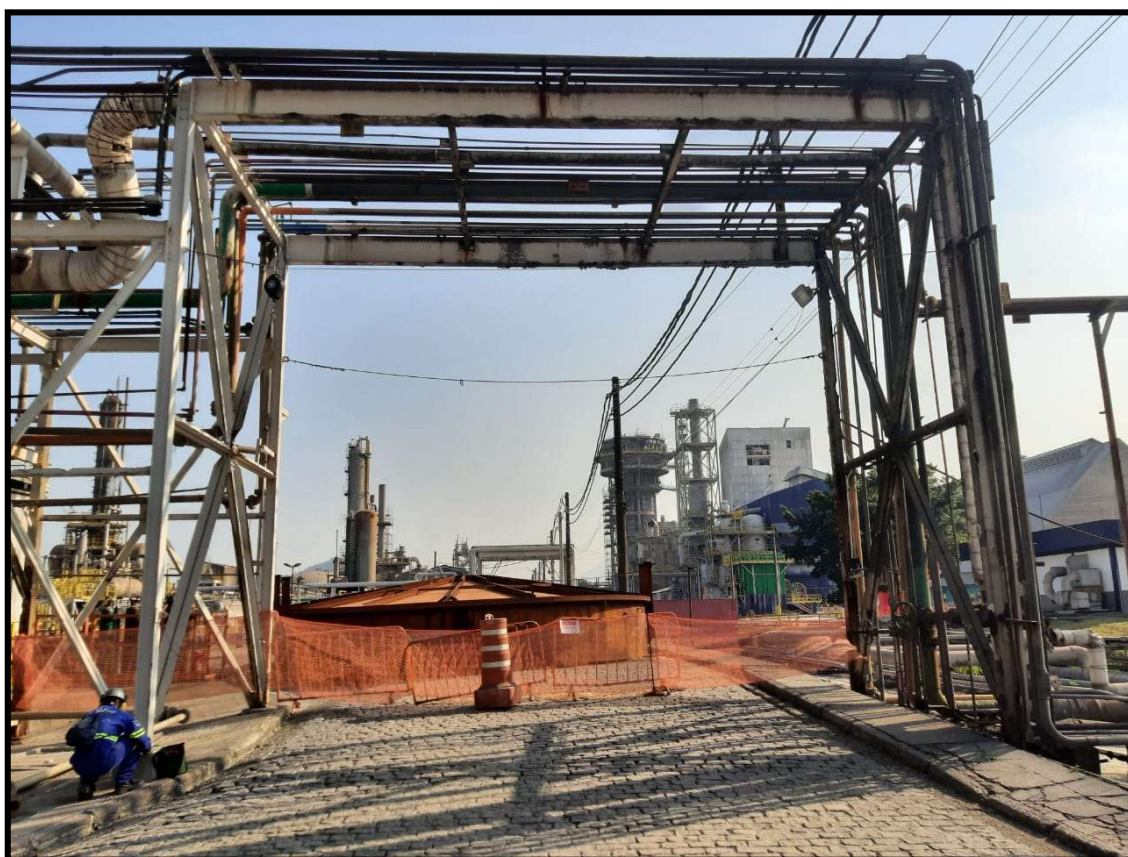


 A Engenharia das NRs		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 1
		Obra 10071	Revisão 0

CONERGE INSPEÇÃO E ENGENHARIA LTDA.

VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DE SUPORTE DO TRAVA-QUEDAS



FOSFÓRICO DESCARREGAMENTO FOSFÓRICO

Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br
Tel: (13) 3466-7187
Site: www.conerge-engenharia.com.br

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 3
		Obra 10071	Revisão 0

SUMÁRIO

1.0 OBJETIVO	4
2.0 REFERÊNCIAS NORMATIVAS	4
3.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
4.0 DISCLAIMER	4
5.0 ESCOPO DO SERVIÇO	5
6.0 DESENHO DE REFERÊNCIA	6
7.0 PROPRIEDADES DO MATERIAL	7
8.0 VINCULAÇÕES	7
9.0 MODELOS MATEMÁTICOS	8
9.1 ANÁLISE DO CABO DA LINHA DE VIDA (LV)	8
9.2 ANÁLISE DA ESTRUTURA METÁLICA	9
9.2.1 CASO 1 – ESTRUTURA METÁLICA CALCULADA SOB CARGA EQUIVALENTE A 600 KGF NO CABO DA LV	10
9.2.2 PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA METÁLICA	10
10.0 RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS	11
11.0 IMAGENS DOS RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS	12
12.0 VERIFICAÇÃO DA ZONA LIVRE DE QUEDA (ZLQ)	13
13.0 APÊNDICE: VERIFICAÇÃO DETALHADA DO PERFIL DA LV PELA NBR-8800	14
14.0 DADOS CONTRATUAIS	15
15.0 CONCLUSÃO	15
16.0 ANEXOS	16
16.1 A.R.T.	17

 A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 4
		Obra 10071	Revisão 0

1. OBJETIVO:

O objetivo das análises aqui documentadas foi avaliar o comportamento estrutural do suporte do trava-quedas da FOSFÓRICO DESCARREGAMENTO FOSFÓRICO, instalada na planta YARA – C UB-2 , localizada em Cubatão – SP , verificando os esforços atuantes na estrutura e a Zona Livre de Queda (ZLQ).

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS:

NR-35 – Trabalho em Altura

NR-18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção

NBR 14627–Equipamentos de Proteção Individual–Trava-queda guiado em linha rígida – Especificação e Método de Ensaio

NBR 8800 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço Concreto de Edifícios

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Guia prático para cálculo de linha de vida e restrição para a indústria da construção

/ José Carlos de Arruda Sampaio, Wilson Roberto Simon, Serviço Social da Indústria. – Brasília : SESI, 2017.

Os Cem Quilos! Spinelli, Luiz Eduardo, Ed. Do Autor - São Paulo – Brasil – 2017

Estruturas de Aço, Walter Pfeil, Michèle Pfeil, LTC, 8ª Edição – 2009

4. DISCLAIMER:

Todas as dimensões empregadas nas verificações deste documento foram fornecidas, confirmadas e são de responsabilidade exclusiva da CONERGE INSPEÇÃO E ENGENHARIA LTDA.

Os cálculos apresentados neste relatório correspondem à configuração apresentada nos desenhos, não levando em consideração corrosões, trincas, danos de impactos ou de qualquer outra natureza, exceto quando mencionado explicitamente.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP

E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br

Tel: (13) 3466-7187

Site: www.conerge-engenharia.com.br

 A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 5
		Obra 10071	Revisão 0

5. ESCOPO DO SERVIÇO

- Acompanhamento fotográfico da inspeção,
- Inspeção Visual para verificação de corrosão, trincas e desgastes,
- Realizar Inspeção dimensional dos Cabos de Aço,
- Realizar Inspeção Visual dos Esticadores de Cabos de Aço,
- Realizar Inspeção Visual dos Indicadores de Tensão,
- Realizar Inspeção Visual dos Absorvedores de Energia,
- Realizar Inspeção Visual dos Suportes Intermediários,
- Realizar Inspeção Visual das Curvas Metálicas,
- Realizar Inspeção Visual dos Pilares,
- Realizar Inspeção Visual das Placas de Ancoragens,
- Realizar Inspeção Visual dos Troles,
- Realizar Inspeção Visual das Manilhas,
- Realizar Inspeção Visual em Trava-Quedas,
- Verificar as evidências das inspeções periódicas realizadas nos Sistemas de Linha de Vida,
- Verificar se os itens e subitens obrigatórios da NR-35 estão sendo atendidos.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

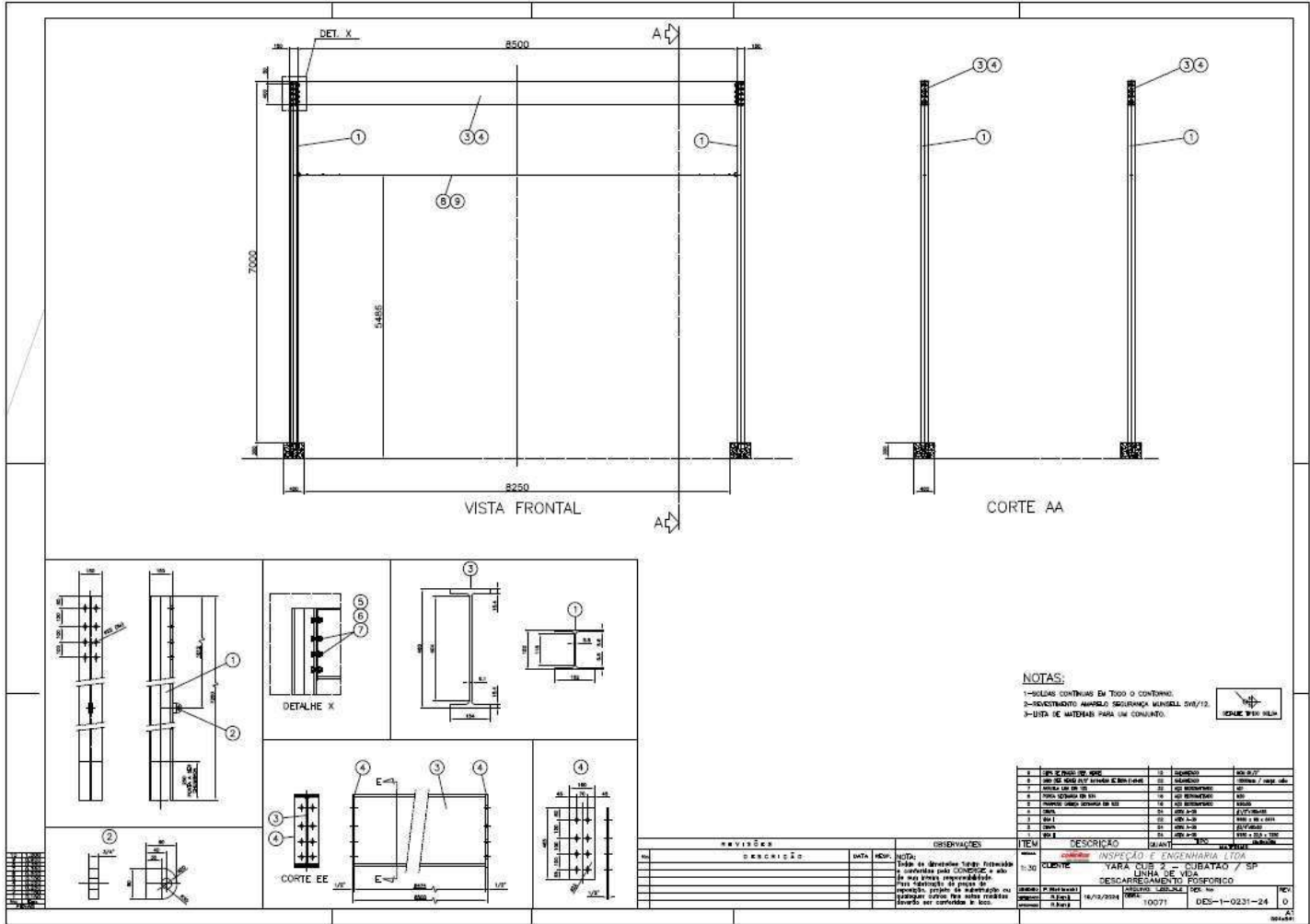
R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br
Tel: (13) 3466-7187
Site: www.conerge-engenharia.com.br

		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 6
		Obra 10071	Revisão 0

6. DESENHO DE REFERÊNCIA:

Para o cálculo da estrutura de suporte de trava-quedas foi utilizado o seguinte desenho como referência:

DESCRIÇÃO	DATA	OBRA	NÚMERO	REVISÃO
DESCARREGAMENTO FOSFÓRICO	19-12-2024	10071	DES-1-0231-24	REV. 0



Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br
Tel: (13) 3466-7187
Site: www.conerge-engenharia.com.br

 A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 7
		Obra 10071	Revisão 0

7. PROPRIEDADES DO MATERIAL:

AÇO ASTM A-36

Módulo de Elasticidade (E) 21000. kgf/mm²

Coeficiente de Poisson (u) 0.30

Massa específica (ρ) 7.85E-10 kgf.s²/mm⁴

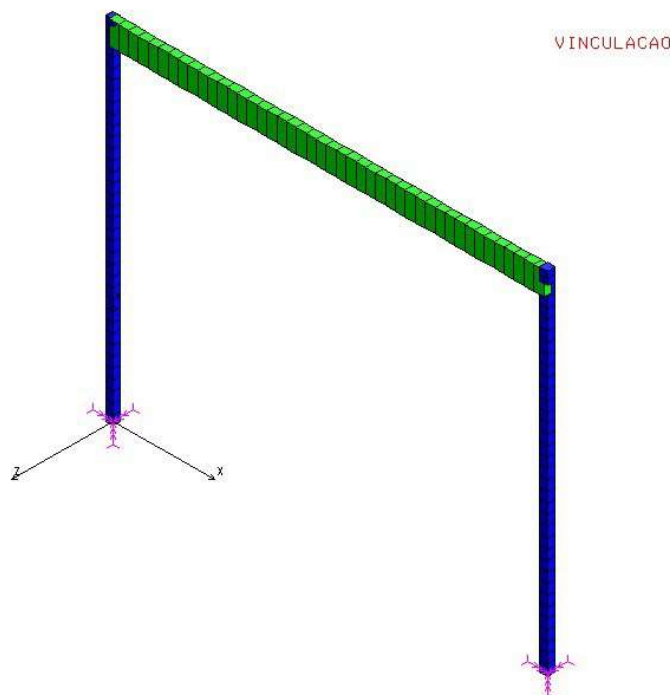
Tensão de ruptura (σ_{rup}) 45. kgf/mm²

Tensão de escoamento (σ_y) 25.0. kgf/mm²

8. VINCULAÇÕES:

A estrutura de suporte do trava-quedas foi engastada na base dos pilares (u_x=u_y=u_z=r_x=r_y=r_z=0.)

RC CLR
1 2
2 1



Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br
Tel: (13) 3466-7187
Site: www.conerge-engenharia.com.br

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 8
		Obra 10071	Revisão 0

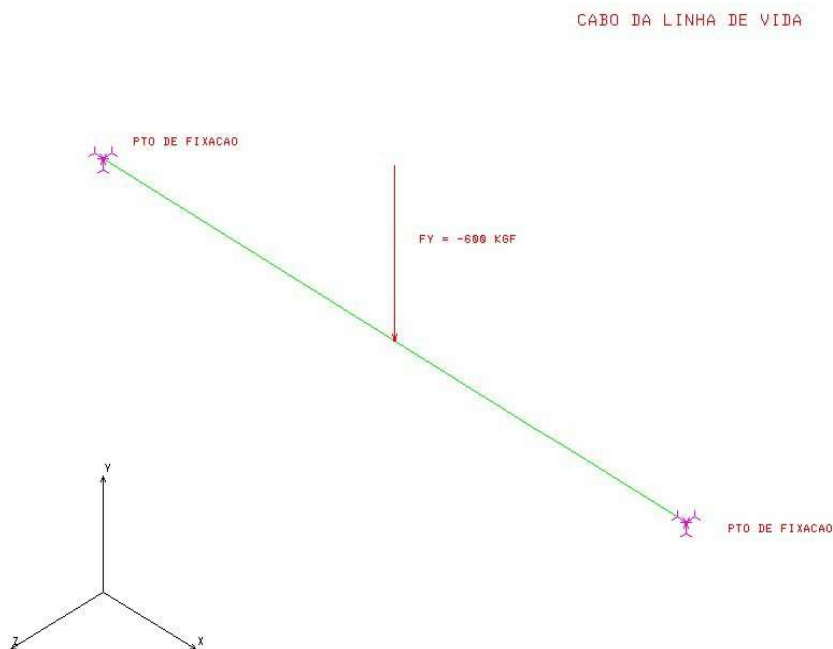
9. MODELOS MATEMÁTICOS:

9.1. ANÁLISE DO CABO DA LINHA DE VIDA (LV)

Na primeira etapa foi analisado o cabo da LV para determinação da força de tração no cabo, das reações de apoio, da flecha dinâmica e fator de serviço do cabo.

Segundo o item 5.3.2.8 da NBR-14627-2000 a força máxima de frenagem de um trava-quedas não deve ser superior a 6kN (600kgf) e o deslocamento da queda não deve ultrapassar 1m.

Portanto a carga correspondente à queda de 01 trabalhador é de 600 kgf e foi aplicada na análise do cabo.



Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

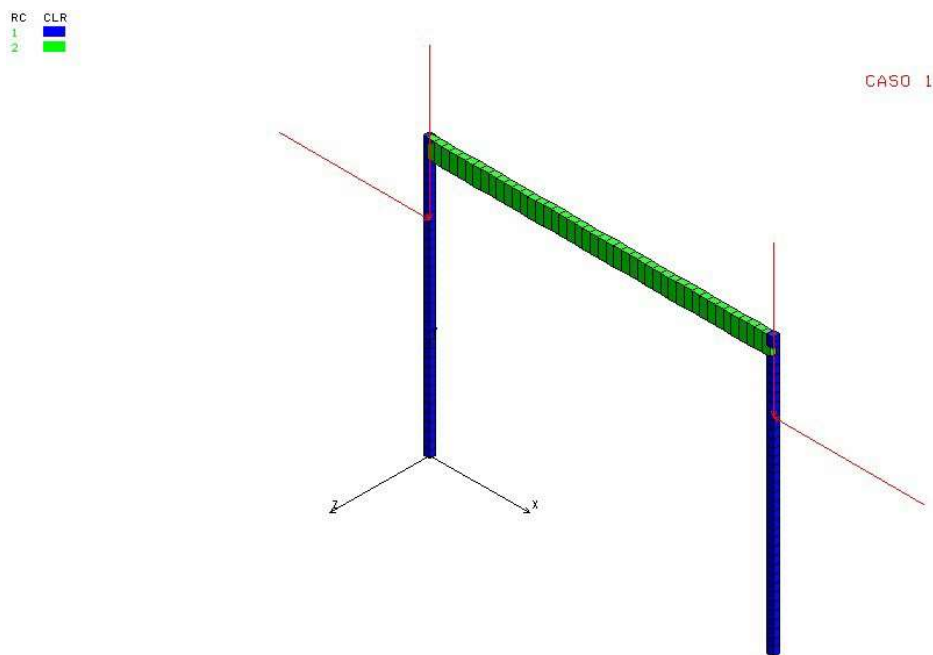
 A Engenharia das NRs		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 9
		Obra 10071	Revisão 0

9.2. ANÁLISE DA ESTRUTURA METÁLICA

A estrutura metálica foi verificada sob a ação dos esforços aplicados pelo cabo da LV nos pontos de fixação. A malha de Elementos Finitos foi modelada com o emprego de elementos de barra (BEAM3D) gerando cerca de 124 nós e 116 elementos.

Os seguintes casos de carga foram analisados:

9.2.1. CASO 1 – Estrutura metálica calculada sob carga equivalente a 600 kgf no cabo da LV:

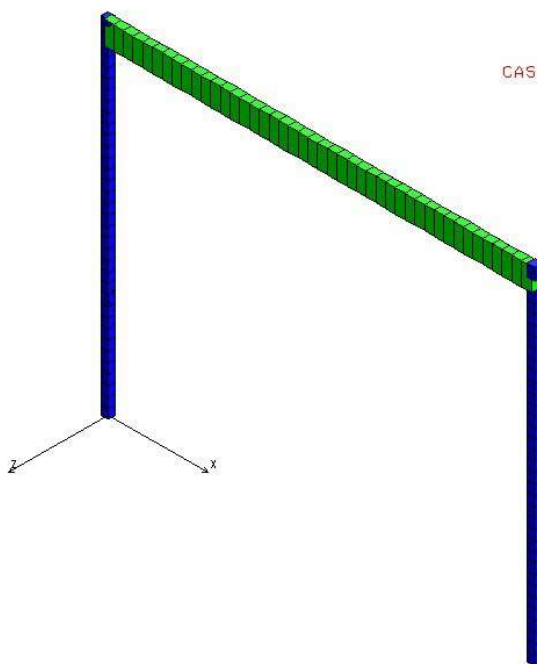


O cabo da LV foi substituído pelas suas ações sobre a estrutura metálica, +/- 2635kgf horizontais e - 300kgf verticais nos pontos de fixação.

 A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 10
		Obra 10071	Revisão 0

9.2.2. PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA METÁLICA

RC CLR
1 2



CASO 2 - PESO PRÓPRIO

10. RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS:

Para combinações excepcionais a NBR-8800 considera os coeficientes de segurança parciais para peso próprio das estrutura metálicas igual a 1.10 e 1.0 para demais ações variáveis.

Também considera o coeficiente parcial de segurança aplicado às resistências dos aço nas combinações excepcionais igual a 1.0.

Assim, o critério de aprovação fica sendo:

$$1.0 \times \text{tensão da carga dos operadores} + 1.1 \text{tensão do pp} \leq 25. \text{kgf/mm}^2 / 1.0$$

onde 25 kgf/mm² é a tensão de escoamento do aço ASTM A-36.

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

R. Dr. Manoel Tourinho, nº10, Santos / SP
E-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br
Tel: (13) 3466-7187
Site: www.conerge-engenharia.com.br

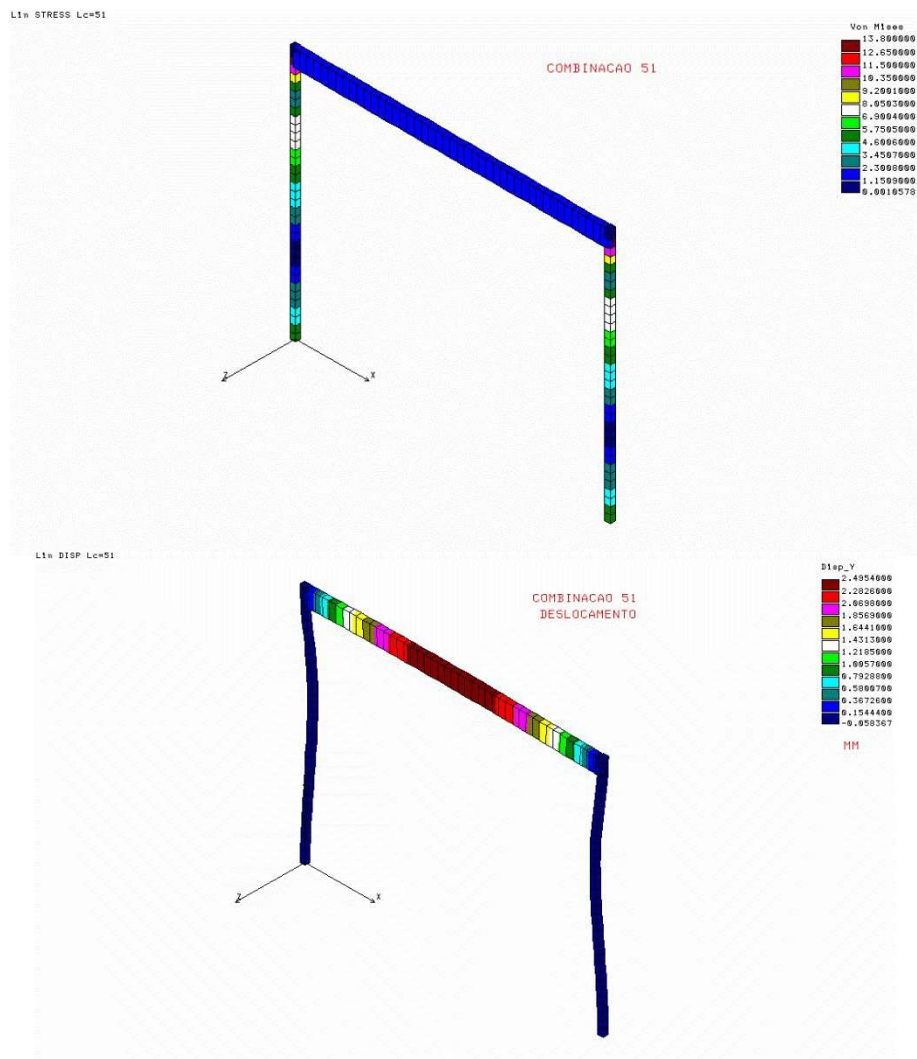
 A Engenharia das NRs		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 11
		Obra 10071	Revisão 0

A seguinte combinação foi considerada:

COMBINAÇÃO 51 : 1.0x Caso 1 + 1.1x Caso 2

ANÁLISE DOS RESULTADOS			
CASO DE COMBINAÇÃO	TENSÃO (kgf/mm ²)	TENSÃO ADM. (kgf/mm ²)	STATUS
51	13.8	25.	OK

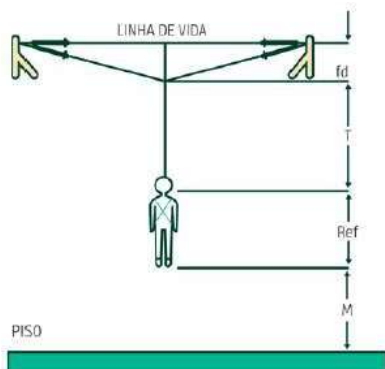
11. IMAGENS DOS RESULTADOS DE TENSÕES E DESLOCAMENTOS:



Propriedade Exclusiva do GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 12
		Obra 10071	Revisão 0

12. VERIFICAÇÃO DA ZONA LIVRE DE QUEDA (ZLQ):



Fd = Flecha dinâmica máxima (proporcionada pela linha de vida).

T = Comprimento total do talabarte + absorvedor de energia totalmente aberto.

Ref. = Distância de referência entre o anel D do cinturão paraquedista e o pé do trabalhador (geralmente utiliza-se 1,5m).

M = Distância entre o pé do trabalhador e o piso após a queda (por norma, esse valor deve ser previsto em 1m).

VERIFICAÇÃO DA ZLQ	(m)		
Altura da Linha de Vida	5.49		
Flecha Dinâmica FD	-0.50		
T Trava-quedas (1,40m) + Desloc. Queda (1m)	-2,40		
REF 1,50m	-1,50		
M 1,00 por Norma	-1,00		
Distância livre do piso	-0.09	≥ 0	OK

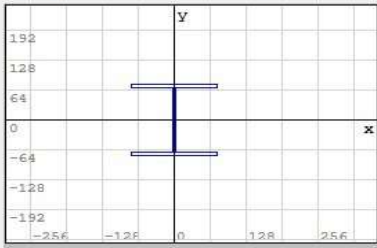
Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 13
		Obra 10071	Revisão 0

13. APÊNDICE: VERIFICAÇÃO DETALHADA DO PERFIL DA LV PELA NBR-8800

Dimensões da Seção Transversal

Altura do perfil (d)	152	mm
Largura da mesa (bf)	152	mm
Espessura da mesa (tf)	6,6	mm
Espessura da alma (tw)	5,8	mm
Raio perfil laminado (raio)	6	mm
Altura total da alma (h)	138,8	mm
Altura reta da alma (da)	126,8	mm

Ajuste a escala e a posição se necessário


A	28,42	cm ²
I _x	1206,45	cm ⁴
I _y	386,52	cm ⁴
r _x	6,52	cm
r _y	3,69	cm
r _t	4,12	cm
W _x	158,74	cm ³
W _y	50,86	cm ³
Z _x	173,8	cm ³
Z _y	77,41	cm ³
I _t	3,86	cm ⁴
C _w	20417,0161	cm ⁶

Dados de entrada

Tensão de escoamento do aço (f _y)	25	kN/cm ²
Tensão de ruptura do aço (f _u)	45	kN/cm ²
Módulo de elasticidade do aço (E _a)	20000	kN/cm ²
Peso específico do aço (ρ)	7850	kg/m ³
Coefficiente de Poisson (ν _a)	0,3	
Tensão residual (f _r)	7,5	kN/cm ²
Módulo cisalhamento (G _a)	7692,31	kN/cm ²
Área superficial (m ² /m)	0,9	m ²
Peso por metro (kg/m)	22,31	kg

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 CONERGE A Engenharia das NRs	 YARA	YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 14
		Obra 10071	Revisão 0

Comprimentos de flambagem	
Comprimento de flambagem para flexão em torno do eixo de maior inércia - Lfx	675 cm
Comprimento de flambagem para flexão em torno do eixo de menor inércia - Lfy	675 cm
Comprimento de flambagem de torção - Lfz	675 cm
Momentos Fletores Solicitantes de Cálculo	
Máximo momento fletor de cálculo	2205 kN cm
Momento fletor de cálculo a 1/4 do vão	203 kN cm
Momento fletor de cálculo a 2/4 do vão	552 kN cm
Momento fletor de cálculo a 3/4 do vão	1308 kN cm
Máxima cortante de cálculo	6 kN
FLM - Flambagem Local da Mesa	
Momento Resistente - Mrdm	3886,8761 kN cm
Seção_Mesa	Semi-Compacta
FLA - Flambagem Local da Alma	
Momento Resistente - Mrda	3950,0038 kN cm
Seção_Alma	Compacta
FLT - Flambagem Lateral com Torção	
Coefficiente de Uniformização (Cb)	2,2494
Momento Resistente - Mrdl	5195,6748 kN cm
Momento Fletor Resistente de Cálculo	
Mxrd	3886,8761 kN cm
Taxa de trabalho à flexão (%)	56,73
Cortante Resistente de Cálculo	
Área Efetiva de Cisalhamento (Aw)	8,816 cm ²
Vrd	120,2182 kN
Taxa de trabalho (%)	4,99
Conclusões	
Momento_fletor	Ok!
Cortante	Ok!

Propriedade Exclusiva do **GRUPO CONERGE – NORMAS REGULAMENTADORAS**, sendo proibida sua reprodução sem autorização prévia.

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 16
		Obra 10071	Revisão 0

16.0 – ANEXOS

 A Engenharia das NRs		YARA CUB 2 - CUBATÃO	
RELATÓRIO DE PROJETOS DESENHOS E CÁLCULOS NR-35		Relatório 35-0171	Página 17
		Obra 10071	Revisão 0

16.1 – A.R.T.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

CREA-SP

ART de Obra ou Serviço
2620242151153

1. Responsável Técnico**CARLOS HENRIQUE DE MORAES**Título Profissional: **Engenheiro Industrial - Mecânica, Engenheiro de Segurança do Trabalho**RNP: **2603421441**Empresa Contratada: **CONERGE CONSULTORIA TREINAMENTOS E VENDAS EIRELI**Registro: **0640977984-SP**Registro: **2317311-SP****2. Dados do Contrato**Contratante: **YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A**CPF/CNPJ: **92.660.604/0171-58**Endereço: **Avenida AVENIDA ENGENHEIRO PLÍNIO DE QUEIRÓZ, S/N**

Nº:

Complemento:

Bairro: **ZONA INDUSTRIAL**Cidade: **Cubatão**UF: **SP**CEP: **11570-901**Contrato: **PR. 5.738/23 REV.2 / OBRA 10071**Celebrado em: **01/01/2024**

Vinculada à Art nº:

Valor: R\$ **10.000,00**Tipo de Contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional:

3. Dados da Obra ServiçoEndereço: **Avenida AVENIDA ENGENHEIRO PLÍNIO DE QUEIRÓZ, S/N**

Nº:

Complemento:

Bairro: **ZONA INDUSTRIAL**Cidade: **Cubatão**UF: **SP**CEP: **11570-901**Data de Início: **21/08/2024**Previsão de Término: **31/01/2025**

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: **Industrial**

Código:

Proprietário: **YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A**CPF/CNPJ: **92.660.604/0171-58****4. Atividade Técnica**

			Quantidade	Unidade
Supervisão 1	Laudo	de instalações mecânicas industriais	19,00000	unidade
	Laudo	de trabalho em altura (NR35)	19,00000	unidade

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

OBRA 10071 - YARA CUB2 - CUBATÃO/SP - INSPEÇÃO, PROJETO E MEMORIAIS DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS DE LINHA DE VIDA, TAG's: Pórtico de Descarregamento de Soda na Utilidades, Nitreto Velho (Amônia), Descarga de Óleo Dustrol, Plataforma de carregamento de ácido sulfúrico - Norte, Plataforma de carregamento de Ácido Sulfúrico - Sul, Pórtico Carregamento Ácido Sulfúrico, Fosfórico Descarregamento Fosfórico, Fosfórico Descarregamento de Anti Espumante, Carregamento de Ácido Nítrico BD7301, Carregamento de Ácido Nítrico BD7302, Enlonamento de Carretas - Pátio Gesso 1, Enlonamento de Carretas - Pátio Gesso 2, Desenlonamento de Carretas - Linha 1, Desenlonamento de Carretas - Linha 2, Armazém de HDAN - Doca 1, Armazém de HDAN - Doca 2, ETAB - Carregamento Soda, Pórtico de carregamento de Enxofre do Sulfúrico, Fosfórico lavagem.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

Nenhuma

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

SANTOS 12 de DEZEMBRO de 2024
Local data

CARLOS HENRIQUE DE MORAES - CPF: 926.902.118-15

YARA BRASIL FERTILIZANTES S/A - CPF/CNPJ: 92.660.604/0171-58

9. Informações

- A presente ART encontra-se devidamente quitada conforme dados constantes no rodapé-versão do sistema, certificada pelo Nosso Número.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creasp.org.br ou www.confes.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creasp.org.br

Tel: 0800 017 18 11

E-mail: acessar link Fale Conosco do site acima

**CREA-SP**
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
do Estado de São Paulo

Valor ART R\$ 99,64

Registrada em: 12/12/2024

Valor Pago R\$ 99,64

Nosso Número: 2620242151153

Versão do sistema

Impresso em: 13/12/2024 12:00:47