	-6.077	-6.076	-6.075	-6.074
		N _{máx}	10.348	10.349	10.349	10.350	10.350
		Vy _{mín}	-0.029	-0.028	-0.027	-0.026	-0.025
		Vy _{máx}	0.030	0.030	0.031	0.032	0.032
		Vz _{mín}	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vz _{máx}	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001
		My _{máx}	0.028	0.028	0.029	0.030	0.031
		Mz _{mín}	-0.016	-0.011	-0.009	-0.007	-0.006
		Mz _{máx}	0.030	0.024	0.018	0.011	0.008



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Envoltórias dos esforços em barras							
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra				
			0.000 m	0.182 m	0.363 m	0.545 m	0.726 m
N254/N252	Aço dobrado	N_{\min}	-4.173	-4.171	-4.168	-4.166	-4.163
		N_{\max}	7.320	7.320	7.321	7.321	7.321
		$V_{y\min}$	-0.217	-0.109	-0.001	-0.040	-0.081
		$V_{y\max}$	0.082	0.041	0.001	0.107	0.215
		$V_{z\min}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$V_{z\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		$M_{y\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{z\min}$	-0.021	-0.006	-0.010	-0.006	-0.020
		$M_{z\max}$	0.005	0.009	0.019	0.009	0.005

Envoltórias dos esforços em barras					
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra		
			0.000 m	0.214 m	0.429 m
N240/N1651	Aço dobrado	N_{\min}	-6.797	-6.795	-6.793
		N_{\max}	11.130	11.132	11.134
		$V_{y\min}$	-0.058	-0.058	-0.058
		$V_{y\max}$	0.148	0.100	0.100
		$V_{z\min}$	-0.005	-0.005	-0.005
		$V_{z\max}$	0.168	0.168	0.168
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.006	-0.006	-0.006
		$M_{y\max}$	0.256	0.220	0.184
		$M_{z\min}$	-0.030	-0.018	-0.005
		$M_{z\max}$	0.051	0.029	0.008

Envoltórias dos esforços em barras					
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra		
			0.000 m	0.214 m	0.429 m
N244/N1677	Aço dobrado	N_{\min}	-6.797	-6.795	-6.793
		N_{\max}	11.132	11.134	11.136
		$V_{y\min}$	-0.083	-0.083	-0.083
		$V_{y\max}$	0.100	0.100	0.100
		$V_{z\min}$	-0.168	-0.168	-0.168
		$V_{z\max}$	0.002	0.002	0.002
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.256	-0.220	-0.184
		$M_{y\max}$	0.006	0.006	0.006
		$M_{z\min}$	-0.032	-0.018	-0.005
		$M_{z\max}$	0.051	0.029	0.008



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

9.2.- Verificações E.L.U. (Resumido)

Barras	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	λ	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$M_x V_y$	$M_y V_x$	$N_c M_x M_y$	$N_t M_x M_y$	M_t	
N243/N287	(b _w /t) ≤ 90 Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	x: 0.815 m $\eta = 63.5$	x: 0 m $\eta = 86.2$	x: 0.815 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 21.2$	x: 0.815 m $\eta = 1.0$	$\eta = 0.7$	x: 0.815 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 95.5$	x: 0 m $\eta = 89.7$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 95.5$
N247/N325	(b _w /t) ≤ 90 Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	x: 0.815 m $\eta = 63.5$	x: 0 m $\eta = 86.2$	x: 0.815 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 21.2$	x: 0.815 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.6$	x: 0.815 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 95.5$	x: 0 m $\eta = 89.7$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 95.5$
N254/N252	(b _w /t) ≤ 90 Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	x: 0.726 m $\eta = 44.9$	x: 0 m $\eta = 58.3$	$M_{Sd} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 13.5$	x: 0 m $\eta = 5.3$	$V_{Sd} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 2.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 58.3$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 58.3$
N240/N1651	(b _w /t) ≤ 90 Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	x: 0.429 m $\eta = 37.1$	x: 0 m $\eta = 50.2$	x: 0 m $\eta = 21.7$	x: 0 m $\eta = 16.6$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta = -2.0$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 60.5$	x: 0 m $\eta = 75.4$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 75.4$
N244/N1677	(b _w /t) ≤ 90 Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	x: 0.429 m $\eta = 37.1$	x: 0 m $\eta = 50.2$	x: 0 m $\eta = 21.7$	x: 0 m $\eta = 16.6$	$\eta = 1.2$	$\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 60.5$	x: 0 m $\eta = 75.5$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 75.5$

Notação:
 b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura
 λ : Limitação de esbeltez
 N_t : Resistência à tração
 N_c : Resistência à compressão
 M_x : Resistência à flexão eixo X
 M_y : Resistência à flexão eixo Y
 V_x : Resistência ao esforço cortante X
 V_y : Resistência ao esforço cortante Y
 $M_x V_y$: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
 $M_y V_x$: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
 $N_c M_x M_y$: Resistência à flexo-compressão
 $N_t M_x M_y$: Resistência à flexo-tração
 M_t : Resistência à torção
 x: Distância à origem da barra
 η : Coeficiente de aproveitamento (%)
 N.P.: Não procede

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):
 (1) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.
 (2) A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.
 (3) A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante.
 (4) Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.
 (5) Não há interação entre o esforço axial de compressão e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

10.- ESFORÇOS RESULTANTES E ELU ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS DAS CARGAS APLICADA NAS TERÇAS.

Para a análise das terças realizamos utilizamos apenas o trecho de terça mais carregado entre os pilares do EIXO B e EIXO C.

Os esforços e os estados limites ELU estão representados nas tabelas abaixo.

Referências:

N: Esforço axial (t)

V_y: Esforço cortante segundo o eixo local Y da barra. (t)

V_z: Esforço cortante segundo o eixo local Z da barra. (t)

M_t: Momento torsor (t·m)

M_y: Momento fletor no plano 'XZ' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t·m)

M_z: Momento fletor no plano 'XY' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Z' da barra). (t·m)



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

10.1.- Envolvórias

Envolvórias dos esforços em barras					
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra		
			0.000 m	0.300 m	0.600 m
N104/N1313	Aço dobrado	N_{\min}	-0.124	-0.124	-0.124
		N_{\max}	0.194	0.194	0.194
		$V_{y\min}$	-0.018	-0.016	-0.014
		$V_{y\max}$	0.006	0.005	0.004
		$V_{z\min}$	-0.432	-0.382	-0.332
		$V_{z\max}$	0.185	0.164	0.142
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.397	-0.275	-0.168
		$M_{y\max}$	0.170	0.118	0.072
		$M_{z\min}$	-0.015	-0.010	-0.006
		$M_{z\max}$	0.005	0.003	0.002

Envolvórias dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.190 m	0.570 m	0.760 m	0.950 m	1.140 m	1.520 m	1.710 m	1.900 m
N1313/N1312	Aço dobrado	N_{\min}	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124
		N_{\max}	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194
		$V_{y\min}$	-0.014	-0.013	-0.010	-0.008	-0.007	-0.006	-0.003	-0.002	-0.001
		$V_{y\max}$	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000
		$V_{z\min}$	-0.332	-0.300	-0.237	-0.205	-0.173	-0.141	-0.078	-0.046	-0.015
		$V_{z\max}$	0.142	0.129	0.101	0.088	0.074	0.060	0.033	0.019	0.006
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.168	-0.108	-0.006	-0.016	-0.031	-0.044	-0.061	-0.066	-0.069
		$M_{y\max}$	0.072	0.046	0.002	0.036	0.072	0.102	0.143	0.155	0.161
		$M_{z\min}$	-0.006	-0.003	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		$M_{z\max}$	0.002	0.001	0.001	0.003	0.004	0.005	0.007	0.007	0.008

Envolvórias dos esforços em barras											
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra								
			0.000 m	0.190 m	0.570 m	0.760 m	0.950 m	1.140 m	1.520 m	1.710 m	1.900 m
N1312/N1311	Aço dobrado	N_{\min}	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124
		N_{\max}	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194	0.194
		$V_{y\min}$	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004
		$V_{y\max}$	0.000	0.001	0.004	0.005	0.007	0.008	0.011	0.012	0.014
		$V_{z\min}$	-0.015	-0.008	-0.035	-0.049	-0.063	-0.076	-0.104	-0.117	-0.131
		$V_{z\max}$	0.006	0.017	0.081	0.112	0.144	0.176	0.239	0.271	0.303
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.069	-0.069	-0.060	-0.052	-0.042	-0.029	-0.010	-0.058	-0.113
		$M_{y\max}$	0.161	0.161	0.142	0.124	0.099	0.069	0.006	0.027	0.050
		$M_{z\min}$	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	-0.003	-0.005
		$M_{z\max}$	0.008	0.007	0.006	0.006	0.004	0.003	0.001	0.001	0.002



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

Envoltórias dos esforços em barras					
Barra	Tipo de combinação	Esforço	Posições na barra		
			0.000 m	0.300 m	0.600 m
N1311/N254	Aço dobrado	N_{\min}	-0.124	-0.124	-0.124
		N_{\max}	0.194	0.194	0.194
		$V_{y\min}$	-0.004	-0.005	-0.006
		$V_{y\max}$	0.014	0.016	0.018
		$V_{z\min}$	-0.131	-0.152	-0.174
		$V_{z\max}$	0.303	0.353	0.403
		$M_{t\min}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{t\max}$	0.000	0.000	0.000
		$M_{y\min}$	-0.113	-0.211	-0.324
		$M_{y\max}$	0.050	0.093	0.142
		$M_{z\min}$	-0.005	-0.010	-0.015
		$M_{z\max}$	0.002	0.003	0.005

10.2.- Verificações E.L.U. (Resumido)

Barras	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	λ	N_t	N_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$M_x V_y$	$M_y V_x$	$N_c M_x M_y$	$N_t M_x M_y$	M_t	
N104/N1313	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.8$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 43.4$	x: 0 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 19.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 27.4$	x: 0 m $\eta = 46.4$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 46.4$
N1313/N1312	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.8$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 44.5$	$M_{Sd} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 4.7$	x: 0 m $\eta = 3.6$	N.P. ⁽³⁾	x: 1.9 m $\eta = 23.5$	x: 0 m $\eta = 46.2$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 46.2$
N1312/N1311	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.8$	$\eta = 1.9$	x: 1.9 m $\eta = 29.9$	$M_{Sd} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 1.9 m $\eta = 0.3$	x: 1.9 m $\eta = 4.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 23.5$	x: 1.9 m $\eta = 31.4$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 31.4$
N1311/N254	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.8$	$\eta = 1.9$	x: 0.6 m $\eta = 35.4$	x: 0.6 m $\eta = 6.7$	x: 0.6 m $\eta = 0.4$	x: 0.6 m $\eta = 5.7$	x: 0.6 m $\eta = 12.9$	x: 0.6 m $\eta = 0.5$	x: 0.6 m $\eta = 24.1$	x: 0.6 m $\eta = 38.2$	$M_{t,Sd} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	PASSA $\eta = 38.2$

Notação:
b/t: Valores máximos da relação comprimento-espessura
λ: Limitação de esbelteza
N_t: Resistência à tração
N_c: Resistência à compressão
M_x: Resistência à flexão eixo X
M_y: Resistência à flexão eixo Y
V_x: Resistência ao esforço cortante X
V_y: Resistência ao esforço cortante Y
M_xV_y: Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados
M_yV_x: Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados
N_cM_xM_y: Resistência à flexo-compressão
N_tM_xM_y: Resistência à flexo-tração
M_t: Resistência à torção
x: Distância à origem da barra
η: Coeficiente de aproveitamento (%)
N.P.: Não procede

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):
⁽¹⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.
⁽²⁾ A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.
⁽³⁾ Não há interação entre o momento fletor e o esforço cortante para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

11.- DIMENSIONAMENTO DO TAMPAMENTO DA COBERTURA

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) dispõe de procedimentos específicos para certificação de chapas e bobinas de aço revestidas, no caso das telhas para a cobertura da arquibancada foi escolhida as telhas de chapas Zn, Al conhecidas



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

comercialmente como galvalume que devem ser fabricadas de acordo com os procedimentos da NBR 15578 – Bobinas e chapas de aço revestidas com liga 55% alumínio – zinco pelo processo contínuo de imersão a quente – Especificação.

O processo de conformação das telhas onduladas deve obedecer a NBR14573 – Telhas de aço revestido de seção ondulada – Requisitos.

Verificamos então que há duas certificações para a fabricação de telhas de aço.

Para o tapamento da cobertura estarão sujeitas ao peso próprio, sobrecarga normativa e cargas de vento como cargas atuantes e optou-se por telha ondulada 17 com espessura de 0,50 mm de espessura.

Para definição do número de apoios e a distância entre eles, utilizamos a combinação mais crítica com a multiplicação da carga de vento pelo $C_{P \text{ médio}}$ para telhados em arco que arbitramos ser de -1,1:

$$\text{Carga de vento : } P_v = 0,0553 * (-1,1) \Rightarrow P_v = 0,061 \text{ tf/m}^2;$$

$$\text{Sobre carga normativa: } P_{sn} = 0,025 \text{ tf/m}^2;$$

$$\text{Peso próprio da telha: } P_t = 0,0051 \text{ tf/m}^2$$

O modelo matemático apresentou a combinação abaixo como a de maior carga aplicada as telhas.

1,25 carga permanente das telhas+1,05 sobrecarga normativa+1,4 carga de vento

$$F = 1,25 \times 0,005 + 1,05 \times 0,025 + 1,4 \times 0,061 \Rightarrow F = 0,125 \text{ tf/m}^2$$

$$F = 117,80 \text{ kgf/m}^2$$

Pelo manual técnico de telhas de aço da gavisteeel na tabela da página 05 que trata das cargas admissíveis de telhas revestidas com Zn-Al, considerando que a telha terá 4 apoios com vão de 1,45m, aproximadamente onde se encontrou carga admissível da telha de $F_{ad} = 124,5 \text{ kgf/m}^2$ de carga admissível.

Como a carga admissível da telha é maior que a carga aplicada as telhas na pior condição de combinação. A telha encontra-se aprovada para instalação.

$$F_{ad} > F \Rightarrow 124,5 > 117,80 \text{ kgf/m}^2$$



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

12.- REAÇÕES NOS APOIOS DOS PILARES

Abaixo as envoltórias das reações dos apoios, dos pilares, referência para cálculo de placa de base e cálculo das fundações.

Referências:

Rx, Ry, Rz: Reações em nós com deslocamentos restringidos (forças).

Mx, My, Mz: Reações em nós com rotações restringidas (momentos).

Nota: As combinações de concreto indicadas são as mesmas utilizadas para verificar o estado limite de equilíbrio na fundação.

12.1 – EIXO A

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1 EIXO A1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.023	-0.844	-8.204	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.081	4.493	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.016	-0.597	-5.502	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.058	3.210	0.000	0.000	0.000
N3 EIXO A2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.812	-0.747	-1.791	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.497	0.015	1.314	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.542	-0.533	-1.280	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.355	0.011	0.820	0.000	0.000	0.000
N5 EIXO A5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.006	-0.844	-8.205	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.003	0.081	4.493	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.004	-0.597	-5.503	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.002	0.058	3.210	0.000	0.000	0.000
N7 EIXO A4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.673	-0.747	-1.791	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.812	0.048	1.518	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.524	-0.533	-1.280	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.543	0.035	0.966	0.000	0.000	0.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

12.2 – EIXO B

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N89 EIXO B1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-0.704	-8.963	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.008	-0.006	6.408	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.029	-0.506	-5.927	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	-0.006	4.577	0.000	0.000	0.000
N91 EIXO B2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.332	-0.710	-2.645	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.748	0.047	5.610	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.899	-0.506	-1.889	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.534	0.032	3.835	0.000	0.000	0.000
N93 EIXO B5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.008	-0.704	-8.961	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.005	0.072	6.408	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.006	-0.506	-5.925	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.044	4.577	0.000	0.000	0.000
N95 EIXO B4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.636	-0.710	-2.645	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	1.332	0.007	5.609	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.227	-0.506	-1.889	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.898	0.005	3.834	0.000	0.000	0.000

12.3 – EIXO C

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N236 EIXO C1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-0.131	-11.314	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.009	0.001	6.924	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.030	-0.093	-7.586	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.001	4.946	0.000	0.000	0.000
N238 EIXO C2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.419	-0.263	-2.831	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.799	0.000	4.455	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.958	-0.188	-2.022	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.570	0.000	3.005	0.000	0.000	0.000
N240 EIXO C5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.009	-0.131	-11.313	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.001	6.923	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.006	-0.093	-7.585	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.001	4.945	0.000	0.000	0.000
N242 EIXO C4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.568	-0.263	-2.831	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	1.418	0.002	4.454	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.192	-0.188	-2.022	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.958	0.001	3.004	0.000	0.000	0.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

12.4 – EIXO D

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Mz (t.m)
N324 EIXO D1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-0.978	-11.572	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.008	0.080	7.052	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.030	-0.693	-7.760	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.005	0.057	5.037	0.000	0.000	0.000
N326 EIXO D2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.230	-0.991	-2.905	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.807	0.015	2.273	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.823	-0.707	-2.075	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.576	0.011	1.441	0.000	0.000	0.000
N328 EIXO D5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.008	-0.978	-11.575	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.080	7.052	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.005	-0.693	-7.762	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.057	5.037	0.000	0.000	0.000
N330 EIXO D4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.528	-0.991	-2.904	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	1.231	0.059	2.275	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.167	-0.707	-2.074	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.823	0.042	1.443	0.000	0.000	0.000

12.5 – EIXO E

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Mz (t.m)
N471 EIXO E1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-0.830	-8.175	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.008	-0.007	7.039	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.030	-0.602	-5.335	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.005	-0.010	5.028	0.000	0.000	0.000
N473 EIXO E2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.228	-0.955	-2.930	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.809	0.061	5.641	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.822	-0.682	-2.093	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.578	0.040	3.845	0.000	0.000	0.000
N475 EIXO E5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.008	-0.830	-8.175	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.103	7.039	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.005	-0.602	-5.335	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.063	5.028	0.000	0.000	0.000
N477 EIXO E4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.525	-0.955	-2.930	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	1.228	-0.002	5.641	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.165	-0.682	-2.093	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.821	-0.002	3.845	0.000	0.000	0.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

12.6 – EIXO F

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Mz (t.m)
N559 EIXO F1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-0.220	-8.518	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.007	0.000	6.944	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.030	-0.157	-5.587	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.005	0.000	4.960	0.000	0.000	0.000
N561 EIXO F2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.237	-0.429	-2.841	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.800	0.000	3.393	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.762	-0.306	-2.029	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.572	0.000	2.246	0.000	0.000	0.000
N563 EIXO F5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.008	-0.221	-8.518	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.000	6.943	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.005	-0.157	-5.586	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.000	4.960	0.000	0.000	0.000
N565 EIXO F4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.542	-0.429	-2.840	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	1.070	0.000	3.393	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.175	-0.306	-2.029	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.709	0.000	2.246	0.000	0.000	0.000

12.7 – EIXO G

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Mz (t.m)
N706 EIXO G1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-1.096	-9.183	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.068	7.039	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.030	-0.778	-6.055	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.048	5.028	0.000	0.000	0.000
N708 EIXO G2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.228	-1.216	-2.931	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.809	0.007	1.257	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.759	-0.867	-2.093	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.578	0.005	0.713	0.000	0.000	0.000
N710 EIXO G5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.008	-1.096	-9.186	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.068	7.039	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.005	-0.778	-6.057	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.048	5.028	0.000	0.000	0.000
N712 EIXO G4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.525	-1.216	-2.930	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.926	0.062	1.231	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.165	-0.867	-2.093	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.605	0.043	0.695	0.000	0.000	0.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

12.8 – EIXO H

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Mz (t.m)
N794 EIXO H1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-1.002	-5.664	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	-0.001	7.052	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.030	-0.726	-3.540	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	-0.006	5.037	0.000	0.000	0.000
N796 EIXO H2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.229	-1.196	-2.905	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.807	0.066	4.887	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.759	-0.856	-2.075	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.576	0.041	3.308	0.000	0.000	0.000
N798 EIXO H5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.008	-1.001	-5.663	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.110	7.052	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.005	-0.726	-3.540	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.068	5.037	0.000	0.000	0.000
N800 EIXO H4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.528	-1.196	-2.904	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.935	-0.004	4.887	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.167	-0.856	-2.075	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.612	-0.004	3.308	0.000	0.000	0.000

12.9 – EIXO I

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Mz (t.m)
N941 EIXO I1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-0.310	-6.526	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.005	0.000	6.924	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.030	-0.222	-4.165	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.003	0.000	4.946	0.000	0.000	0.000
N943 EIXO I2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.264	-0.589	-2.831	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.799	0.001	2.628	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.776	-0.420	-2.022	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.570	0.001	1.700	0.000	0.000	0.000
N945 EIXO I5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.007	-0.310	-6.528	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.001	6.923	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.005	-0.222	-4.167	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.001	4.945	0.000	0.000	0.000
N947 EIXO I4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.568	-0.589	-2.830	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.825	0.000	2.630	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.192	-0.420	-2.022	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.534	0.000	1.702	0.000	0.000	0.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

12.10 – EIXO J

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1029 EIXO J1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-1.224	-7.582	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.045	6.408	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.029	-0.873	-4.940	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.003	0.035	4.577	0.000	0.000	0.000
N1031 EIXO J2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.254	-1.542	-2.645	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.748	-0.004	1.518	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.758	-1.100	-1.890	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.534	-0.005	0.912	0.000	0.000	0.000
N1033 EIXO J5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.006	-1.224	-7.583	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.005	0.026	6.407	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.004	-0.872	-4.941	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.018	4.577	0.000	0.000	0.000
N1035 EIXO J4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.636	-1.542	-2.644	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.733	0.033	0.445	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.227	-1.100	-1.889	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.470	0.022	0.145	0.000	0.000	0.000

12.11 – EIXO K

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1176 EIXO K1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.023	-1.150	-1.901	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.003	0.009	4.494	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.016	-0.832	-1.001	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.002	0.001	3.210	0.000	0.000	0.000
N1178 EIXO K2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.520	-1.432	-1.792	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.497	0.057	3.564	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.334	-1.024	-1.280	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.355	0.035	2.428	0.000	0.000	0.000
N1180 EIXO K5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.006	-1.149	-2.455	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.003	0.094	4.493	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.004	-0.832	-1.396	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.002	0.061	3.209	0.000	0.000	0.000
N1182 EIXO K4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.673	-1.431	-1.791	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.460	-0.004	3.566	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.524	-1.023	-1.279	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.291	-0.004	2.429	0.000	0.000	0.000



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

13.- AVALIAÇÃO ESTADOS LIMITES DE SERVIÇO ELS (deslocamentos da estrutura)

O anexo C em sua tabela 1C da NBR 8800:2008 determina os limites de serviços máximos de deslocamento verticais e horizontais quando carregados para situações usuais nas construções, que são entendidos como valores práticos a serem utilizados para a verificação do estado limite de serviço.

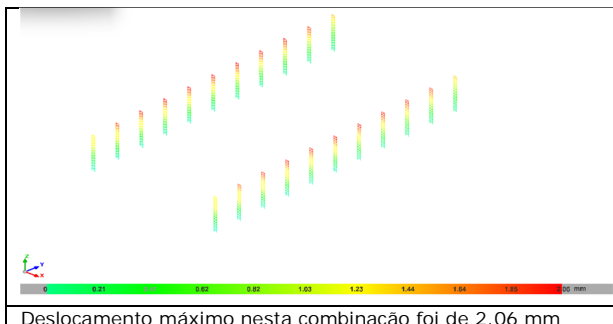
Para os pilares o deslocamento no topo destes em relação a base não poderá ultrapassar $H/300$. O deslocamento máximo para os pilares que possuem altura de 6000,0 mm será de 20,0 mm.

Para as vigas de cobertura o deslocamento máximo é de $L/250$. O deslocamento máximo para o arco que possui comprimento de 26000 mm será de 104,0 mm.

As terças de cobertura e o deslocamento máximo permitido é de $L/180$, sendo que entre pórticos o vão é de 6000,00 mm o deslocamento máximo das terças é de 33,3 mm

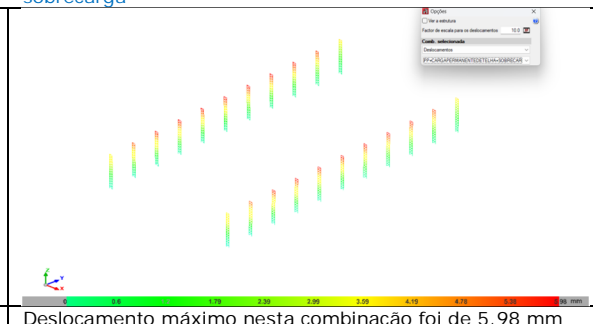
12.1 – Deslocamento e análise dos Estados Limites de Serviço (ELS) dos pilares da estrutura

Deslocamento peso próprio + permanente de telha



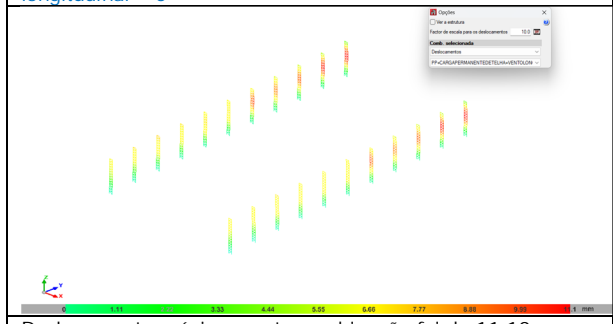
Deslocamento máximo nesta combinação foi de 2,06 mm

Deslocamento peso próprio carga + permanente de telha + sobrecarga



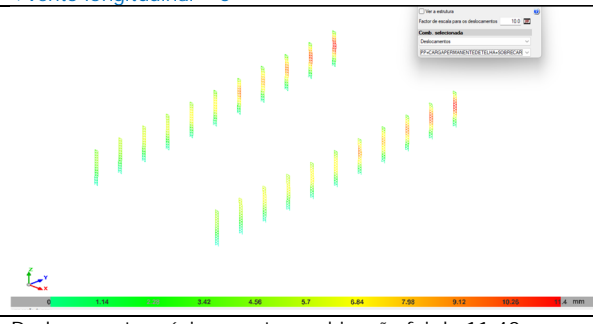
Deslocamento máximo nesta combinação foi de 5,98 mm

Deslocamento peso próprio + permanente de telha + vento longitudinal – 0°



Deslocamento máximo nesta combinação foi de 11,10 mm

Deslocamento peso próprio + permanente telha + sobrecarga + vento longitudinal – 0°

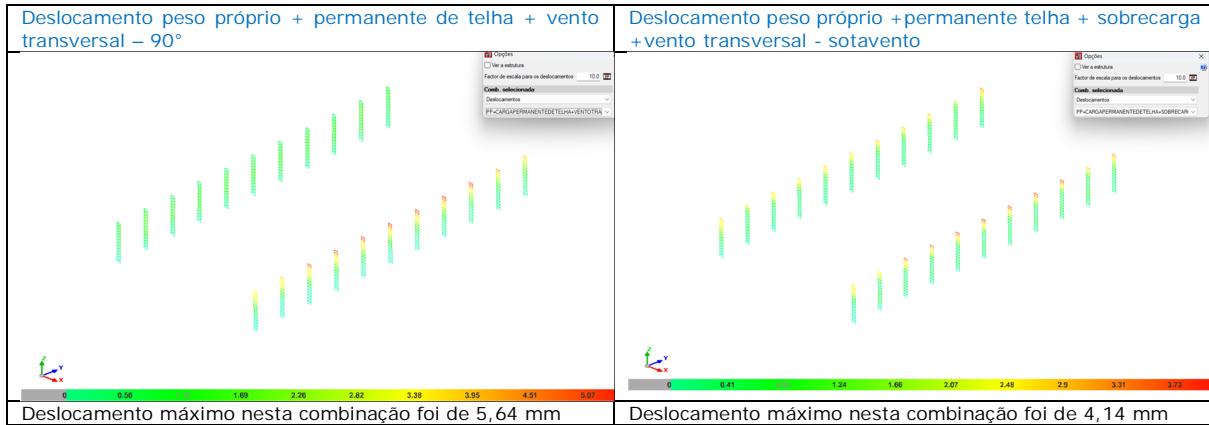


Deslocamento máximo nesta combinação foi de 11,40 mm

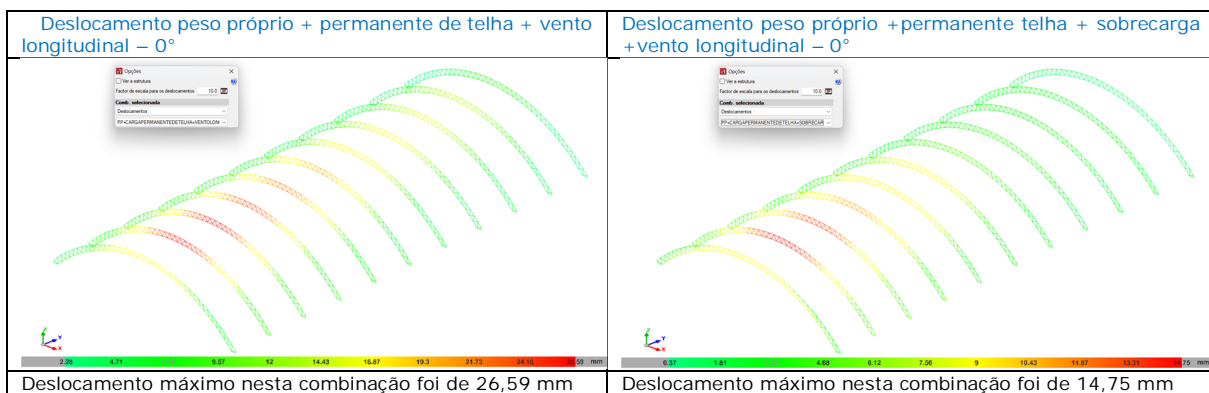
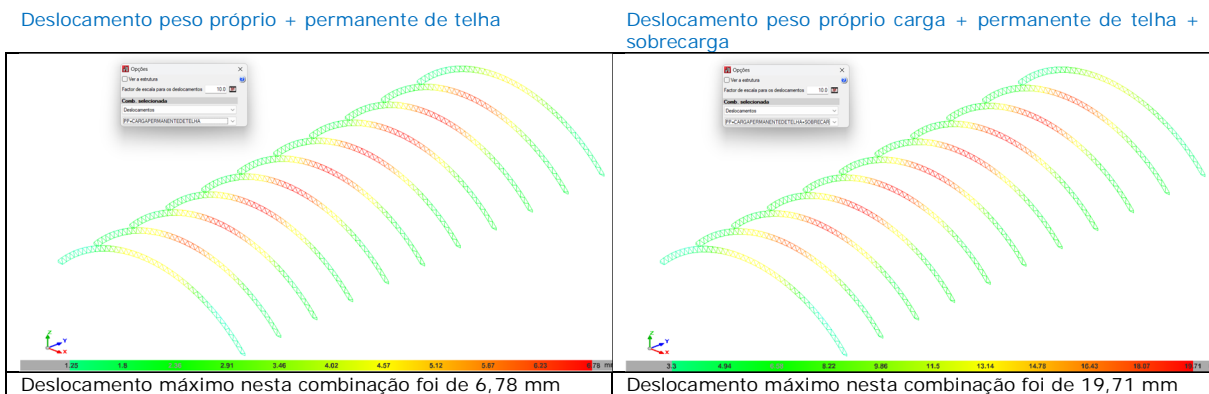


Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos



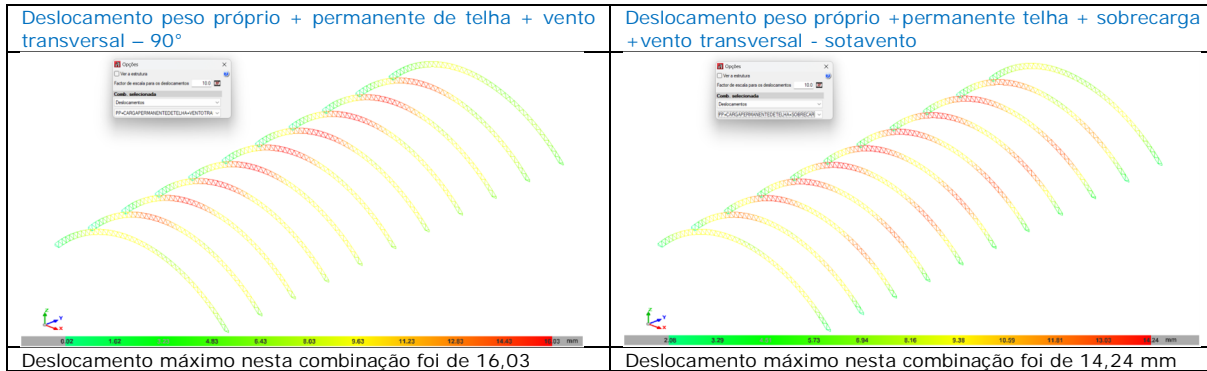
12.2 – Deslocamento e análise Estados Limites de Serviços (ELS) dos Arcos.



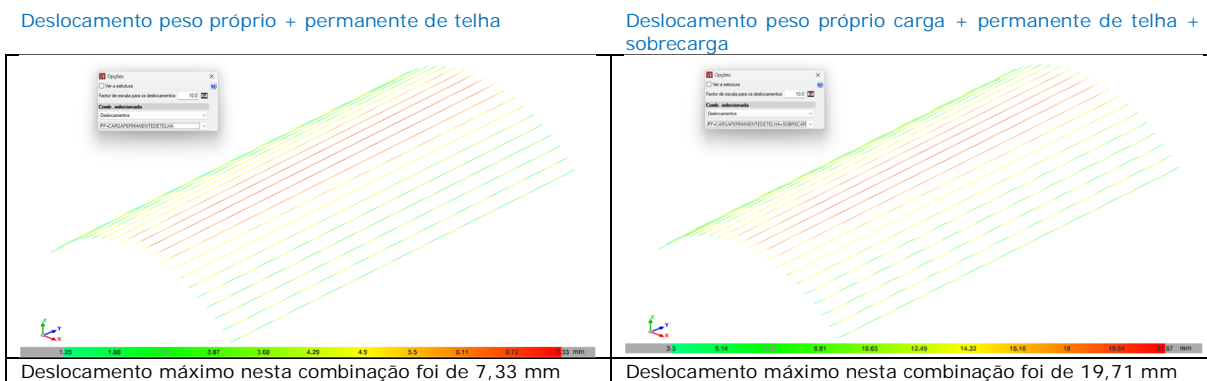


Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos



12.3 – Deslocamento e análise Estados Limites de Serviço (ELS) das terças



13. – CÁLCULO DA PLACA DE BASE E CHUMBADORES

13.1 – Cálculo da placa de base

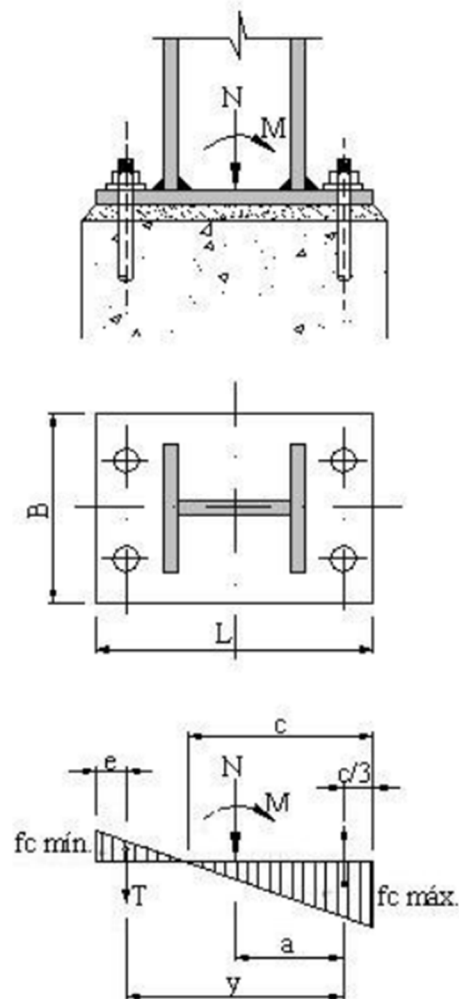
Observa-se que a placa de base dos pilares da estrutura em questão sofre esforços de tração compressão, momentos e horizontais, estes últimos fazem efeito cisalhante nos chumbadores.

As placas que possuem as características acima citadas exerce uma pressão irregular sobre o bloco de fundação no sentido de ação do momento, enquanto o outro lado se verifica uma tendência de se desprender da superfície dela veja figura abaixo o que é impedido pela ação dos chumbadores de ancoragem.



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos



No processo de cálculo adota-se em primeiro lugar a largura da placa. O comprimento L da placa é determinado de tal forma que a tensão máxima do concreto junto a extremidade (σ_c) seja inferior à tensão limite à compressão (F_c), onde adotamos que $F_c = 0,35 \times f_{ck}$.

Assim temos:

$f_c \rightarrow$ Tensão de compressão no concreto;

$B \rightarrow$ Largura da chapa;

$L \rightarrow$ Comprimento da chapa;

$N_{sd} \rightarrow$ Carga axial solicitante de cálculo;

$M_{sd} \rightarrow$ Momento solicitante de cálculo;

$F_c \leq \sigma_{sd} \rightarrow$ Tensão limite à compressão do concreto;



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

f_{ck} → Resistência de compressão do concreto;

γ_c → Coeficiente de ponderação do concreto = 1,4 (Tabela 3 NBR 8800: 2008);

γ_n → Coeficiente de ponderação do comportamento = 1,4 (Conforme item 6.6.5 NBR800: 2008);

f_y → Limite de escoamento do aço da placa de base = 250Mpa $\Rightarrow 25 \text{ kN/cm}^2$;

I → Maior valor entre m, n e n' ;

A_1 → Área da placa de base;

A_2 → Área da base de concreto;

W → Módulo de resistência da placa – Retangular $W = \frac{B \times L^2}{6}$

Decidiu-se que a placa de base em questão terá 30,0 cm de largura (B), e 65,0 cm de comprimento.

Os esforços solicitantes de cálculo utilizados para este cálculo foram do EIXO C, o mais carregado, veja item 12, deste relatório. Também descrito abaixo.

Envoltórias das reações em nós								
Referência	Combinação		Reações em eixos globais					
	Tipo	Descrição	Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Mz (t.m)
N236 EIXO C1	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.043	-0.131	-11.314	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.009	0.001	6.924	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.030	-0.093	-7.586	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.001	4.946	0.000	0.000	0.000
N238 EIXO C2	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.419	-0.263	-2.831	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.799	0.000	4.455	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.958	-0.188	-2.022	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.570	0.000	3.005	0.000	0.000	0.000
N240 EIXO C5	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-0.009	-0.131	-11.313	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.006	0.001	6.923	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-0.006	-0.093	-7.585	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.004	0.001	4.945	0.000	0.000	0.000
N242 EIXO C4	Concreto em fundações	Valor mínimo da envoltória	-1.568	-0.263	-2.831	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	1.418	0.002	4.454	0.000	0.000	0.000
	Tensões sobre o terreno	Valor mínimo da envoltória	-1.192	-0.188	-2.022	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo da envoltória	0.958	0.001	3.004	0.000	0.000	0.000

$f_{ck} = 20 \text{ MPa} \rightarrow f_{ck} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$;

$F_c = 0,35 \times f_{ck} \rightarrow F_c = 0,7 \text{ kN/cm}^2$;

$N_{sd} = C_1 + C_2 \rightarrow 7,951 \text{ tf} \rightarrow N_{sd} = 77,97 \text{ kN}$;



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

$$\sigma_{sd} \leq \sigma_{rd}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{N_{sd}}{B \times L} + \frac{M_{sd}}{W} \leq F_C \rightarrow \sigma_{sd} = \frac{N_{sd}}{B \times L} + \frac{6 \times M_{sd}}{B \times L^2} \leq 0,7 \rightarrow$$

$$\sigma_{sd} = \frac{77,97}{30,0 \cdot 65,0} + \frac{6 \cdot 0}{30,0 \cdot 65,0^2} \leq 0,7 \rightarrow \sigma_{sd} = 0,04$$

$$\rightarrow \sigma_{sd} = 0,04 \text{ kN/cm}^2 \leq 0,7 \text{ kN/cm}^2 \text{ OK!!}$$

$$\sigma_{rd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c \times \gamma_n} \times \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} \leq f_{ck} - \text{Item 6.6.5 da NBR 8800: 2008;}$$

$$\sigma_{rd} = \frac{2}{1,4 \cdot 1,4} \cdot \sqrt{\frac{30,0 \cdot 65,0}{35,0 \cdot 70,0}} \rightarrow \sigma_{rd} = 0,910 \text{ kN/cm}^2 \leq 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{sd} \leq \sigma_{rd} \Rightarrow 0,025 < 0,910 \text{ OK!!}$$

$$t = 1,83 \times l \times \sqrt{\frac{\sigma_c}{f_y}}$$

$$m = \frac{y - 0,95 \times d}{2} \quad n = \frac{x - 0,8 \times b_f}{2} \quad n' = \sqrt{\frac{d \times b_f}{4}} \text{ onde } l \text{ menor dos três;}$$

$$m = 4, \quad n = 9 \quad n' = 7,5$$

$$t = 1,83 \cdot 9,0 \cdot \sqrt{\frac{0,04}{25}} \rightarrow t = 0,66 \text{ cm} \rightarrow t = 6,60 \text{ mm}$$

Considerando que a placa utilizada foi uma placa comercial de $\frac{3}{4}'' = 19,05 \text{ mm} > 6,60 \text{ mm}$. Ok!! APROVADO.

13.2 – Cálculo dos chumbadores

As barras de ancoragens, no caso dos chumbadores, têm a finalidade de fixar a estrutura metálica a seu apoio. Essas barras atuam mediante dois tipos de solicitações, isoladas ou combinadas entre si: a solicitação de tração f_t ou F_d , sendo esta devido à carga de tração $N_t = N_{sd}$ na placa de base, e ou quando da atuação do momento fletor atuante $M_x = M_{sd}$, os quais originam a tensão normal e o esforço cortante $Q_y = V_{sd}$ esta última origina a tensão de cisalhamento.

A carga de arrancamento por chumbador na ligação engastada, $F_d = f_t$ é composta por duas parcelas. A primeira obtém-se dividindo a carga de tração aplicada à base de



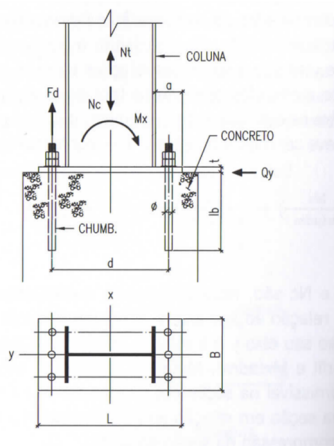
Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

apoio N_{sd} pela quantidade total de chumbadores. A segunda parcela será consequência do momento fletor aplicado M_{sd} . Pela fórmula clássica da resistência dos materiais, define-se Força = Momento com distância. A força requerida na carga de arrancamento, na parcela da aplicação do momento fletor M_{sd} é a parcela da força de arrancamento F_d . Sendo assim, $F_d = M_{sd}/d_{chum}$, em que d_{chum} é o braço de alavanca do binário (distância entre os eixos de conjuntos de chumbadores).

Neste projeto a distância entre os chumbadores $d_{chum} = 70,0$ cm

Como podemos observar os chumbadores possuem cargas de tração e cargas de cisalhamento, adotamos para efeito de cálculo barras de ferro mecânico classificação SAE 1020 de diâmetro $\varnothing = 3/4" = 19,05$, que possui área transversal de $A = 2,85$ cm².



$$f_t = \frac{N_{sd}}{A_{ch}} + \frac{M_{sd}}{d_{chum} \times A_{ch}} \qquad f_h = \frac{V_{sd}}{A_{ch}}$$
$$f = \sqrt{f_t^2 + 3 \times f_h^2} \leq 0,38 \times f_u$$

Onde:

f_t → Força de tração no chumbador;

f_h → Força horizontal no chumbador;

f → Força resultante no chumbador;

f_u → Limite de ruptura do aço SAE1020 $\therefore f_u = 38,7$ kN/cm²

$$f_t = \frac{N_{sd}}{A_{ch}} + \frac{M_{sd}}{d_{chum} \times A_{ch}} \Rightarrow f_t = \frac{77,97}{2,85} + \frac{0}{70,0 \cdot 2,85} \Rightarrow f_t = 27,36 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_h = \frac{V_{sd}}{A_{ch}} \Rightarrow f_h = \frac{0}{2,85} \Rightarrow f_h = 0 \text{ kN/cm}^2$$



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

$$f = \sqrt{f_t^2 + 3 \times f_h^2} \Rightarrow f = \sqrt{27,36^2} \Rightarrow f = 27,36 \text{ kN/cm}^2$$

Considerando que há dois chumbadores estão sofrendo estes esforços temos

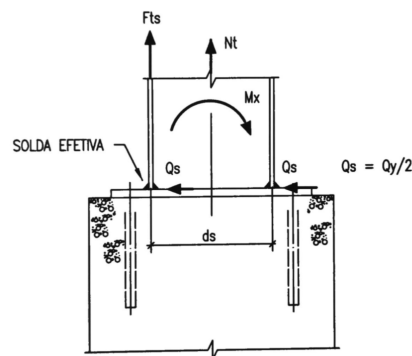
$$f_{por\ chum} = \frac{38,98}{2} \Rightarrow f_{por\ chum} = 13,68 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{por\ chum} \leq 0,38 \times f_u \text{ aço SAE 1020} \Rightarrow 13,68 \leq 14,71 \text{ OK!! ATENDEU}$$

13.3 – Verificação soldas entre pilar e placa de base

Adotar o processo de soldagem por (SMAW) eletrodo revestido.

Adotado como padrão cordões de solda efetivos as soldas entre as mesas do perfil da coluna e a chapa de base conforme figura abaixo.



Considerando que a força de arrancamento atuante na mesa do perfil da coluna é F_{ts} temos a seguinte equação:

$$F_{ts} = \frac{N_t}{3} + \frac{M_x}{d_s}$$

Onde:

$N_s = N_{sd} \rightarrow$ Carga axial solicitante de cálculo; $N_{sd} = 7951,0 \text{ kgf}$;

$M_x = M_{sd} \rightarrow$ Momento fletor solicitante de cálculo; $M_{sd} = 0,0 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$

$d_s = b_f \rightarrow$ Comprimento da mesa do perfil adotado;

$Q_y = V_{sd} \rightarrow$ Carga horizontal normal; $V_{sd} = 0,0 \text{ kgf} \rightarrow Q_s = \frac{V_{sd}}{2} \rightarrow Q_s = 0,0 \text{ kgf}$;

Para a verificação de segurança dos cordões de soldas em ligações submetidas às solicitações combinadas de arrancamento e cisalhamento, deve-se comprovar a equação de interatividade abaixo.



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

$$\tau_{res} = \sqrt{\frac{(F_{ts})^2}{A_{efet}} + \frac{(Q_s)^2}{A_{efet}}}$$

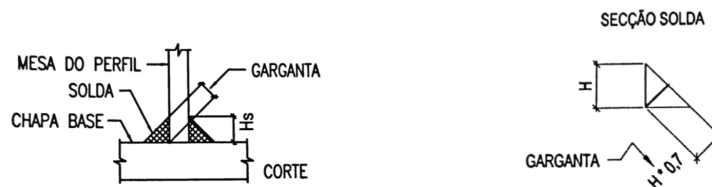
Onde:

τ_{res} → Tensão solicitante de cálculo < τ_{rd} → Tensão resistente de solda

A_{efet} → Área efetiva do cordão de solda;

A área efetiva do cordão de solda é o produto do comprimento efetivo de solda com a garganta da solda e a quantidade de cordões por mesa.

Define-se garganta efetiva como a distância mínima da raiz da junta a sua face.



Obs:

$H = H_s$

A altura da solda “H” deve ser igual a menor espessura das partes soldadas. A menor espessura em questão será da mesa do perfil de 4,75 mm tendo garganta efetiva de 3,32 mm.

O comprimento total da solda será duas vezes o comprimento da mesa do perfil utilizado na parte externa mais duas vezes o comprimento da parte interior da mesa, como foi utilizado para os banzos o perfil U150X50X4,75, sua face externa possui 5,0 cm de comprimento e a face interna possui 4,25 cm de comprimento

$$d_s = 2 \cdot 5,0 + 2 \cdot (4,25) \rightarrow d_s = 18,5 \text{ cm}$$

$$F_{ts} = \frac{7951}{3} + \frac{0,0}{18,8} \rightarrow F_{ts} = 2650 \text{ kgf}$$

$$A_{efet} = (18,5) \cdot 3,32 \rightarrow A_{efet} = 61,51 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{res} = \sqrt{\frac{(F_{ts})^2}{A_{efet}} + \frac{(Q_s)^2}{A_{efet}}} \rightarrow \tau_{res} = \sqrt{\frac{(2650)^2}{61,51} + \frac{(0,0)^2}{61,51}} \rightarrow \tau_{res} = 337,91 \text{ kgf/cm}^2$$

Considerando que a solda possui uma tensão resistente $\tau_{rd} = 800,0 \text{ kgf/cm}^2$



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

$$\tau_{res} \leq \tau_{rd} \rightarrow 337,91 \leq 800,00 \text{ OK!! ATENDE}$$

14 – Orientações gerais.

Consideramos que a fabricação e a montagem da estrutura serão realizadas no canteiro de obras da instalação da cobertura de aço. Caso esta estrutura seja fabricada em outro local deve-se ter atenção especial ao tipo de transporte escolhida, normalmente por via terrestre, assim as peças já montadas devem possuir dimensões e pesos compatíveis com a capacidade dos veículos utilizados.

No caso de transporte os arcos da estrutura necessitarão de corte, assim, devem ser totalmente montados nas dimensões originais e, depois efetuar os cortes nas dimensões e peso apropriados ao tipo de veículo que irá transportá-las até ao canteiro de obras, as peças devem ser devidamente travadas e se necessário for, marcar as peças para que não haja confusão quando da união destas. Na montagem destas peças onde houve o corte e as peças serão montadas soldar junto talas com larguras das mesas e alma do perfil com pelo menos 300 mm de comprimento, 150 mm de cada lado do corte, com chapas de espessura igual ou superior às do perfil cortado.

Os maiores problemas de galpões estão na fase de montagem, sendo requerida uma atenção especial, pois os conjuntos de contraventos não estão devidamente montadas e o risco de tombamento é grande, assim fazemos as seguintes orientações.

Montar a estrutura por blocos, ou seja, monta-se quatro pilares que deverão ser interligados, com instalação das terças de cobertura, contraventos verticais e horizontais.

O material escolhido dos perfis dobrados a frio que compõem toda a estrutura de aço devem obedecer a norma brasileira NBR 6650 GR-CF30, que possui limite de escoamento de 3058,1 kgf/cm². Assim, na aquisição dos materiais EXIGIR E SOLICITAR do fornecedor certificado de qualidade atestando que o material é o escolhido para este projeto.

A depender do custo e disponibilidade os perfis dobrados a frio, com material fabricado de acordo com a NBR 6650 GR-CF30, podem ser substituídos pelos por materiais resistentes a corrosão de acordo com as normas USI-SAC 300. Este material possui limite de escoamento semelhante ao escolhido.

O mesmo certificado de qualidade deve ser solicitado para os demais perfis, e acessórios.

As soldas dos elementos devem preferencialmente ser com eletrodo revestido E60XX, sendo obrigatório o uso deste eletrodo nas soldas que compõem o pilar.



Relatório

Cobertura de aço – Galpão em estrutura de aço para eventos

As soldas devem ter garganta efetiva de no mínimo a espessura da chapa mais fina que está sendo soldada. Devem ser realizadas em todo o contorno e comprimento da peça.

Para o cálculo da placa de base e dos chumbadores levou-se em consideração que a resistência de compressão f_{ck} do concreto da fundação de 2,0 kN/cm².

Na fixação das telhas a recomendação é de quatro (4) parafusos de fixação para cada telha e terça e de dois (2) parafusos por metro linear de telha na linha de costura telha com tela.

15 – CONCLUSÃO

Após todas as análises realizada no modelo estrutural, não verificou nenhuma inconsistência e todas a verificações conforme as normas brasileiras foram aprovadas. O projeto de cobertura de aço multiuso da Prefeitura Municipal de Carvalhos, encontra-se aprovado para fabricação e montagem, seguindo as orientações desta memória de cálculo e projeto executivo que acompanha este documento.

Henderson Alexandre Ribeiro
Engenheiro Mecânico
CREA-MG 83889