|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **REV.** | **DATA** | **POR** | **VER.** | **APR.** | **AUT.** | **EMISSÃO** | **DESCRIÇÃO DE REVISÕES** |
| 0 | 17/01/2022 | LHS | FMC | THA | ABC | C | PARA CONHECIMENTO |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**SUMÁRIO**

**ITEM DESCRIÇÃO PÁGINA**

[1.0 OBJETIVO E DESCRIÇÃO GERAL 3](#_Toc93321285)

[2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIa 3](#_Toc93321286)

[3.0 NORMAS UTILIZADAS 3](#_Toc93321287)

[4.0 software utilizado 4](#_Toc93321288)

[5.0 mATERIAIS 4](#_Toc93321289)

[6.0 Esquema estrutural 4](#_Toc93321290)

[7.0 carregamentos 6](#_Toc93321291)

[8.0 CARGAS E COMBINAÇÕES 8](#_Toc93321292)

[9.0 aplicação de cargas 10](#_Toc93321293)

[10.0 análise de Deslocamento 15](#_Toc93321294)

[11.0 CAPACIDADE DE UTILIZAÇÃO 17](#_Toc93321295)

[12.0 verificação das ligações existentes 20](#_Toc93321296)

[13.0 LIGAÇÕES das vigas em balanço 21](#_Toc93321297)

[14.0 resulTAdos 22](#_Toc93321298)

[15.0 lista de perfis 23](#_Toc93321299)

[16.0 CONCLUSÃO 23](#_Toc93321300)

[17.0 RECOMENDAÇÕES 23](#_Toc93321301)

[18.0 Anexo a – utilização das barras 23](#_Toc93321302)

1. OBJETIVO E DESCRIÇÃO GERAL

Este relatório tem por objetivo apresentar o dimensionamento estrutural da plataforma para manutenção do tambor da 0121-TR-05, a ser implantada na área de Planta de Beneficiamento de Minério de Ferro da Anglo American, unidade de Conceição do Mato Dentro - MG.

A estrutura foi avaliada considerando os casos mais críticos de carregamento.

Os resultados foram obtidos via simulação computacional pelo Método dos Elementos Finitos (FEM).

1. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIa

Para referência, cálculos e dimensionamento foram utilizados os seguintes documentos:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ITEM** | **TÍTULO** | **Nº ANGLO AMERICAN** |
|  | PROJETO BÁSICO – MODIFICAÇÃO DA BASE DO TAMBOR DA 0121-TR-05 | 0121-13-33250 |
|  | TORRE DE ESTICAMENTO - DIAGRAMA DE MONTAGEM - TRANSPORTADOR DE CORREIA 0121-TR-05 (1800) | DM-200130-A2917 |
|  | TORRE DE ESTICAMENTO - DIAGRAMA DE MONTAGEM - TRANSPORTADOR DE CORREIA 0121-TR-05 (1800) | DM-200130-A2918 |
|  | TORRE DE ESTICAMENTO - COLUNAS – DETALHES - TRANSPORTADOR DE CORREIA 0121-TR-05 (1800) | DM-200130-A2919 |
|  | TORRE DE ESTICAMENTO - VIGAS – DETALHES - TRANSPORTADOR DE CORREIA 0121-TR-05 (1800) | DM-200130-A2925 |

***Tabela 1****: Documentos de referência*

1. NORMAS UTILIZADAS

* NBR-8800/2008 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios
* NBR-6120/2019 – Cargas para Cálculo de Estruturas e Edifícios
* NBR-6123/1988 – Forças Devidas ao Vento em edificações
* ANSI AISC 360/2016 – Specification for Structural Steel Buildings
* AWS D1.1/2020 – Strutctural Welding Code
* ASTM – American Society For Testing And Material

1. software utilizado

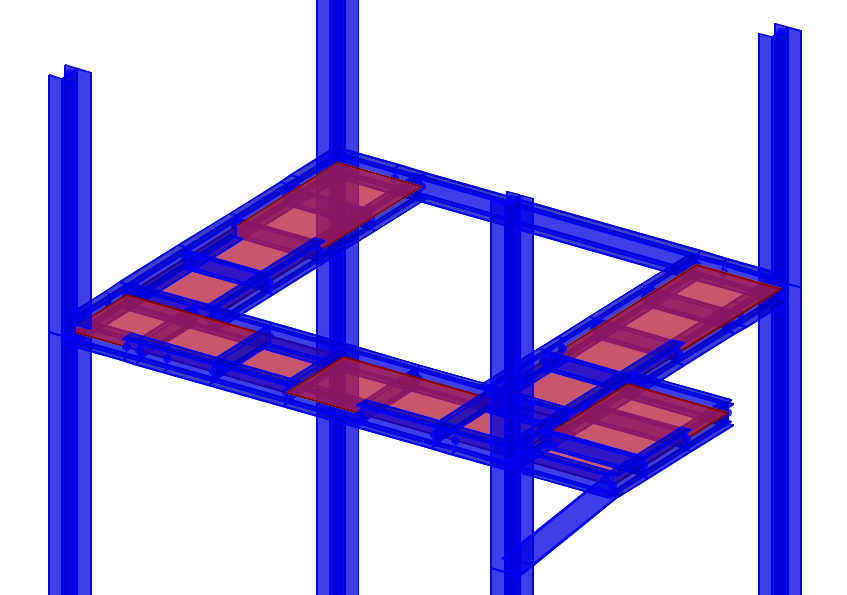
Foi utilizado o programa de dimensionamento eletrônico SAP2000 v23.0.0. para determinação dos esforços atuantes nas barras e seus respectivos dimensionamentos.

1. mATERIAIS

* Perfis W: ASTM A572 Gr.50;
* Perfil “U”: ASTM A 36;
* Chapa expandida.

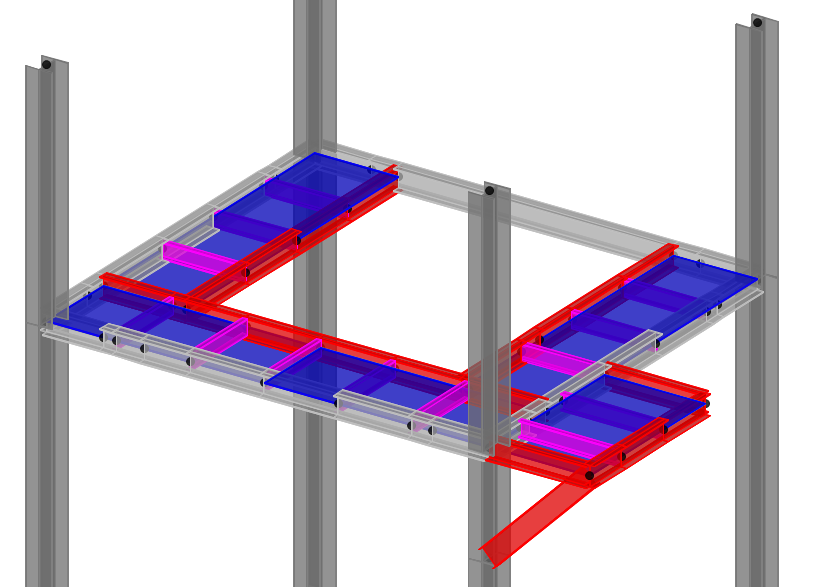
1. Esquema estrutural

A Figura 1 apresenta a plataforma para manutenção do tambor da 0121-TR-05. A Figura 2 apresenta os perfis utilizados.



***Figura 1****: Esquema estrutural- plataforma*

* 1. DEFINIÇÃO DOS PERFIS



**Figura 2:** *Esquema estrutural – cobertura*

* Perfil W200 x 15,0 kg/m;
* Perfil existente (W200 x 26,6 kg/m e HP 250 x 62,0 Kg/m);
* Perfil “U” 6”;
* Chapa expandida;

1. carregamentos
   1. Peso Próprio dos perfis metálicos (PP)

Calculado automaticamente via software SAP2000.

* 1. SOBRECARGA (SC) conforme NBR 6120

Aplicada 300 kgf/m² sobre toda cobertura.

* 1. Peso próprio do guarda corpo (GC)

Aplicada uma carga de 28,64 Kg/m sobre o local dos guarda corpos para representar seu peso próprio

* 1. vento conforme NBR 6123

Parâmetros adotados:

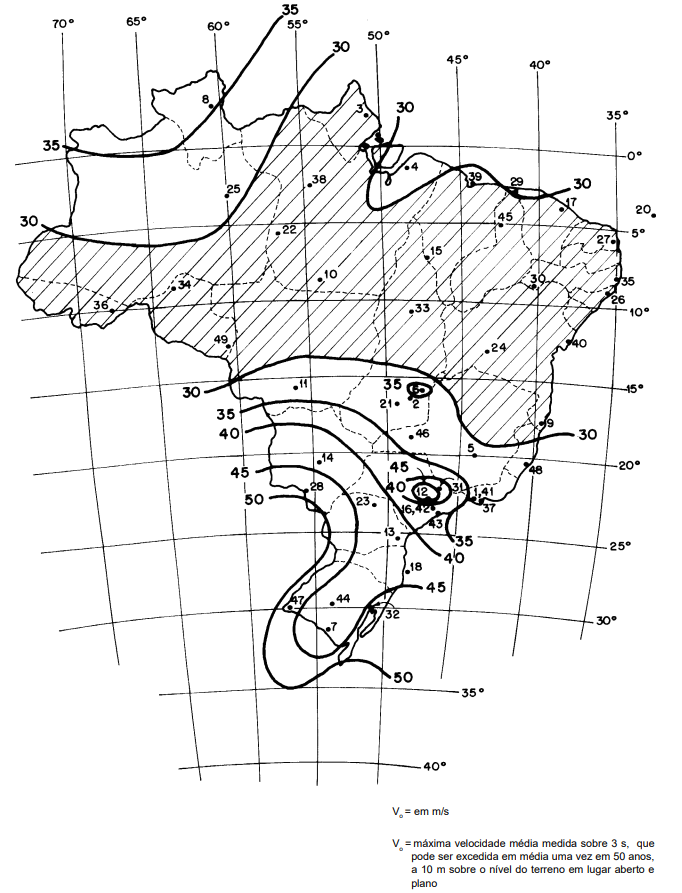
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Velocidade Característica Vo (m/s)** | Figura 6 | 35 |
| **Fator Topográfico (S1)** | Terrenos Planos | 1 |
| **Categoria/Classe (S2)** | Áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas com maior dimensão < 20m. | 4A |
| **Fator Estatístico (S3)** | Edificações e instalações industriais | 0,95 |

***Tabela 2****: Parâmetros adotados*

Características da estrutura:

|  |  |
| --- | --- |
| **Plataforma** | - |
| **a (m)** | 4,4 |
| **b (m)** | 3,95 |
| **h (m)** | 16,78 |

***Tabela 3:*** *Características da estrutura*



***Figura 3****: Mapa de vento (NBR 6123)*

* + 1. Coeficientes de forças – NBR 6123:

Para cálculo da carga de vento aplicada nos perfis da estrutura, foi considerado o coeficiente de forças para cada seção. A tabela 4 apresenta as forças aplicadas.





***Figura 4****: Coeficiente de forças – (6123)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Perfil W 200 x 26,6 | | Perfil HP 200 x 26,6 | Perfil W 200 X 15 | | | | Perfil U 6" | | |  |
|  | 4,40 m | 3,95 m | 2,34 m | 4,4 m | 1,00 m | 2,75 m | 1,70 m | 0,83 m | 0,83 m | 1,00 m |  |
| Fx (Kg/m) | 83,19 | 77,45 | 65,98 Kg/m | 83,19 | 63,11 | 77,45 | 65,98 | 98,61 | 98,61 | 98,61 | 0° |
| Fy (Kg/m) | 0,00 | 0,00 | 0,00 Kg/m | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fx (Kg/m) | 0,00 | 0,00 | 0,00 Kg/m | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 90° |
| Fy (Kg/m) | 98,79 | 98,79 | 78,35 Kg/m | 102,19 | 78,35 | 98,79 | 91,97 | 29,04 | 29,04 | 29,04 |

***Tabela 4****: Casos de carga*

1. CARGAS E COMBINAÇÕES
   1. cASOS DE CARGAS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TABLE: Load Pattern Definitions** | | | |
| **LoadPat** | **DesignType** | **SelfWtMult** | **AutoLoad** |
| PP | Dead | 1 |  |
| SC | Live | 0 |  |
| V0 | Wind | 0 | None |
| V90v | Wind | 0 | None |
| V90h | Wind | 0 | None |

***Tabela 5****: Casos de carga*

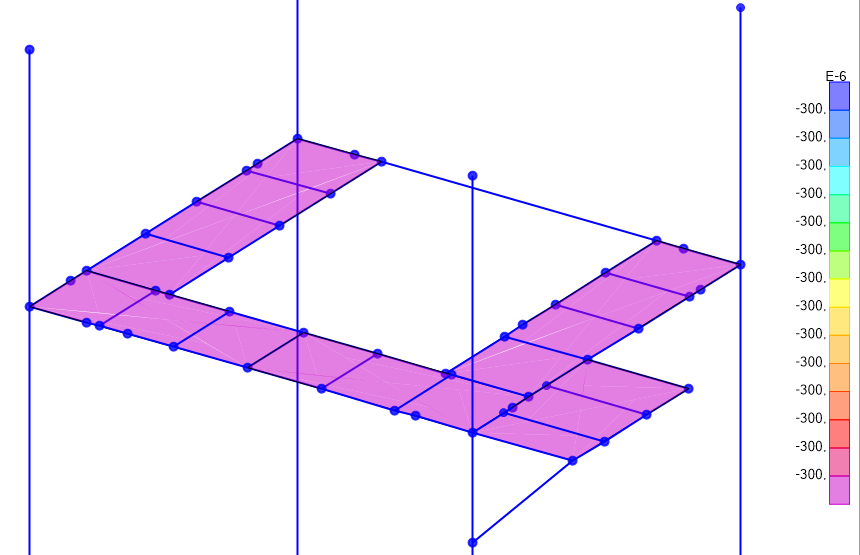
* 1. COMBINAÇÕES DE CARGAS

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABLE: Combination Definitions** | | | | | |
| **ComboName** | **ComboType** | **AutoDesign** | **CaseType** | **CaseName** | **ScaleFactor** |
| **Text** | **Text** | **Yes/No** | **Text** | **Text** | **Unitless** |
| COMB1 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1,25 |
| GC | 1,25 |
| SC | 1,5 |
| COMB2 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| V90v | 1,4 |
| COMB3 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| V0 | 1,4 |
| COMB4 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| V90h | 1,4 |
| COMB5 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1,25 |
| GC | 1,25 |
| SC | 1,5 |
| V90v | 0,84 |
| COMB6 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1,25 |
| GC | 1,25 |
| SC | 1,5 |
| V0 | 0,84 |
| COMB7 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1,25 |
| GC | 1,25 |
| SC | 1,5 |
| V90h | 0,84 |
| COMB8 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| V0 | 1,4 |
| GC | 1 |
| SC | 1,2 |
| COMB9 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| V90v | 1,4 |
| GC | 1 |
| SC | 1,2 |
| COMB10 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| V90h | 1,4 |
| GC | 1 |
| SC | 1,2 |
| COMB11 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| SC | 1 |
| GC | 1 |
| COMB12 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| V0 | 1 |
| COMB13 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| V90v | 1 |
| COMB14 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| V90h | 1 |
| COMB15 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| SC | 1 |
| V90v | 1 |
| COMB16 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| SC | 1 |
| V0 | 1 |
| COMB17 | Linear Add | No | NonLin Static | PP | 1 |
| GC | 1 |
| SC | 1 |
| V90h | 1 |

***Tabela 6****: Combinações de carga*

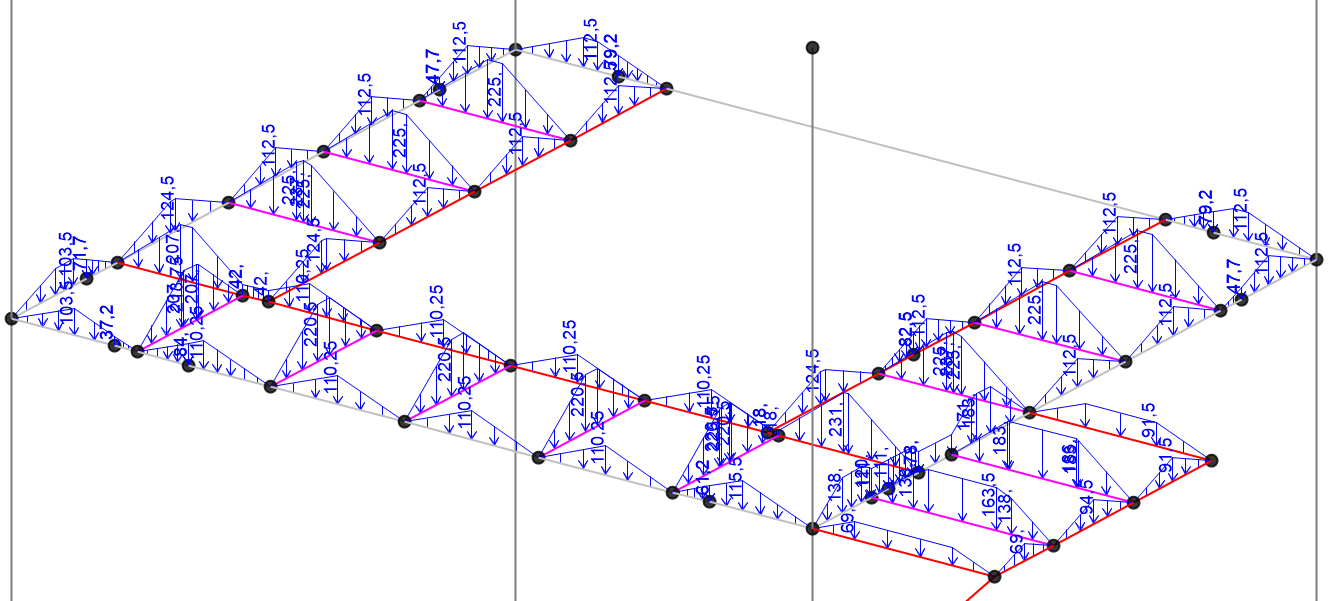
1. aplicação de cargas
   1. sobrecarga variável (sc)

Cargas em kgf/m² nas áreas são apontadas na Figura 5.



**Figura 5**: Aplicação de carga – Sobrecarga piso (Kgf/m²)

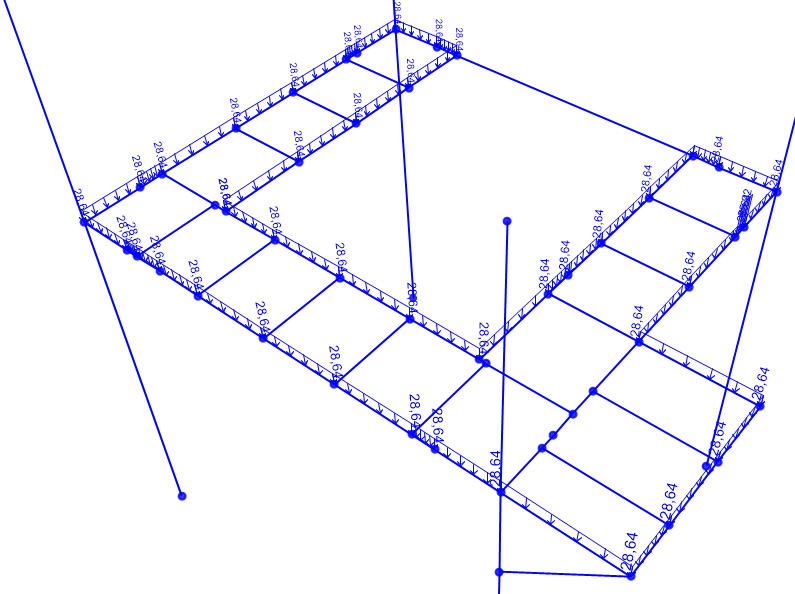
A Figura 9 apresenta a distribuição da sobrecarga nas vigas de piso.



***Figura 6****: Distribuição da Sobrecarga nas terças de cobertura (kgf/m²)*

* 1. Peso próprio do guarda corpo (GC)

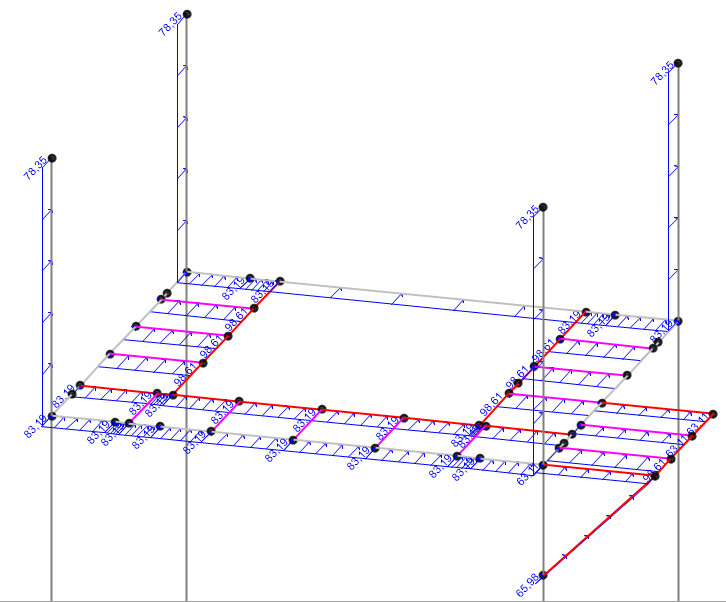
A Figura 7 apresenta a aplicação da carga dos guarda corpos sobre os perfis.



***Figura 7****: Aplicação de carga – Guarda corpo (*Kgf/m²)

* 1. Vento v0°

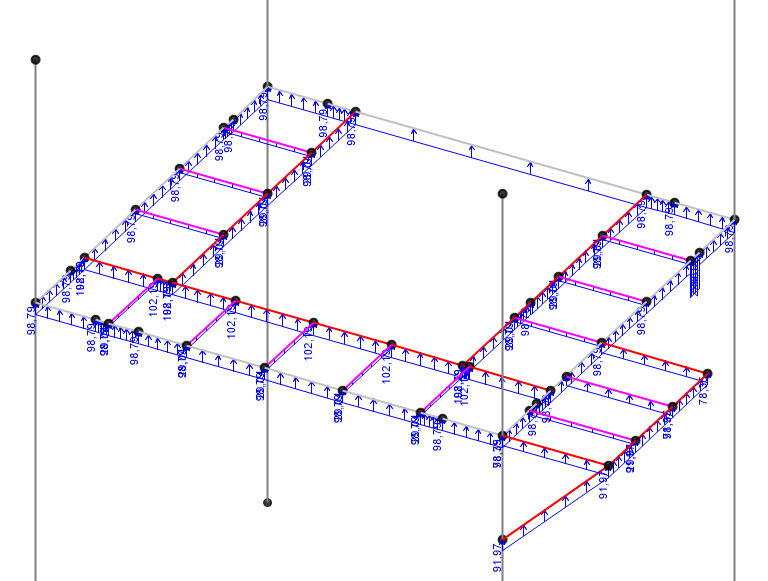
A Figura 8 apresenta a aplicação da carga de vento 0° na estrutura.



***Figura 8****: Aplicação de carga – Vento (*Kgf/m²)

* 1. Vento v90° v

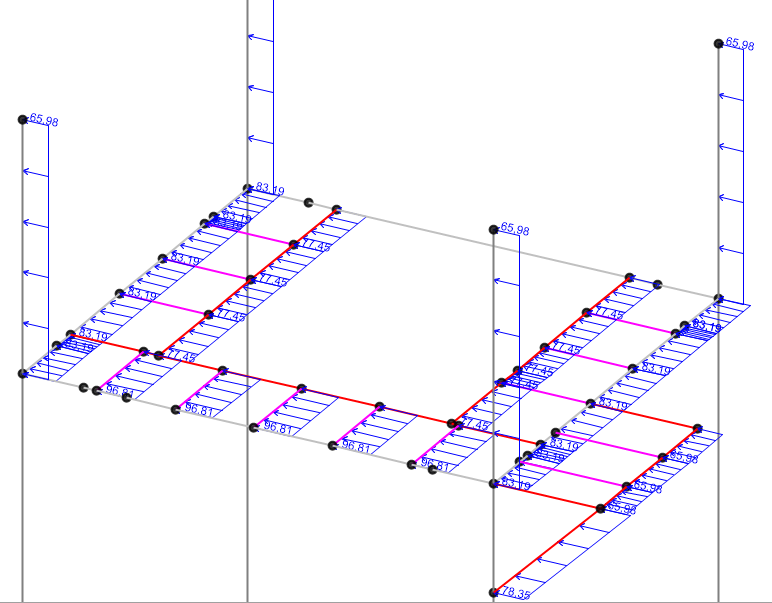
A Figura 9 apresenta a aplicação da carga de vento 90° V na estrutura.



***Figura 9****: Aplicação de carga – Vento (*Kgf/m²)

* 1. Vento v90° H

A Figura 10 apresenta a aplicação da carga de vento V90° H na estrutura.



***Figura 10****: Aplicação de carga – Vento (*Kgf/m²)

1. análise de Deslocamento
   1. deslocamento admissíveis

Para verificação das deformações foram realizadas as seguintes análises de acordo com cada vão conforme NBR 8800, tabela C.1 – Deslocamentos máximos;

* Deslocamento admissível vigas de piso:
* Deslocamento admissível vigas de piso em balanço:
  1. Tabela de deslocamentos

A tabela abaixo, apresenta os maiores deslocamentos existentes na estrutura.

**Tabela 7** - Deslocamentos máximos.

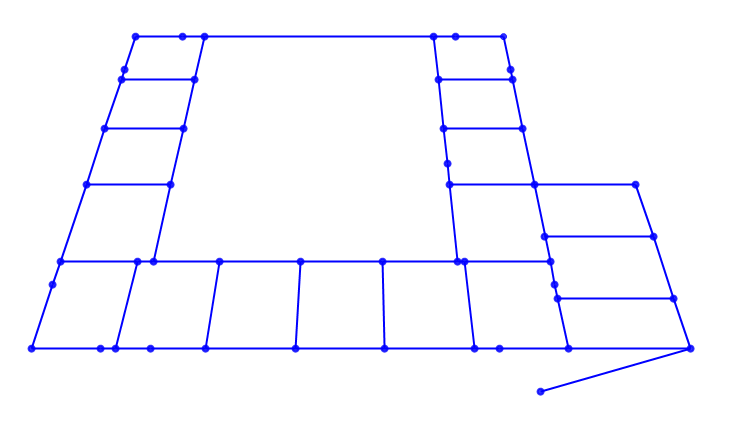
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABLE: Joint Displacements** | | | | | | | |
| **Joint** | **OutputCase** | **U1 (mm)** | **U2 (mm)** | **U3 (mm)** | **R1 (Rad)** | **R2 (Rad)** | **R3 (Rad)** |
| 17 | COMB11 | -0,093857 | 0,058929 | -6,472535 | 0,000061 | 0,007039 | -0,00000579 |
| 17 | COMB13 | 0,03114 | -0,025622 | 2,160764 | -0,000022 | -0,002487 | 0,000002156 |
| 25 | COMB17 | 0,059865 | 5,690056 | -0,334155 | 0,000105 | 0,00022 | 0,000485 |

* + 1. Análise do deslocamento da viga de piso:

Considerando o caso mais crítico ponto 17: **Aprovado!**

* + 1. Análise do deslocamento da viga de piso em balanço:

Considerando o caso mais crítico ponto 25: **Aprovado!**



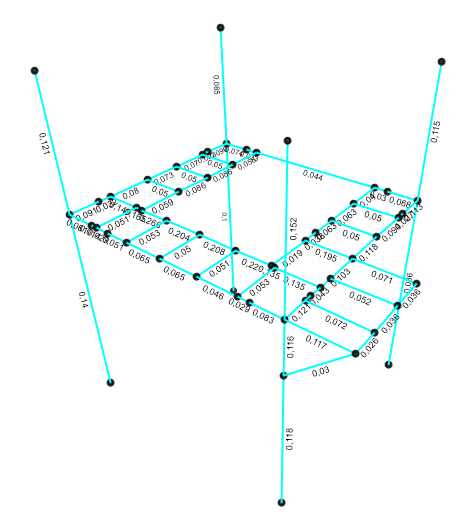
25

17

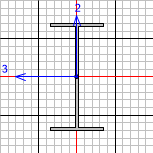
***Figura 11****: Pontos de deslocamentos mais críticos*

1. CAPACIDADE DE UTILIZAÇÃO

No anexo A, são apresentadas todas as barras que compõem a estrutura, assim como seus respectivos fatores de utilização, conforme Norma ANSI AISC 360/2016, em cada uma das combinações.



**Figura 12**: Utilização das barras - Steel Frame



***Figura 13:*** *Seção do perfil mais solicitado Steel Frame*

AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : Kgf, m, C

Frame : 83 X Mid: 0,83 Combo: COMB6 Design Type: Beam

Length: 0,735 Y Mid: 1,873 Shape: W200X15 Frame Type: SMF

Loc : 0, Z Mid: 0, Class: Non-Compact Princpl Rot: 0, degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis

D/C Limit=0,95 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed

AlphaPr/Py=0, AlphaPr/Pe=9E-05 Tau\_b=1, EA factor=0,8 EI factor=0,8

PhiB=0,9 PhiC=0,9 PhiTY=0,9 PhiTF=0,75

PhiS=0,9 PhiS-RI=1, PhiST=0,9

A=0,002 I33=1,280E-05 r33=0,082 S33=1,280E-04 Av3=8,683E-04

J=0, I22=0, r22=0,021 S22=1,740E-05 Av2=8,640E-04

Ae=0,002 Se33=1,280E-04 Se22=1,740E-05

E=2,039E+10 Fy=35153481,3 Ry=1,1 z33=1,450E-04 Cw=0,

RLLF=1, Fu=45699525,7 z22=2,720E-05

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB6)

Location Pu Mu33 Mu22 Vu2 Vu3 Tu

0, -27,77 830,529 -9,239 84,236 -42,755 0,842

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio: 0,194 = 0, + 0,183 + 0,011

= (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

COMPACTNESS

Slenderness Lambda Lambda\_p Lambda\_r Lambda\_s Compactness

Major/Flange 9,597 9,152 24,083 Non-Compact

/Web 40,37 90,553 137,274 232, Compact

Minor/Flange 9,597 9,152 24,083 Non-Compact

/Web 40,37 90,553 137,274 232, Compact

Axial/Flange 9,597 13,487 Compact

/Web 40,37 35,884 Slender

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

Factor L K1 K2 B1 B2 Cm

Major Bending 1, 1, 1, 1, 1, 1,

Minor Bending 1, 1, 1, 1, 1, 1,

Lltb Kltb Cb

LTB 1, 1, 1,042

Pu phi\*Pnc phi\*Pnt

Force Capacity Capacity

Axial -27,77 54289,492 60428,834

Mu phi\*Mn phi\*Mn phi\*Mn

Moment Capacity No LTB Cb=1

Major Moment 830,529 4535,255 4535,255 4587,529

Minor Moment -9,239 846,385

SHEAR CHECK

Vu phi\*Vn Stress Status

Force Capacity Ratio Check

Major Shear 84,236 18223,565 0,005 OK

Minor Shear 42,755 19780,161 0,002 OK

**CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS**

VMajor VMajor

Left Right

Major (V2) 84,249 185,111

1. verificação das ligações existentes

Para verificação das soldas das ligações existentes, devem ser considerados as forças de tração nas vigas e os momentos gerados, quando aplicadas as cargas solicitadas para o cálculo da estrutura.

Para cálculo da resistência a tração da solda de filete:

s =

Para cálculo da resistência ao cisalhamento da solda de filete:

t =

* P= carga aplicada (Kgf);
* Lw = Comprimento efetivo da solda (m);
* Kw = Garganta efetiva da solda (m).

O fator de segurança de 0,3 deve ser aplicado a classificação de resistência de tensão do metal de adição, conforme a AWS D1-1. As tabelas a seguir apresentam os parâmetros utilizados para o cálculo.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Perfil W 200 x 15** | | **Dados solda** | | **Eletrodo E 7015/7016/7018** | | | | |
| d | 207,00 mm | Lw | 4,00 mm | Escoamento > | Tração > | Fs | Limite admissível | |
| bf | 133,00 mm | Kw | 680,00 mm | 400 MPa | 482 MPa | 0,3 | **120 MPa** | **145 MPa** |

***Tabela 8:*** *Dados para verificação da solda*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Frame | Joint | OutputCase | CaseType | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ | P |
| Text | Text | Text | Text | Kgf | Kgf | Kgf | Kgf-m | Kgf-m | Kgf-m | Kgf |
| 88 | A4 | COMB3 | Combination | **-413,14** | -28,95 | 212,63 | 0,06027 | **116,01** | 17,11 | **218,58** |

***Tabela 9:*** *Maior tração*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Frame | Joint | OutputCase | CaseType | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |
| Text | Text | Text | Text | Kgf | Kgf | Kgf | Kgf-m | Kgf-m | Kgf-m |
| 9 | A1 | COMB6 | Combination | -158,31 | 2,49 | **1744,41** | 2,87 | -989,08 | 0,6 |

***Tabela 10:*** *Maior força de cisalhamento*

Resistência a tração da solda de filete:

*P* =;

**P = 23526,98 Kgf**

Considerando o caso mais crítico perfil 88: Pmáx **Aprovado!**

Resistência ao cisalhamento da solda de filete:

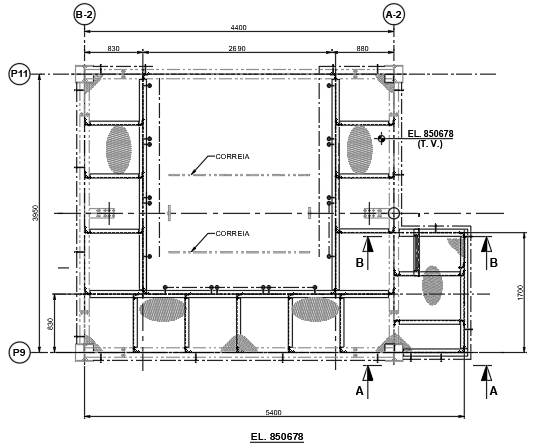
*P* =;

**P = 28350,01 Kgf**

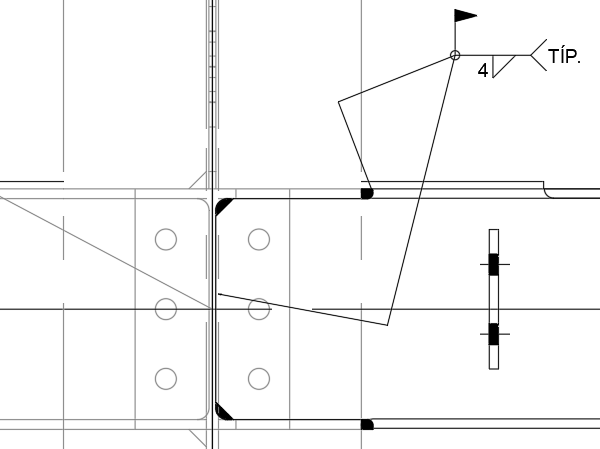
Considerando o caso mais crítico perfil 9: Pmáx **Aprovado!**

1. LIGAÇÕES das vigas em balanço

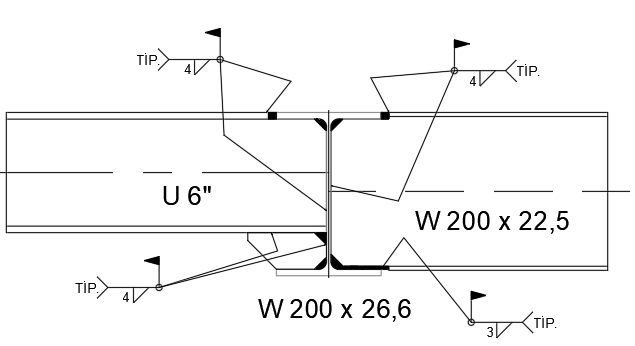
A plataforma em balanço deve ser fixada conforme indicado nas figuras 15 e 16.



***Figura 14:*** *Planta - EL. 850678*



***Figura 15:*** *Vista A-A – Ligação da plataforma em balanço*



***Figura 16:*** *corte B-B – Ligação da plataforma em balanço*

1. resulTAdos

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Resultados – Perfis** | | | | | |
| **Item** | **Critério de aprovação** | **Valor admissível** | **Valor calculado** | **Utilização** | **Resultado** |
| Estrutura | Limite de utilização (% Fat. de Segurança) | 1 | 0,194 | 19% | Aprovado |
| Viga de piso | Deslocamento máximo (mm) | 12,6 | 6,47 | 51% | Aprovado |
| Viga de piso em balanço | Deslocamento máximo (mm) | 5,7 | 0,33 | 6% | Aprovado |
| **Resultados – Solda** | | | | | |
| Solda de filete | Tração (Kgf) | 23526,98 | 218,58 | 1% | Aprovado |
| Cisalhamento (Kgf) | 28350,01 | 1744,41 | 6% | Aprovado |

***Tabela 11:*** *Resultados*

1. lista de perfis

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **LISTA DE MATERIAIS** | | | | |
| **Section** | **ObjectType** | **NumPieces** | **TotalLength** | **TotalWeight** |
| **Text** | **Text** | **Unitless** | **m** | **Kgf** |
| HP250X62 (existente) | Frame | 9 | 25,34 | 1591,16 |
| W200X15 | Frame | 23 | 15,75421 | 236,18 |
| W200X26.6 (existente) | Frame | 28 | 16,7 | 444,36 |
| C150X12.2 | Frame | 13 | 11,13 | 134,53 |
| CH. EXPANDIDA 6,35 | Area |  |  | 234,59 |
|  |  |  | Total | 2640,82 |

***Tabela 12:*** *Lista de materiais*

1. CONCLUSÃO

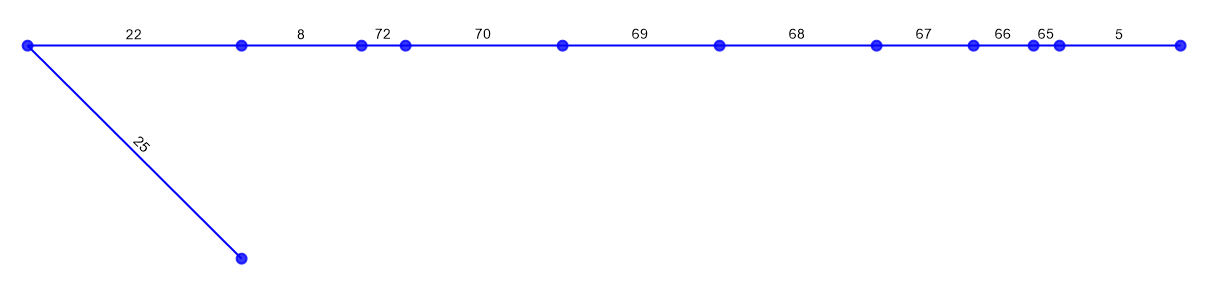
* Não foram identificadas tensões ou deslocamentos acima dos valores admissíveis para todas as condições de carregamentos e materiais aplicados na análise. A estrutura está APROVADA para as condições apresentadas.
* A tensão limite considerada foi obtida a partir da tensão limite admissível conforme a norma AISC.
* O deslocamento limite considerado foi obtido a partir do deslocamento limite admissível conforme a norma ABNT.

1. RECOMENDAÇÕES

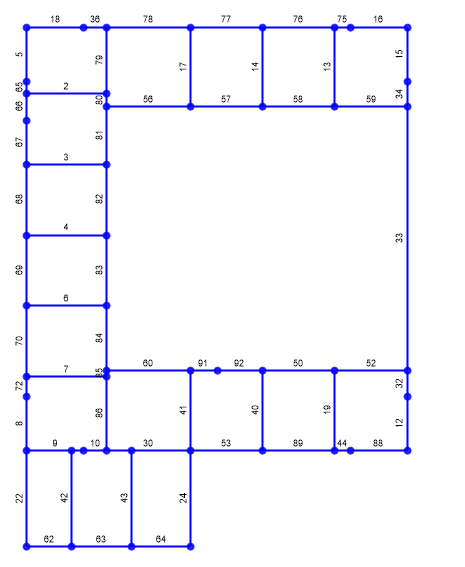
* Não submeter o dispositivo a cargas acima do especificado neste documento.
* Não a utilizar em condições diferentes das apresentadas no presente documento.
* Em caso de modificações futuras ou condições de uso não previstas neste relatório, a estrutura deverá ser reavaliada em um novo documento ou revisão deste.
* Gerar plano de inspeção e plano de manutenção.

1. Anexo a – utilização das barras

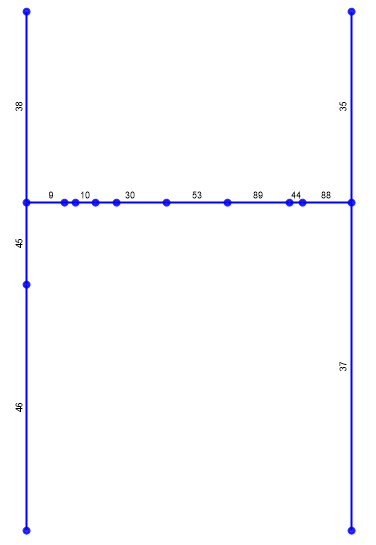
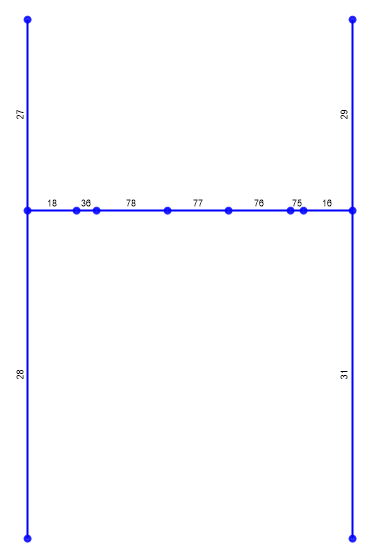
As figuras a seguir apresentam os números dos *Frames* para identificação na Tabela A1.



***Figura A1:*** *Perfis.*



***Figura A2:*** *Perfis.*



***Figura A3:*** *Perfis*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-16** | | | | | | | |
| **Frame** | **DesignSect** | **DesignType** | **Status** | **Ratio** | **RatioType** | **Combo** | **Location** |
| 5 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,061115 | PMM | COMB10 | 0 |
| 8 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,082925 | PMM | COMB10 | 0,566 |
| 9 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,121112 | PMM | COMB7 | 0 |
| 12 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,067692 | PMM | COMB10 | 0 |
| 15 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,073717 | PMM | COMB10 | 0,566 |
| 16 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,096471 | PMM | COMB10 | 0 |
| 18 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,090611 | PMM | COMB7 | 0,591 |
| 22 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,117282 | PMM | COMB4 | 0 |
| 24 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,070651 | PMM | COMB7 | 1 |
| 25 | W200X15 | Brace | No Messages | 0,030364 | PMM | COMB8 | 0,70711 |
| 30 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,102944 | PMM | COMB6 | 0,87 |
| 32 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,029736 | PMM | COMB10 | 0,264 |
| 33 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,044084 | PMM | COMB8 | 2,74 |
| 34 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,032588 | PMM | COMB10 | 0 |
| 36 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,044266 | Major Shear | COMB6 | 0,239 |
| 2 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,050811 | PMM | COMB10 | 0,415 |
| 3 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,053299 | PMM | COMB10 | 0,415 |
| 4 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,049552 | PMM | COMB10 | 0,415 |
| 6 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,05139 | PMM | COMB10 | 0,415 |
| 7 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,052927 | PMM | COMB10 | 0,415 |
| 13 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,05024 | PMM | COMB8 | 0,415 |
| 14 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,05023 | PMM | COMB8 | 0,415 |
| 17 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,050252 | PMM | COMB8 | 0,415 |
| 19 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,050369 | PMM | COMB8 | 0,415 |
| 40 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,050401 | PMM | COMB8 | 0,415 |
| 41 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,194755 | PMM | COMB10 | 0,83 |
| 42 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,071569 | PMM | COMB8 | 0,5 |
| 43 | C150X12.2 | Beam | No Messages | 0,051702 | PMM | COMB8 | 0,5 |
| 44 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,02975 | Major Shear | COMB7 | 0 |
| 50 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,062694 | PMM | COMB10 | 0 |
| 52 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,039932 | PMM | COMB7 | 0 |
| 53 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,118401 | PMM | COMB7 | 0 |
| 56 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,058717 | PMM | COMB7 | 0,87 |
| 57 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,08583 | PMM | COMB7 | 0,75 |
| 58 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,085905 | PMM | COMB7 | 0 |
| 59 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,0556 | PMM | COMB7 | 0 |
| 60 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,018638 | PMM | COMB10 | 0,435 |
| 62 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,025766 | PMM | COMB10 | 0,46 |
| 63 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,035703 | PMM | COMB10 | 0,63 |
| 64 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,03577 | PMM | COMB10 | 0 |
| 65 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,018482 | Major Shear | COMB6 | 0 |
| 66 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,028797 | PMM | COMB10 | 0,28 |
| 67 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,051074 | PMM | COMB10 | 0,455 |
| 68 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,065093 | PMM | COMB10 | 0,735 |
| 69 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,064692 | PMM | COMB10 | 0 |
| 70 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,046122 | PMM | COMB7 | 0 |
| 72 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,029185 | PMM | COMB10 | 0 |
| 75 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,023406 | PMM | COMB10 | 0,159 |
| 76 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,069938 | PMM | COMB10 | 0,75 |
| 77 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,072611 | PMM | COMB10 | 0,375 |
| 78 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,079733 | PMM | COMB10 | 0,87 |
| 79 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,149157 | PMM | COMB7 | 0,69 |
| 80 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,165188 | PMM | COMB7 | 0,14 |
| 81 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,268446 | PMM | COMB10 | 0 |
| 82 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,204362 | PMM | COMB7 | 0,735 |
| 83 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,207924 | PMM | COMB7 | 0 |
| 84 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,219613 | PMM | COMB10 | 0,675 |
| 85 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,135472 | PMM | COMB7 | 0,06 |
| 86 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,135416 | PMM | COMB7 | 0 |
| 88 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,112917 | PMM | COMB10 | 0,591 |
| 89 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,093668 | PMM | COMB10 | 0 |
| 91 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,037771 | PMM | COMB10 | 0,275 |
| 92 | W200X15 | Beam | No Messages | 0,062654 | PMM | COMB10 | 0,475 |
| 10 | W200X26.6 | Beam | No Messages | 0,060279 | Major Shear | COMB6 | 0 |
| 27 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,121229 | PMM | COMB10 | 2,335 |
| 28 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,140497 | PMM | COMB10 | 0 |
| 29 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,084623 | PMM | COMB4 | 2,335 |
| 31 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,100384 | PMM | COMB10 | 0 |
| 35 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,115333 | PMM | COMB10 | 2,335 |
| 37 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,085902 | PMM | COMB4 | 0 |
| 38 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,152206 | PMM | COMB10 | 2,335 |
| 45 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,116403 | PMM | COMB10 | 1 |
| 46 | HP250X62 | Column | No Messages | 0,118005 | PMM | COMB10 | 0 |

***Tabela A1:*** *Utilização das barras - Steel Frame*