

PARECER TÉCNICO – INSPEÇÃO VEICULAR

Assunto: **Requisitos para o Laudo Estrutural na Inclusão de 4o Eixo Semirreboque**

Data de atualização: 16/04/2022

Revisão: 00

1 - PREMISSA

Para a execução da inspeção, é necessária a apresentação do Laudo Estrutural do chassi e seu comportamento com o veículo, em conformidade com a Resolução Contran 916 de 2022, com a finalidade de avaliar o potencial risco de dano estrutural em função dos esforços dinâmicos.

2 - ELEMENTOS NECESSÁRIO NO LAUDO ESTRUTURAL PARA MODIFICAÇÃO DE INSTALAÇÃO DE 4º EIXO EM SEMIRREBOQUE

O Laudo estrutural deve possuir os seguintes elementos claramente citados:

- a) Levantamento dimensional dos componentes estruturais (chassi e carroceria);
- b) Croqui da seção das longarinas, com espessuras e altura nos pontos críticos;
- c) Levantamento das características técnicas dos componentes estruturais: Limite de resistência/ruptura; Limite de escoamento e Limite de segurança (chassi e carroceria);
- d) Cálculo estrutural, considerando o carregamento máximo e condição dinâmica mais crítica;
- e) Resultados de momentos fletores
- f) Resultados de tensões máximas
- g) Resultados de pontos críticos
- h) Gráfico de tensão e esforço cortante
- i) Diagrama de corpo livre
- j) Avaliação na condição crítica
- k) Conclusões definitivas e inequívocas quanto a resistência durante o uso.

Abaixo alguns exemplos de referência aos tópicos acima listados. O método ilustrado não é obrigatório, pois é livre de o engenheiro estabelecer a melhor metodologia. Entretanto, é necessário que as informações obrigatórias listadas acima estejam claramente citadas e compreensíveis, caso contrário, pode ser rejeitado.

Para a análise do laudo que será apresentado, indicamos como referência o tempo de 1,5 h de análise do RT, como média de tempo observada entre profissionais;

- a) Levantamento dimensional dos componentes estruturais (chassi e carroceria);

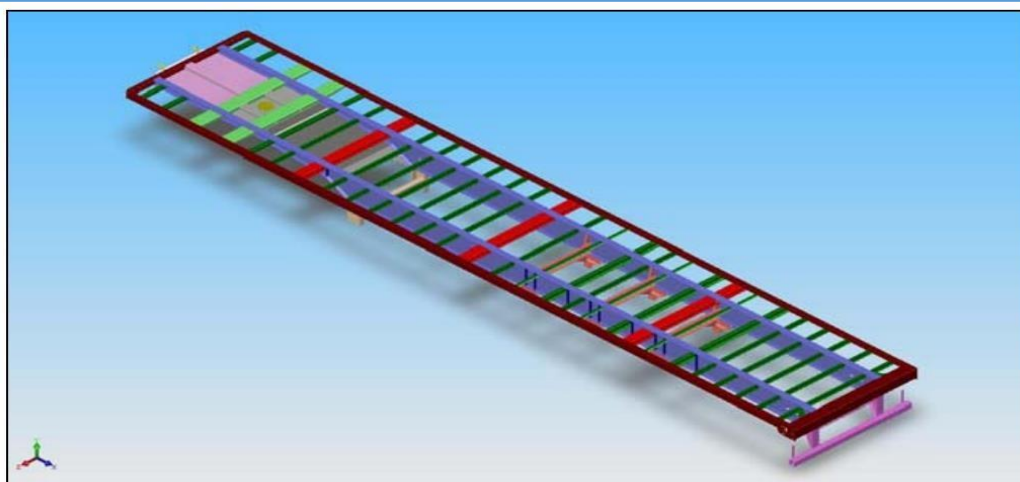
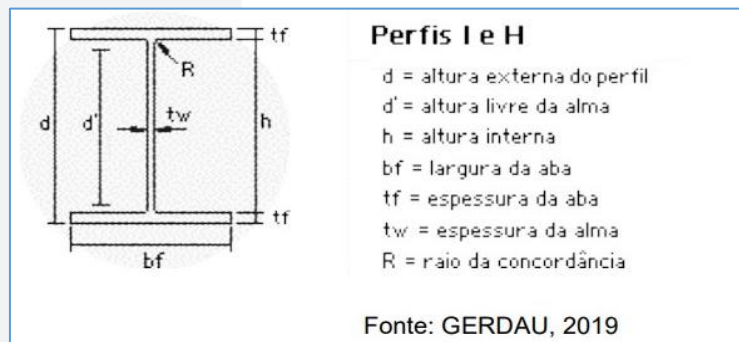


Fig. I-11 - Modelo 3D do chassi construído em SolidWorks

Ref.: 1



Ref.: 2

b) Croqui da seção das longarinas, com espessuras e altura nos pontos críticos;

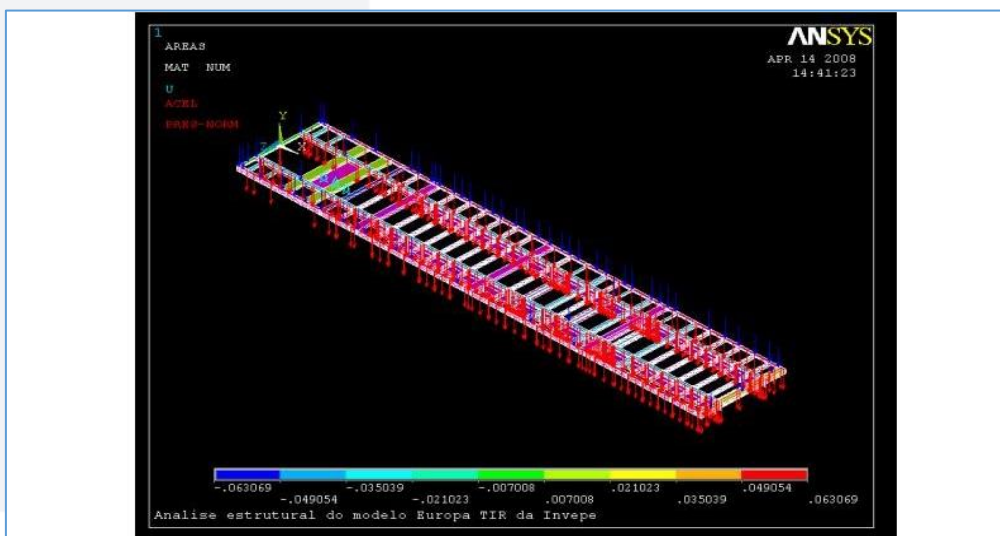
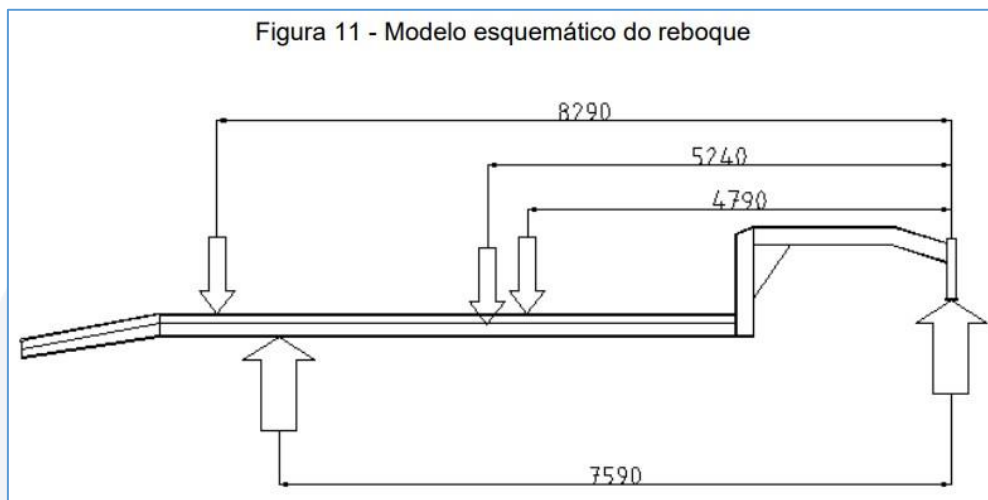
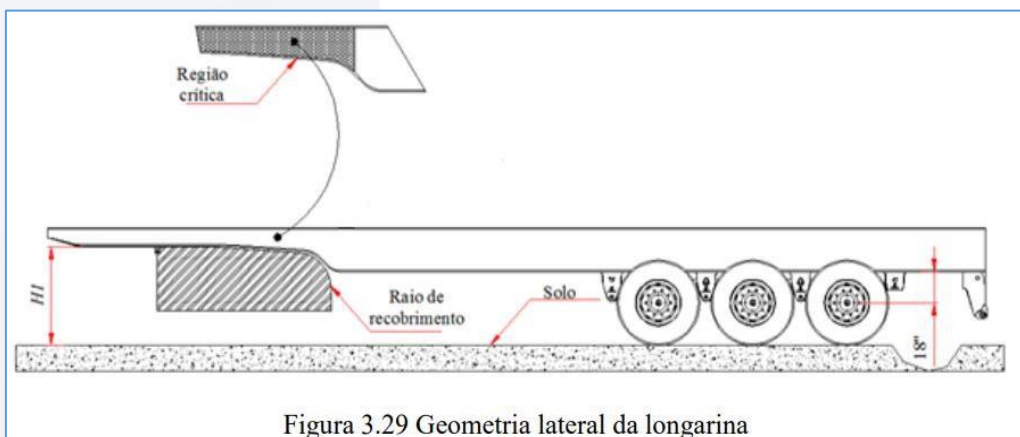


Fig. II-85 Carga distribuída ao longo dos elementos planos superiores do modelo do chassi

Ref.: 1



Ref.: 2



Ref.: 3

c) Levantamento das características técnicas dos componentes estruturais: Limite de resistência/ruptura; Limite de escoamento e Limite de segurança (chassi e carroceria);

Tabela I-1 - Características dos materiais utilizados na produção do chassi (norma EN10025, IPQ)

	Massa específica (Kg/m ³)	Resistência máxima à tração (MPa)	Tensão de cedência		Módulo de elasticidade (GPa)	Módulo de distorção (GPa)	Coeficiente de dilatação térmica (10E-5/°C)
			Tracção (MPa)	Corte (MPa)			
A42b	7850	360 a 510	235-275	135-158	210	80	12
S355J2S3	7850	470 a 630	355	205	210	80	12
ST-523	7850	590 a 770	523	-	200	77	10

Ref.:

Mass properties of "MAIN STRUCTURE (01.00.00)"

(Assembly Configuration - Default)

Output coordinate System: -- default --

Density = 7652.92 kilograms per cubic meter

Mass = 2224.60 kilograms

Volume = 0.29 cubic meters

Surface area = 99.56 square meters

Centre of mass: (meters)

X = 1.57

Y = 2.59

Z = 1.56

Principal axes of inertia and principal moments of inertia: (kilograms * square meters)

Taken at the centre of mass.

Ix = (1.00, -0.01, -0.00)

Px = 1183.62

Iy = (-0.00, 0.00, -1.00)

Py = 38362.09

Iz = (0.01, 1.00, 0.00)

Pz = 39419.30

Moments of inertia: (kilograms * square meters)

Taken at the centre of mass and aligned with the output coordinate system.

Lxx = 1186.55 Lyx = -334.80 Lzx = -0.10

Lxy = -334.80 Lyy = 39416.37 Lzy = -0.04

Lxz = -0.10 Lyz = -0.04 Lzz = 38362.09

Moments of inertia: (kilograms * square meters)

Taken at the output coordinate system.

Ixx = 21536.77 Iyx = 8739.18 Izx = 5468.80

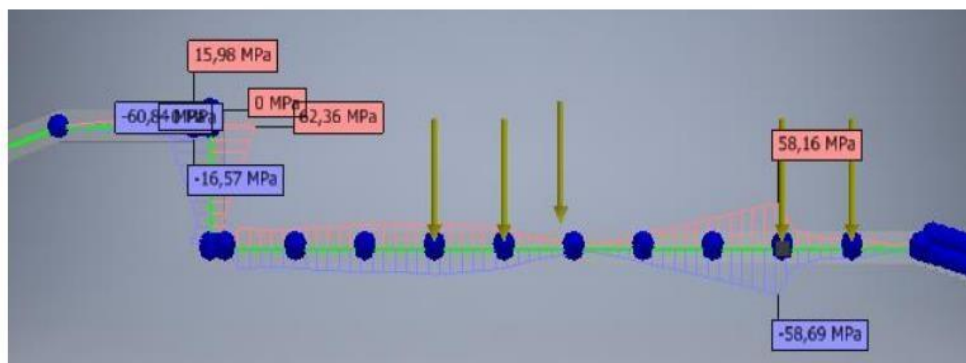
Ixy = 8739.18 Iyy = 50354.58 Izy = 8996.93

Ixz = 5468.80 Iyz = 8996.93 Izz = 58805.53

Ref.: 1

d) Cálculo estrutural, considerando o carregamento máximo e condição dinâmica mais crítica;

Figura 19 - W 310x21 tensões máximas em vermelho e mínimas em azul



Ref.: 2

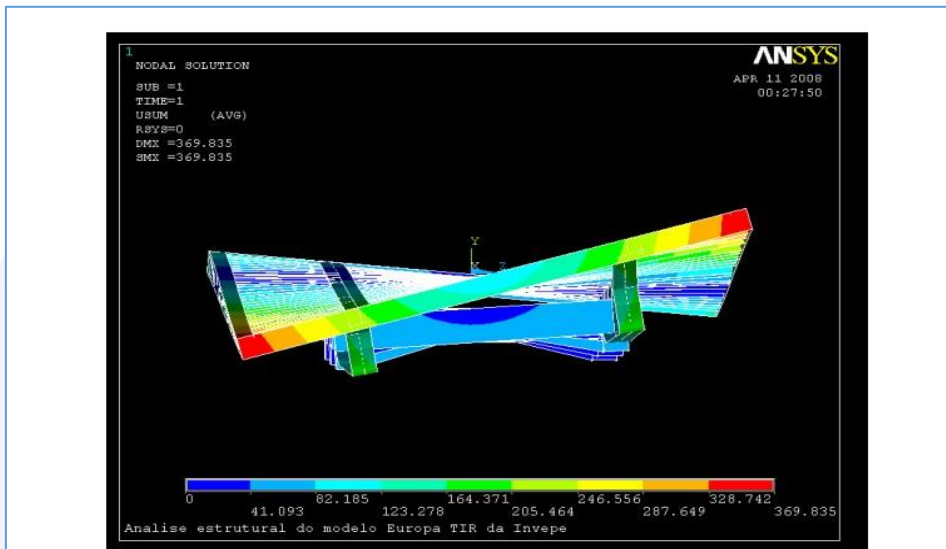
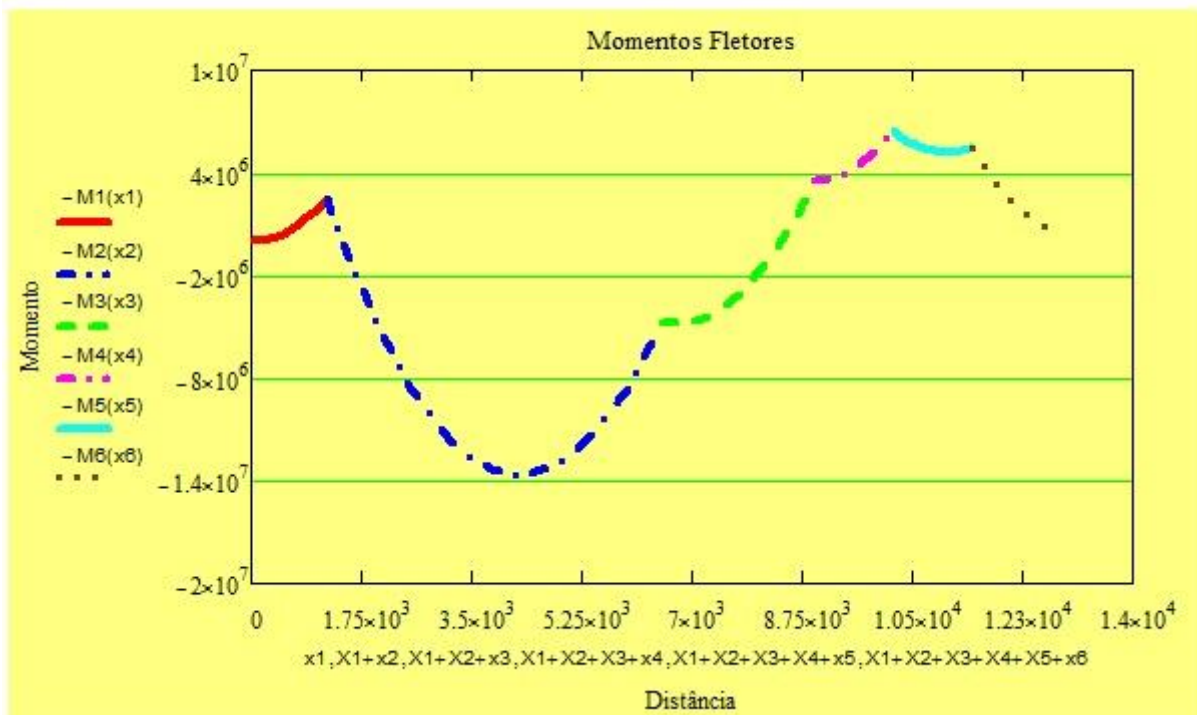


Fig. II-78 Diferenças de deslocamentos em diversos pontos do chassi (vista de frente)

Ref.: 1

e) Resultados de momentos fletores

Gráficos Ilustrativos:



Ref.: 4

f) Resultados de Pontos Críticos

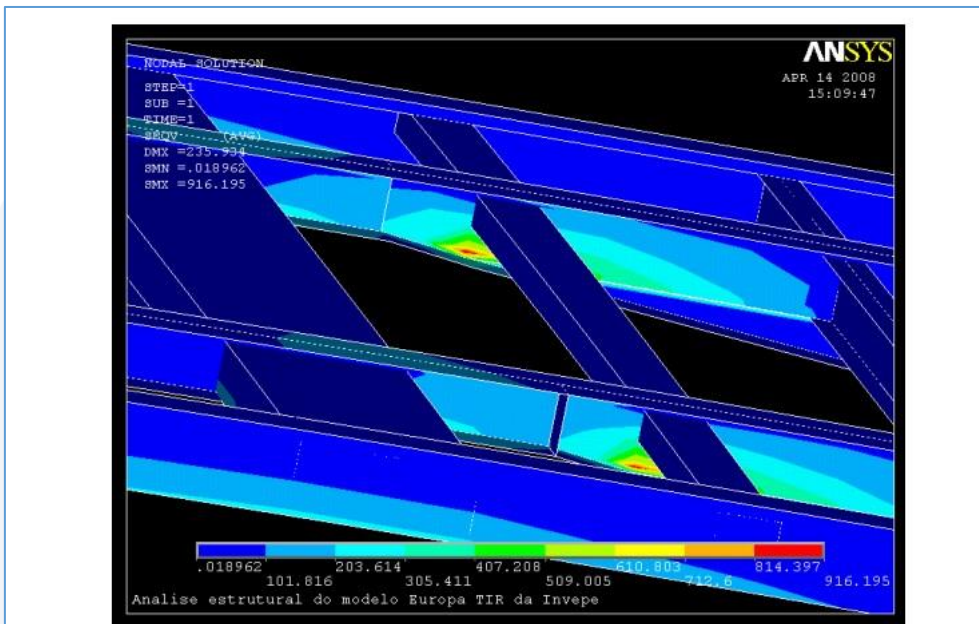


Fig. II-89 Detalhe das tensões de Von Mises registradas no pescoço do chassis – A.CD

Ref.: 1

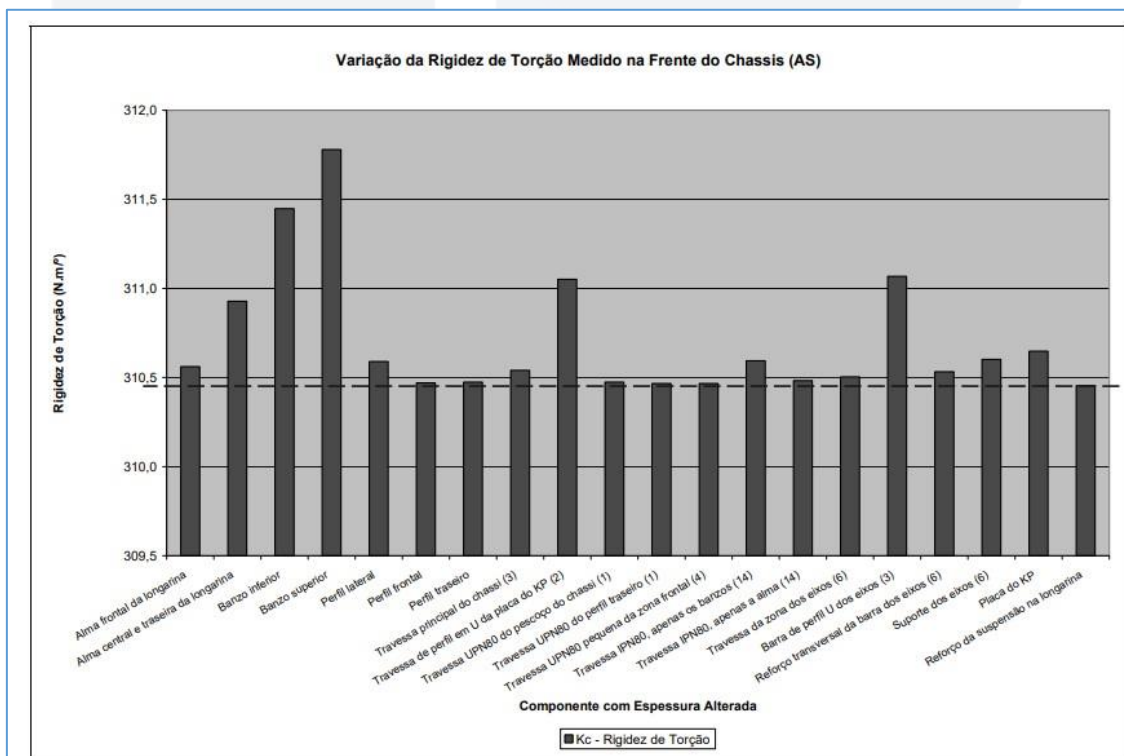
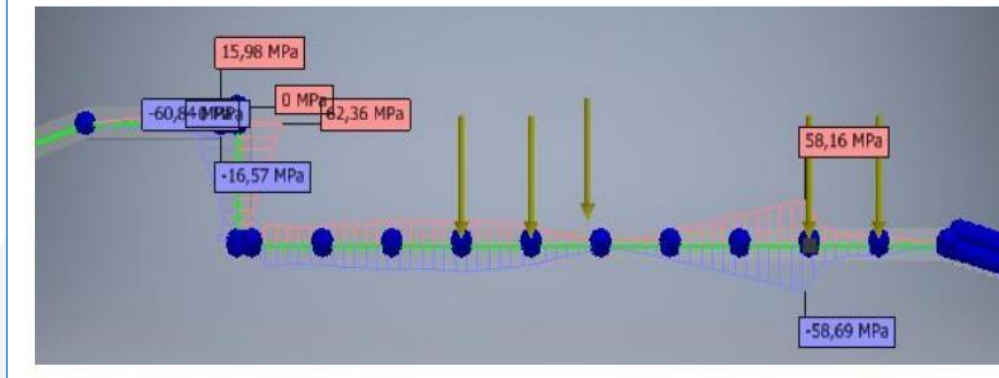


Gráfico II-2 Rigidez de Torção medida na frente do chassis nas diferentes análises AS

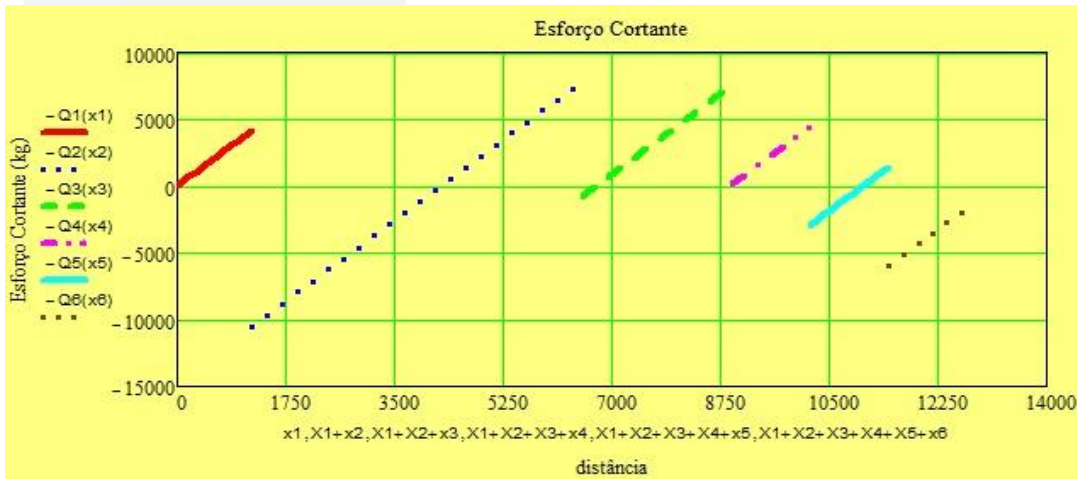
Ref.: 1

Figura 19 - W 310x21 tensões máximas em vermelho e mínimas em azul



Ref.: 2

h) Gráfico de tensão e esforço cortante



Ref.: 4

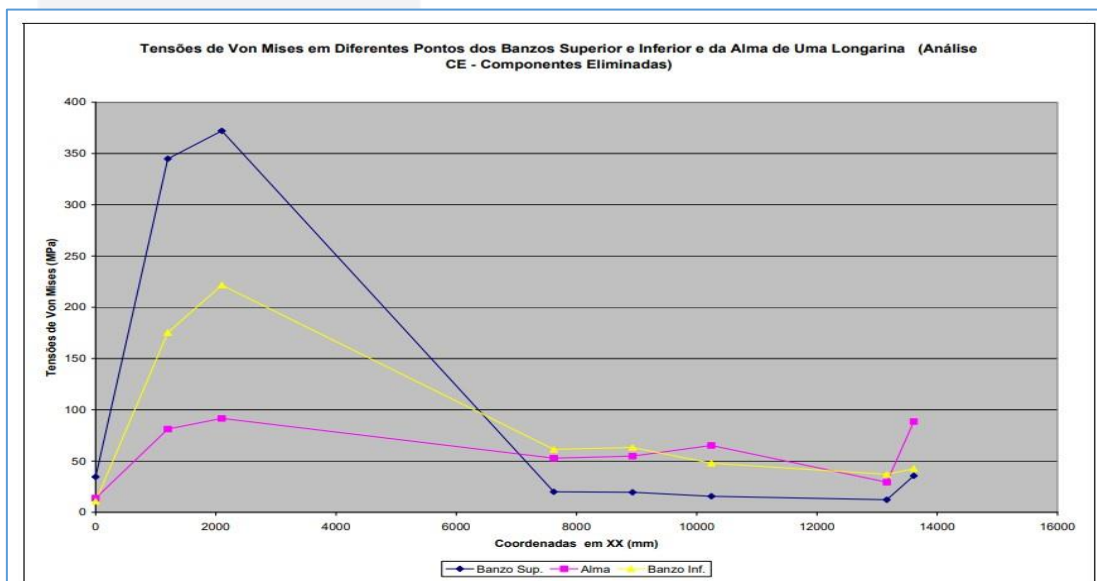


Gráfico II-24 Tensões de Von Mises em diversos pontos dos banzos e alma de uma longarina, referente à análise A.CE

Ref.: 1

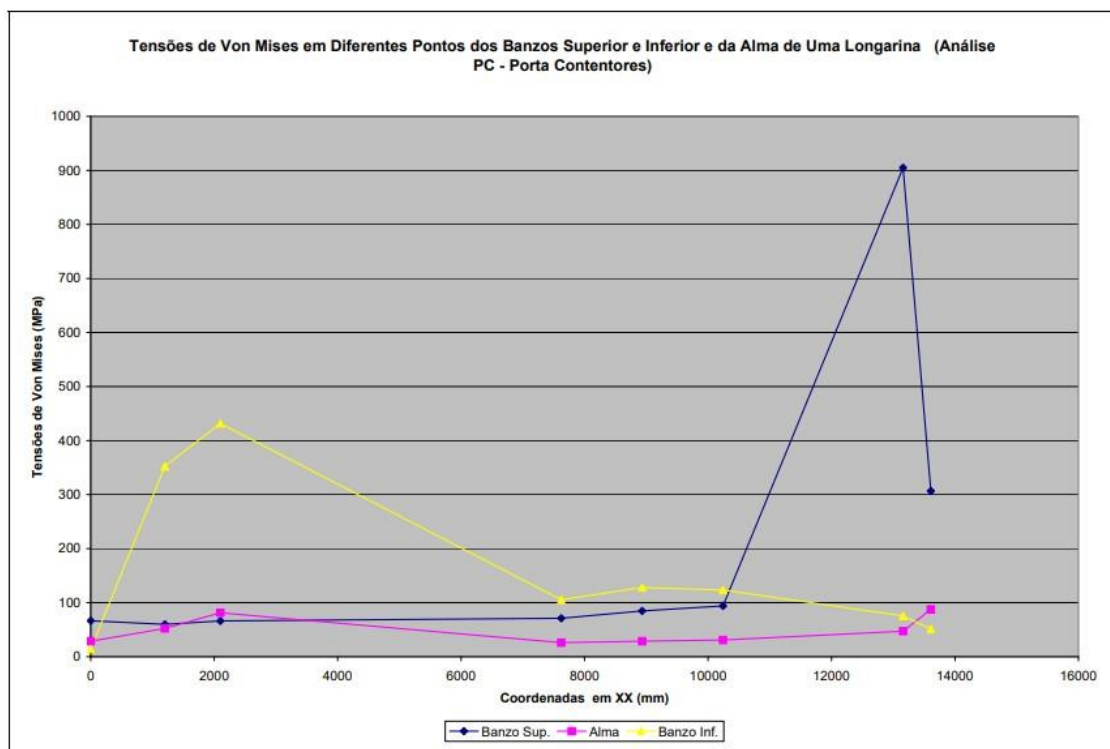
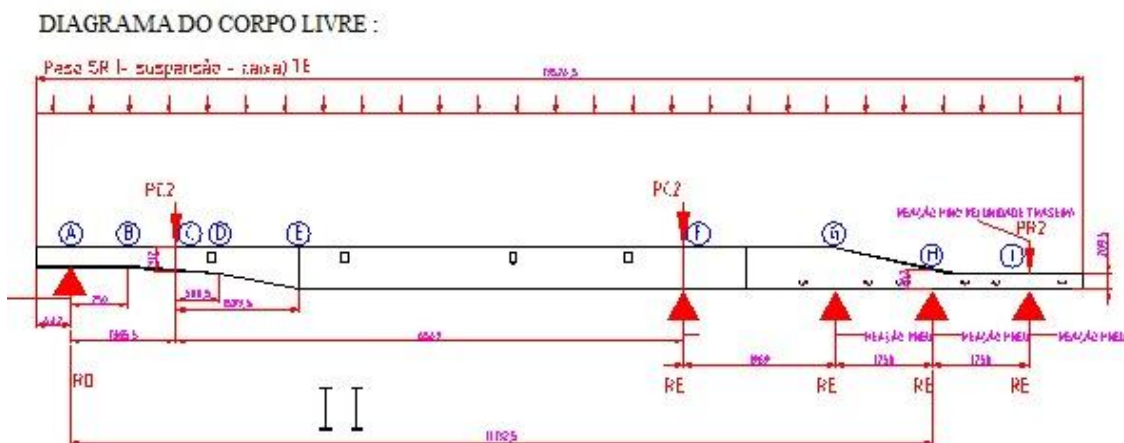


Gráfico II-33 Tensões de Von Mises em diversos pontos dos banzos superior e inferior e da alma de uma longarina referente à análise PC

Ref.: 1

i) Diagrama de corpo livre



Ref.: 4

j) Avaliação na condição crítica

Tabela 3 - DFMEA para o reboque Gooseneck

DFMEA - PROJETO DE REBOQUE GOOSENECK GUARA REBOQUES								
ITEM / FUNÇÃO / REQUERIMENTO	MODO DE FALHA POTENCIAL	EFEITOS DA FALHA	S E V	CAUSAS POTENCIAIS DA FALHA	O C C	CONTROLE DE PROJETO (DETECÇÃO)	D E T	R P N
Longarina	Flambagem da alma	Perda da capacidade estrutural	3	Subdimencionamento	3	Simulação estrutural	2	18
			2	Sobrecarga	3	Controle apropriado do projeto	2	12
	Empenamento (selamento)	Deformação estrutural	5	Subdimencionamento	1	Simulação estrutural	2	10
9			Sobrecarga	1	Controle apropriado do projeto	2	18	
Travessas	Empenamento (selamento)	Deformação da estrutura	2	Sobrecarga	3	Simulação estrutural	2	12
	Rompimento	Perda da capacidade estrutural	2	Subdimencionamento	3	Simulação estrutural	2	12
Pilar do pescoço	Rompimento da soldas da coluna	Perda da capacidade estrutural	10	Subdimencionamento	7	Simulação estrutural	2	140

Ref.: 2

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Ref. 1: Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa Optimização da Estrutura de um Semi-Reboque com Vista à Flexibilidade na Sua Adequação Funcional - David João Machado Martins. - Dissertação de Mestrado Caparica, Portugal - Setembro de 2008

Ref. 2: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ ELEOMAR LENA PROJETO DE UM REBOQUE DO TIPO DE ENGATE QUINTA RODA COM ANÁLISE POR SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTA DE VERIFICAÇÃO DE FÁLHAS - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - GUARAPUAVA 2019

Ref. 3: Comportamento estrutural de um chassi de semirreboque submetido a manobras relacionadas às dinâmicas lateral e vertical - Data 2012, Autor Boaretto, Joel.

Ref. 4: Rubem Penteado de Melo, DSc. Engenheiro Mecânico (UFPR), Mestre em Engenharia Mecânica (PUC-2004), Doutor em engenharia mecânica (PUC-2018), Consultor e Instrutor.

Sem mais, firma-se o presente parecer o diretor técnico da FENIVE: