ANÁLISE DA ESTRUTURA SUPORTE DO HELIPONTO DE UMA UNIDADE AUTO-ELEVATÓRIA

Higor Pereira de Oliveira

PROJETO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA.

Professor Orientador: P	eter Kaleff	
Professor Co-orientador	Marta Cecilia Tapia Reyes	
Aprovado por:		
-		Prof. Peter Kaleff
-		Prof. Marta Cecilia Tapia Reyes
-		Prof. Severino Fonseca da Silva Neto
-		Eng. Alexandre Teixeira de Pinho Alho

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL Abril / 2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Humberto Souza de Oliveira e Eliane Pereira de Azevedo, por todo o carinho e dedicação quanto a minha formação, incluindo os investimentos, mesmo nos momentos mais difíceis.

Agradeço aos irmãos Helton Pereira de Oliveira e João Paulo Rocha de Azevedo, por todo o apoio durante minha graduação.

Agradeço também a minha querida namorada Renata Manhães pelo apoio e compreensão nos momentos em que precisei me dedicar ao curso, mesmo que para isso tivesse que deixá-la sozinha.

Um agradecimento especial aos professores Peter Kaleff, Marta Tapya, Alexandre Alho e Severino Neto pelo auxílio no desenvolvimento do projeto e pelos brilhantes conselhos dados na etapa de defesa.

O meu sincero obrigado a PROJEMAR estudos e projetos de engenharia, principalmente ao engenheiro Heitor Lima e a todos do departamento de estruturas, pela contribuição na minha formação profissional e na liberação dos documentos necessários para a realização do projeto.

Sumário

1.	INTF	RODUÇÃO	5
1	.1.	Considerações Gerais	5
1	.2.	Estrutura Suporte	6
1	.3.	Objetivo do Projeto	9
2.	MET	ODOLOGIA	10
2	.1.	Critério de Escoamento	10
2	.2.	Critério De Estabilidade	11
3.	MOI	DELO ESTRUTURAL	15
3	.1.	Geometria do Modelo	15
3	.2.	Sistema de Referência	18
3	.3.	Material	18
3	.4.	Propriedades	19
3	.5.	Chapas de Conexão	20
3	.6.	Condições de Contorno	22
4.	CON	DIÇÕES DE CARREGAMENTO	23
4	.1.	Peso Morto	23
4	.2.	Carga Viva	24
4	.3.	Carga de Vento	25
4	.4.	Cargas do Helicóptero	27
4	.5.	Combinação de Cargas	30
5.	ANÁ	LISE DE RESULTADOS	31
5	.1.	Análise dos Níveis de Tensão	31
5	.2.	Análise da Estabilidade	32
6.	CON	CLUSÕES	46
7.	BIBL	IOGRAFIA	47
Ane	exo I –	· Cargas de Vento	48
Ane	exo II -	– Cargas de Operação do Helicóptero	52
Ane	exo III	– Sikorsky S92	58
Ane	exo IV	– Chapas de Conexão	61
۸nc	wo V	– Pocultados do Tonção	6 1

Índice de Figuras

Figura 1 - Unidade auto-elevatória de perfuração com heliponto em balanço	5
Figura 2 - Interface entre o heliponto e a estrutura de suportação	6
Figura 3 - Localização do heliponto	7
Figura 4 - Estrutura de suportação do heliponto - vista superior	7
Figura 5 - Estrutura de suportação do heliponto – seção 3-E	8
Figura 6 - Estrutura de suportação do heliponto – seção 3-G	8
Figura 7 - Estrutura de suportação do heliponto – seção 7-D	8
Figura 8 - Estrutura de suportação do heliponto – seção 7-E	9
Figura 9 - Estrutura de suportação do heliponto – seção 7-G	9
Figura 10 - Viga sob tensão combinada	13
Figura 11 - Modelo estrutural vista global	15
Figura 12 - Modelo estrutural - Vista superior	16
Figura 13 - Modelo estrutural - seção 3-E	16
Figura 14 - Modelo estrutural - seção 3-G	16
Figura 15 - Modelo estrutural - seção 7-G	17
Figura 16 - Modelo estrutural - seção 7-E	17
Figura 17 - Modelo estrutural - seção 7-D	17
Figura 18 - Relação tensão x deformação de um material linear elástico	18
Figura 19 - Propriedade W200x46.1(H)	19
Figura 20 - Propriedade Tubo ø168.3x7.1	20
Figura 21 - Propriedade da massa do heliponto	
Figura 22 - Chapas de conexão	20
Figura 23 - Grau de liberdade dos elementos nas conexões	21
Figura 24 - Condição de contorno	22
Figura 25 - Aceleração da gravidade	24
Figura 26 - Carga viva	25
Figura 27 - Ação do vento nos perfis	27
Figura 28 - Interface de contato entre o helicóptero e o heliponto	28
Figura 29 - Orientação do elemento de viga	32
Figura 30 - Checagem de flambagem da coluna na seção 3-G	34
Figura 31 - Vista deformada da viga - Momento no plano 2	35
Figura 32 - Vista deformada da viga - Momento no plano 1	36
Figura 33 - Vista deformada – Forca axial	37

1. INTRODUÇÃO

Desde que a exploração de óleo e gás começou a crescer em todo o mundo, a indústria offshore tem sido dependente do uso eficiente e seguro de helicópteros para apoio logístico e de emergência. O papel principal é o deslocamento de pessoas de e para seus locais de trabalho em instalações offshore. Outros papéis incluem o movimento de carga, evacuação de emergência e busca e salvamento.

O ambiente operacional severo, alguns acidentes graves e fatais e o surgimento de regulamentos específicos para homologação de helipontos *offshore*, têm contribuído para uma maior consciência dos problemas associados com helicópteros operando em um ambiente marinho.

No entanto, essa maior conscientização de problemas de funcionamento e operação nem sempre tem sido acompanhada por uma compreensão completa e clara dos requisitos da relação entre a aviação e as operações de produção e processamento de óleo e gás.

É vital que os requisitos técnicos para operações com helicópteros sejam devidamente identificados durante o projeto conceitual de uma instalação e sejam integralmente considerados em todas as fases subseqüentes do projeto detalhado até a fabricação, construção, instalação e comissionamento, operação e qualquer alteração posterior.

1.1. Considerações Gerais

A unidade em questão é uma plataforma de perfuração do tipo auto-elevatória que virá a operar na Bacia de Santos, Rio de Janeiro, Brasil. O heliponto será posicionado acima do módulo de acomodações da unidade, apoiado em uma estrutura de suportação que é o alvo deste estudo.



Figura 1 - Unidade auto-elevatória de perfuração com heliponto em balanço

O heliponto será projetado para receber um helicóptero modelo Sikorsky S-92 sem que haja interferência entre as operações do helicóptero e da plataforma.

1.2. Estrutura Suporte

A estrutura do heliponto será feita em alumínio, sendo reforçada longitudinalmente por perfilados laminados de alumínio. Ela será apoiada sobre uma estrutura em formato de octógono, reforçada transversalmente por vigas com perfil H, também em alumínio.

O contato entre a estrutura suporte e o heliponto será feito pontualmente. As vigas transversais do heliponto (perfil H) se apoiarão nas vigas da estrutura de suportação (também um perfil H) em 25 pontos de contato. A interface entre o heliponto e a estrutura suporte é esquematizada na figura abaixo:

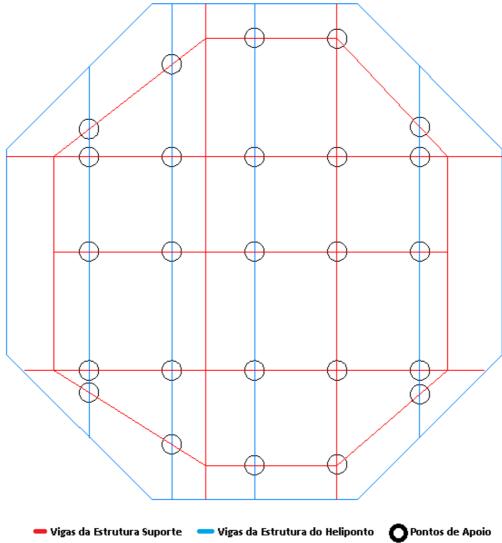


Figura 2 - Interface entre o heliponto e a estrutura de suportação

A estrutura do heliponto não faz parte do estudo, mas torna-se importante identificá-la para melhor entender como será feita a transferência de cargas entre o heliponto e sua estrutura de suportação.

O heliponto será posicionado acima do módulo de acomodações da unidade de perfuração, a uma distância de 57,80 metros do nível do mar quando a plataforma estiver elevada. Na figura a seguir é possível identificar a localização do heliponto na plataforma.

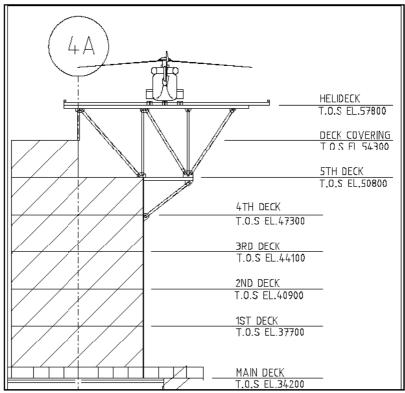


Figura 3 - Localização do heliponto

A estrutura de suportação do heliponto é uma estrutura típica para esses fins. Ela é constituída basicamente por uma estrutura em vigas de perfil H em formato de octógono suportada por seis colunas e reforçada por contraventamentos em formato cilíndrico. As figuras a seguir apresentam a estrutura de suportação:

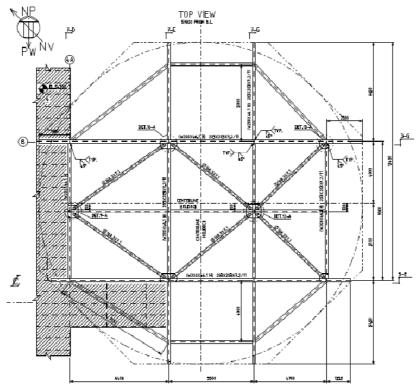


Figura 4 - Estrutura de suportação do heliponto - vista superior

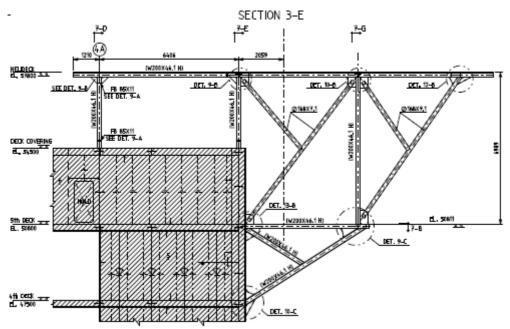


Figura 5 - Estrutura de suportação do heliponto – seção 3-E

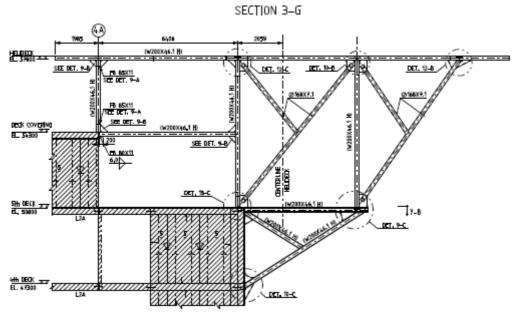


Figura 6 - Estrutura de suportação do heliponto - seção 3-G

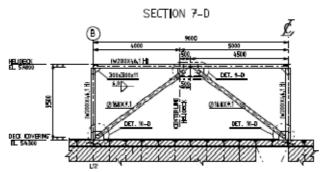


Figura 7 - Estrutura de suportação do heliponto - seção 7-D

SECTION 7-E

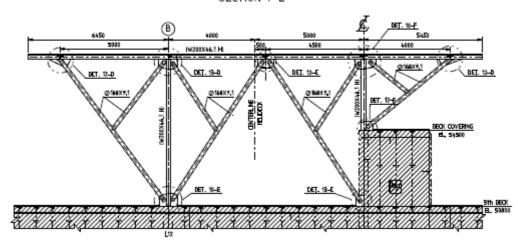


Figura 8 - Estrutura de suportação do heliponto - seção 7-E

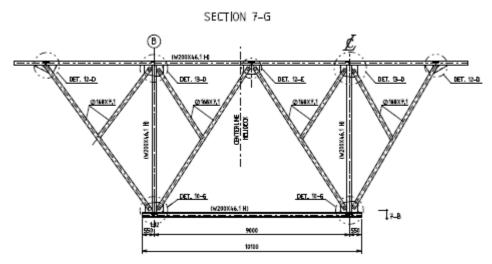


Figura 9 - Estrutura de suportação do heliponto - seção 7-G

1.3. Objetivo do Projeto

O objetivo do projeto é verificar se os níveis de tensão impostos pelas cargas ambientais e de operação dos helicópteros e a resistência à flambagem das vigas da estrutura suporte do heliponto satisfazem aos requisitos das regras e regulamentos pertinentes. Espera-se chegar a uma configuração estrutural que esteja de acordo com esses critérios.

2. METODOLOGIA

Para a análise estrutural, inicialmente foram analisados os regulamentos e regras e pertinentes a análise de estruturas suporte de helipontos localizados sobre unidades *offshore*. Em seguida foi modelada, por meio de elementos finitos, a estrutura de suportação proposta. As cargas ambientais e de operação dos helicópteros foram definidas a partir do estabelecido nas normas pertinentes. Em um estágio final, os resultados obtidos na forma de tensões de flexão e cargas compressivas, foram confrontados com os limites impostos pelas normas pertinentes.

Os possíveis modos de falha identificados para a estrutura em estudo foram as falhas por escoamento do material, quando a tensão instalada ultrapassa a tensão limite de escoamento, e por flambagem, quando as vigas deformam excessivamente.

2.1. Critério de Escoamento

A análise do nível de tensão nas vigas da estrutura foi feita de acordo com os critérios propostos na referência [2] (DNV-OS-C201).

De acordo com a referência supracitada, cada membro estrutural deve ser projetado para a condição de carregamento mais desfavorável descritas na tabela abaixo:

Caso	Descrição
a)	Cargas funcionais
b)	Máxima combinação entre cargas funcionais e cargas ambientais
c)	Cargas acidentais associadas a cargas funcionais

Tabela 1 - Condições de carregamento

Para cada condição de carregamento da tabela acima, a análise estrutural deverá ser feita levando em consideração todas as combinações de cargas possíveis. Todas as direções de vento combinadas com todas as possíveis cargas operacionais do helicóptero deverão ser consideradas.

Na metodologia utilizada para análise dos níveis de tensão, o critério de aceitação é atingido por comparação entre as tensões calculadas para diferentes condições de carregamento com a tensão máxima permissível definida pela multiplicação do fator de utilização permissível (η_P) com um coeficiente (β) que depende do tipo de estrutura e será discutido mais adiante.

Os fatores de utilização permissíveis são uma função das condições de carregamento, modo de falha e grau de importância do membro estrutural analisado. Eles são calculados pela seguinte equação:

$$\eta_P = \beta . \eta_0$$

Onde η_0 é o fator de utilização básico, eles são definidos em função das condições de carregamento apresentadas na tabela 1, conforme pode ser visto na tabela abaixo:

Tabela 2 - Fator de utilização básico

Fator	Condição de Carregamento				
ratui	a)	b)	c)		
η_0	0.60	0.80	1.00		

O coeficiente β está relacionado com a estabilidade estrutural do membro que está sendo analisado. A recomendação da referência [2] é que, se o membro sob análise for uma viga, se utilize sempre o fator $\beta=1$.

2.2. Critério De Estabilidade

A análise da estabilidade estrutural das vigas será feita de acordo com os critérios propostos na referência [5].

Segundo a referência citada acima, a resistência a flambagem de membros estruturais sujeitos a ação combinada de compressão axial e tensão devido a flexão devem satisfazer os seguintes requerimentos:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ex}}\right)F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ey}}\right)F_{by}} \le 1.0 \quad (euqação\ H1 - 1)$$

$$\frac{f_a}{0.60F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \le 1.0 \quad (euqação~H1-2)$$

Quando $f_a/F_a \leq 0.15$ a equação H1-3 é utilizada em vez da equação H1-1.

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \le 1.0 \quad (euqação~H1 - 3)$$

Para membros submetidos a tração axial e momento fletor, a estabilidade da estrutura deve ser avaliada pelo seguinte critério:

$$\frac{f_a}{F_t} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \le 1.0 \quad (euqação \ H2 - 1)$$

Nas equações H1-1, H1-2, H1-3 e H2-1, as subscritas x e y indicam o eixo sobre o qual o momento está atuando.

 f_a : tensão axial calculada (tração ou compressão), em ksi;

 f_b : tensão de flexão calculada, em ksi;

 F_a : tensão de compressão axial que seria permitida se somente a força axial agisse sozinha, em [ksi];

 F_b : tensão de flexão de compressão que seria permitida se somente o momento fletor agisse sozinho, em [ksi];

$$F_t = 0.6F_{\rm v}$$
;

 F_{v} é a tensão limite de escoamento do material;

 F'_e : tensão de Euler dividida por um fator de segurança, em ksi. Na expressão acima, l_b é o vão livre da viga no plano de flexão e r_b é o raio de giração correspondente. O fator k é o fator de comprimento efetivo no plano de flexão.

$$F'_{e} = \frac{12\pi^{2}E}{23(kl_{b}/r_{b})^{2}};$$

O raio de giração pode ser estimado pela seguinte equação:

$$r_b = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Onde I é a inércia no plano de giro da viga e A é sua área transversal.

Embora a estabilidade da estrutura deva ser vista como um todo, incluindo não só as colunas, mas também as vigas, contraventamentos e conexões, um método de se analisá-la é considerar a estabilidade de diferentes tipos de membros considerados como elementos individuais, e então considerar os efeitos dos membros individuais na estabilidade da estrutura como um todo.

O conceito comprimento de flambagem efetivo é um método para estimar os efeitos da interação da estrutura completa em uma coluna a ser considerada. Este conceito utiliza o fator k para equivaler a resistência de um elemento de comprimento lb sob compressão para com a de um elemento de comprimento k.lb ensaiado nas seguintes condições:

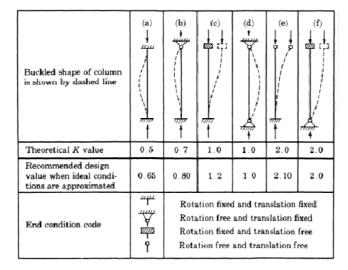


Tabela 3 - Fator de comprimento de flambagem

A manutenção de uma carga axial compressiva (F), em um membro que já esteja sob flexão e possua um deslocamento no plano de curvatura (x), gera um momento secundário igual ao produto resultante da excentricidade e da carga axial aplicada, o que não se reflete na tensão f_b .



Figura 10 - Viga sob tensão combinada

Para computar este momento adicional no projeto dos membros sujeitos a tensões axiais combinadas e flexão, a Equação (H1-1) requer que f_b seja amplificada por um fator:

$$\left(1 - \frac{f_a}{F'_{ex}}\right)$$

Dependendo da forma do diagrama de momento aplicado no membro em questão, este fator pode superestimar a magnitude do momento secundário. Para contornar esse problema, o fator de amplificação é modificado por um fator de redução \mathcal{C}_m .

Como a combinação de tensão de compressão com tensão de flexão é mais afetada pelo fator de amplificação do que pelo fator de redução, o valor de 0.85 pode ser adotado para C_m .

A máxima tensão permitida (F_a) para membros sob compressão axial, que tenham a razão de esbeltez (kl/r) inferior a C_c é:

$$F_{a} = \frac{\left[1 - \frac{(kl/r)^{2}}{2C_{c}^{2}}\right]F_{y}}{\frac{5}{3} + \frac{3(kl/r)}{8C_{c}} - \frac{(kl/r)^{3}}{8C_{c}^{3}}}$$

Onde:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$

Quando kl/r é superior a \mathcal{C}_c , a tensão permissível é:

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(kl/r)^2}$$

A máxima tensão permitida (F_b) para membros submetidos a momentos fletores é determinada em função do plano de atuação do momento e das características de seção da viga. Esse critério muda se o perfil em questão for considerado compacto ou não.

Os critérios que definem se a seção é compacta é apresentado a seguir:

Tabela 4 - Limites para vigas compactas

Elemento	Dozão	Limite	
Elemento	Razão		Não Compacto
Flanges de perfil I de vigas extrudadas	b/t	$65/\sqrt{Fy}$	$95/\sqrt{Fy}$
Vigas de seção circular	D/t	3300/Fy	_

Na tabela acima o parâmetro b equivale a meia largura do flange de um perfil I (b_f). Os perfis utilizados na estrutura suporte do heliponto são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 5 - Classificação das vigas da estrutura

Perfil	Seção	b/tf ou D/t	Fy [ksi]	Compacto	Não Compacto	Critério
W 200x46.1 (H)	$\begin{array}{c c} & b_{f} \\ \hline \\ $	9.23	51.49	9.02	13.20	Não Compacto
Tubo ø168.3x7.1	t D	23.71	51.49	63.58	-	Compacto

Tendo em vista a caracterização dos perfis utilizados, foram definidas as tensões permissíveis ${\it F_b}$ para cada condição.

Para membros com seção I não compacta, a tensão F_b , quando o momento fletor atua no eixo forte do perfil é calculada pela seguinte expressão:

$$F_b = F_y \left[0.79 - 0.002 \frac{b_f}{2t_f} \sqrt{F_y} \right]$$

Entende-se por eixo forte da seção, o eixo do plano de maior momento de inércia. Já o eixo fraco é o eixo do plano de menor momento de inércia.

Para membros com seção I não compacta, a tensão F_b , quando o momento fletor atua no eixo fraco do perfil é calculada pela seguinte expressão:

$$F_b = 0.60 F_y$$

Para membros com seção circular compacta, a tensão F_b é calculada pela seguinte expressão:

$$F_b = 0.66 F_y$$

Neste caso, devido a simetria da seção, não se distingue o eixo forte do fraco sendo o critério acima aplicado de forma independente do plano de atuação do momento fletor.

3. MODELO ESTRUTURAL

Para analisar o comportamento estrutural da estrutura em resposta aos carregamentos solicitados foi feito um modelo em elementos finitos, que é descrito neste capítulo.

3.1. Geometria do Modelo

Para melhor representar as tensões instaladas na estrutura devido à operação dos helicópteros e a ação das cargas ambientais, foram utilizados elementos de viga do tipo CBEAM para modelar a estrutura de suportação e elementos de massa do tipo CONM para modelar a estrutura do heliponto.

Os elementos do tipo CBEAM são elementos unidimensionais, as propriedades atribuídas a ele são a capacidade de torção, tração, compressão, flexão em dois planos perpendiculares e a resistência ao cisalhamento. Já os elementos do tipo CONM são usados para definir uma massa concentrada em um ponto.

As massas concentradas foram modeladas nos pontos de contato entre o heliponto e a estrutura de suportação. A massa do heliponto é de 23,6 toneladas e foi igualmente distribuída nos 25 pontos de contato.

Massa do heliponto =
$$\frac{23,6}{25}$$
 = 0,944 toneladas por ponto de contato

As figuras abaixo ilustram o modelo da estrutura de suportação do heliponto:

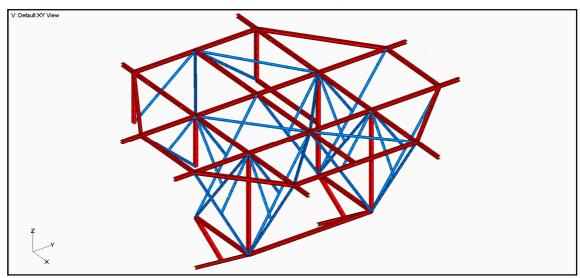


Figura 11 - Modelo estrutural vista global

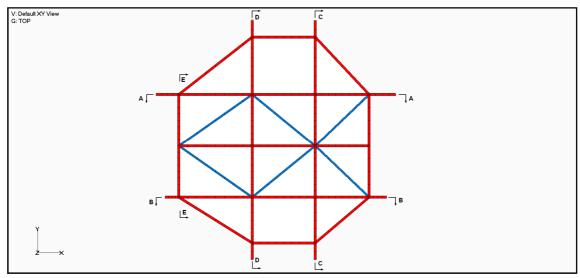


Figura 12 - Modelo estrutural - Vista superior

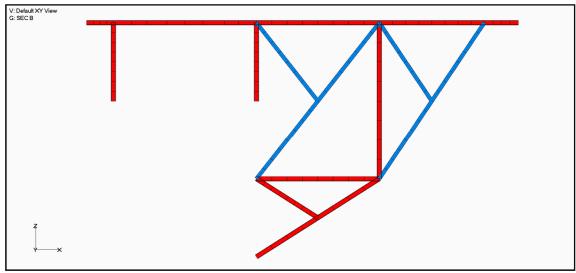


Figura 13 - Modelo estrutural - seção 3-E

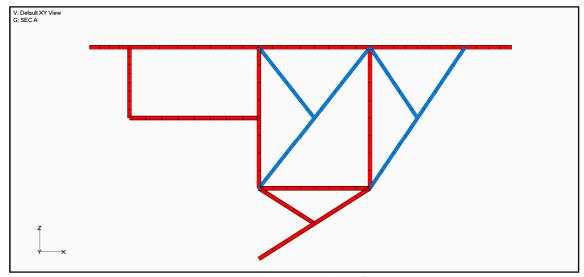


Figura 14 - Modelo estrutural - seção 3-G

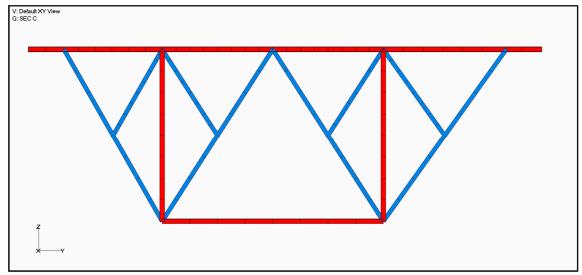


Figura 15 - Modelo estrutural - seção 7-G

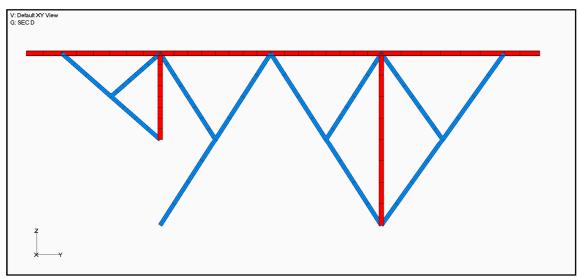


Figura 16 - Modelo estrutural - seção 7-E

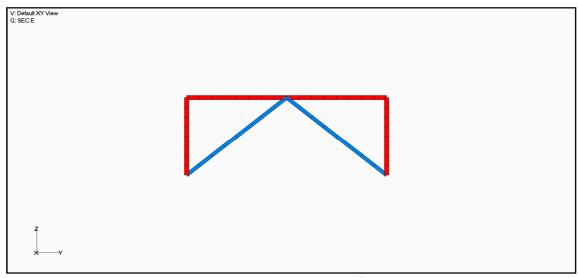


Figura 17 - Modelo estrutural - seção 7-D

3.2. Sistema de Referência

Como a plataforma não se trata de um navio, não é usada a nomenclatura usual para esses casos. Como por exemplo: vante, ré, bombordo e boreste. Sendo assim, foi importante definir um sistema de coordenadas que permitisse uma melhor identificação da estrutura. O sistema adotado é apresentado a seguir:

Eixo	Direção	Sentido
Х	Longitudinal	do oeste para o leste
Υ	Transversal	do sul para o norte
7	Vertical	do nível do mar ao heliponto

Tabela 6 - Sistema de coordenadas

O sistema de unidades adotado na modelação da estrutura faz parte do sistema internacional de unidades (SI), e é apresentado na tabela a seguir.

Grandeza	Unidade	Símbolo
Força	Newton	N
Comprimento	Milímetro	mm
Tempo	Segundo	S
Massa	Tonelada	t

Tabela 7 - Sistema de unidades

3.3. Material

As vigas da estrutura suporte são de aço especial com a tensão limite de escoamento de 355 *MPa*. Esse material é classificado como aço NV A36 pela DN, na referência [4]. Na modelagem do material da viga, foi considerado que o mesmo tem comportamento linear elástico e possui propriedades isotrópicas.

Um material com comportamento linear elástico é aquele que, quando submetido a um carregamento, apresenta uma relação linear entre tensão e deformação. Com respeito às deformações, podemos dizer que elas não são permanentes, ou seja, uma vez removida a carga, o material retorna ao seu estado original.

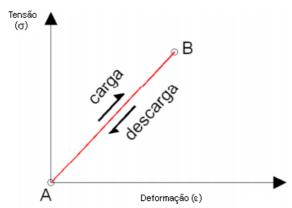


Figura 18 - Relação tensão x deformação de um material linear elástico

Dizer que o material tem propriedades isotrópicas significa dizer que ele tem as mesmas características em todas as direções ou, expresso de outra maneira, material com características simétricas em relação a um plano de orientação arbitrária.

A tabela a seguir apresenta as propriedades do material modelado:

Tabela 8 - Propriedades do material modelado

Propriedade	Símbolo	Valor	Unidade
Módulo de Elasticidade	E	206000	N/mm^2
Densidade	ρ	7.85E-9	t/mm³
Coeficiente de Poisson	ν	0.3	_

3.4. Propriedades

As propriedades utilizadas foram modeladas de acordo com a geometria do perfil das vigas adotadas na estrutura. Ela é constituída de dos tipos de perfis, o perfil W200x46.1(H) para as vigas e o perfil cilíndrico de 168.3 milímetros de diâmetro para os contraventamentos.

Tabela 9 - Propriedades do modelo

		Tensão de		
		Escoamento	Inércia	Área
	Material	[N/mm²]	[mm4]	[mm2]
W 200x46.1 (H)	NV A36	355.0	44761533.0	5769.2
Tubo ø168.3x7.1	NV A36	355.0	11701864.0	3595.3

As figuras a seguir ilustram as propriedades modeladas:

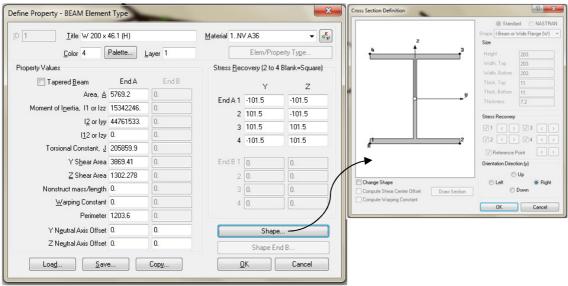


Figura 19 - Propriedade W200x46.1(H)

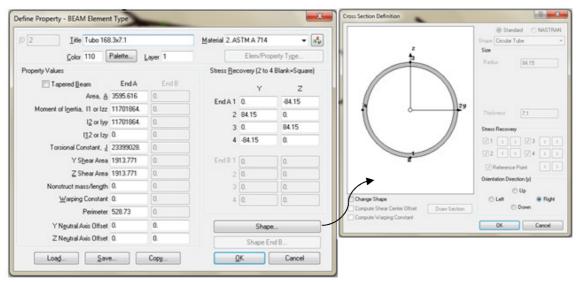


Figura 20 - Propriedade Tubo ø168.3x7.1

Também foi modelada a propriedade de massa, utilizadas pelos elementos de massa que representam a estrutura de heliponto.

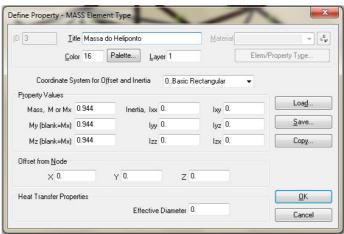
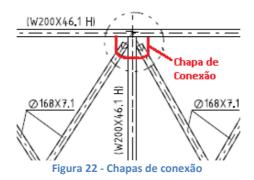


Figura 21 - Propriedade da massa do heliponto

3.5. Chapas de Conexão

As conexões entre as vigas de perfil H e os tubos da estrutura de suportação do heliponto são feitas por chapas de conexão (Chapas *Gusset*). É entendido que essas placas não apresentam rigidez fora do plano da placa, não resistindo assim a momentos fletores fora do plano.



20

Na modelagem da malha de elementos finitos no FEMAP, por padrão todos os graus de liberdade entre os elementos são automaticamente conectados. Caso você identifique que um elemento não é estruturalmente ligado a todos os seis graus de liberdade nos nós de cada extremidade, você pode especificar os graus de liberdade que você queira liberar.

Feita essas ponderações, como as chapas de conexão não foram modeladas, a rotação fora do plano onde as placas de localizariam, dos nós dos elementos de viga de perfil tubular, localizados na extremidade onde se tem a conexão dos tubos com os perfis H, precisam ser liberadas. Isso foi feito através do comando *release* do FEMAP.

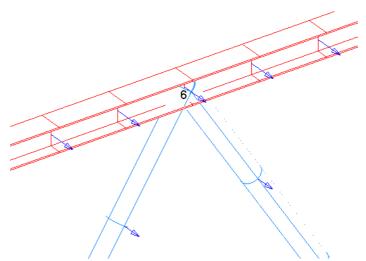


Figura 23 - Grau de liberdade dos elementos nas conexões

A figura acima apresenta um exemplo desse procedimento. O número 6 em cima do nó onde os elementos do tubo chegam nos elementos da viga representa o grau de liberdade que foi liberado. Para o NASTRAN, os graus de 1 a 6 representam respectivamente as translações e rotações em x,y e z. O vetor em azul na figura 23 é o eixo y de cada elemento. Isso significa que a rotação mo eixo z nos nós dos elementos de tubo que estão conectados a viga foram liberados, ou seja, a rotação fora do plano da chapa de conexão foi liberada.

As figuras no Anexo IV ilustram os graus de liberdade liberados nas conexões.

3.6. Condições de Contorno

A estrutura de suportação conecta o heliponto com a estrutura da plataforma. Ela precisa ser projetada para transmitir todas as cargas de operação do helicóptero, de peso próprio e ambientais do heliponto para a estrutura da unidade.

A conexão entre a estrutura suporte e o módulo de acomodações será assumida como rígida suficiente para considerar a estrutura suporte engastada nas colunas do módulo. A figura a seguir ilustra as condições de contorno aplicadas no modelo.

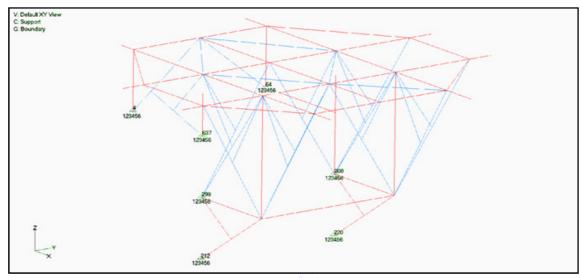


Figura 24 - Condição de contorno

4. CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO

Durante a fase de projeto da estrutura de suportação, o projetista deve assegurar que todos os casos de carregamento possíveis serão identificados e testados, e que as piores condições encontradas sejam utilizadas para o dimensionamento da estrutura.

As condições de carregamento foram definidas a partir das regras da DNV, referências [2] e [6], das Normas da Autoridade Marítima Brasileira – NORMAM, referência [7], e do Instituto Americano de Petróleo – API, referência [8].

Cada regra citada acima recomenda um conjunto particular de combinações de carregamento a ser considerado no projeto. Adotando uma medida conservadora, para cada carregamento identificado, foi adotada a exigência mais rigorosa entre as regras.

As condições de carregamento identificadas foram:

• Condição Estática

Nesta condição, são consideradas o peso próprio do heliponto e do helicóptero e a carga viva.

• Condição de Operação de Projeto (DOC)

Nesta condição, são consideradas o peso próprio do heliponto, a carga de vento de 1 ano e as cargas de pouso normal do helicóptero.

• Condição Ambiental Extrema (DEC)

Nesta condição, são consideradas o peso próprio do heliponto e do helicóptero e a carga de vento de 100 anos.

• Condição de Operação de Emergência

Nesta condição, são consideradas o peso próprio do heliponto, a carga de vento de 1 ano e as cargas de pouso de emergência do helicóptero.

As cargas identificadas na etapa de projeto, as quais iriam atuar na estrutura do heliponto são descritas abaixo:

- Peso morto
- Carga viva
- Carga de vento
- Cargas do helicóptero

4.1. Peso Morto

No projeto da estrutura de suportação devem ser consideradas a aceleração da gravidade e as forças inerciais devido ao movimento da unidade. Como se trata de uma unidade em que o helicóptero só irá operar quando ela estiver elevada, pode-se dizer que nestas condições as acelerações sofridas pela plataforma são nulas. Sendo assim somente o peso próprio do heliponto e da estrutura suporte serão computados.

A valor considerado para a aceleração da gravidade foi de $9807mm/s^2$.

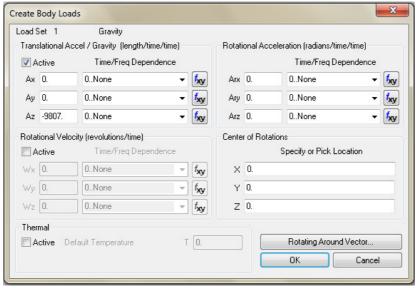


Figura 25 - Aceleração da gravidade

4.2. Carga Viva

Bem como o peso próprio da estrutura, o heliponto deve ser projetado para suportar cargas impostas no convés devido ao fluxo de pessoas, operação de reabastecimento, movimentação de equipamentos, provisórios e outros.

Segundo a referência [8], no capítulo 5, a carga viva deve ser aplicada como uma pressão (P_{CV}) equivalente a $2kN/m^2$ uniformemente distribuída em toda a área do heliponto.

Para aplicar essa carga no modelo multiplicou-se a pressão pela área do heliponto (A_H) , calculada através do desenho do heliponto [9], para se obter a força total a ser aplicada. Em seguida essa força foi igualmente distribuída nos 25 pontos de apoio entre o heliponto a estrutura de suportação.

$$P_{CV} = 2kN/m^{2}$$

$$A_{H} = 361.87m^{2}$$

$$F_{CV} = \frac{P_{CV}xA_{H}}{25}$$

$$F_{CV} = \frac{2[kN/m^{2}]x361.87[m^{2}]}{25} = 28.949kN$$

$$F_{CV} = 28949N$$

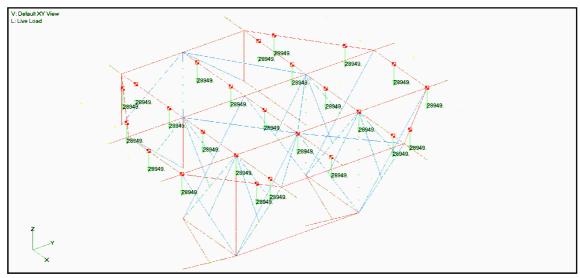


Figura 26 - Carga viva

4.3. Carga de Vento

As instalações do heliponto devem permitir a operação do helicóptero em qualquer condição meteorológica que permita a operação do helicóptero. Sendo assim, faz-se necessário estudar os efeitos da carga de vento agindo sobre a estrutura suporte do heliponto.

A definição das cargas e do perfil de vento será feita de acordo com a referência [9]. Em localizações *offshore*, o perfil de vento de *Frøya* é o mais indicado por ser considerado o melhor perfil de vento para esse tipo de região.

O modelo de Frøya implica que a expressão apresentada a seguir pode ser usada para a conversão do vento de referência com período (T_o) de uma hora e com velocidade U_0 a uma altura H acima do nível do mar, para um vento com velocidade U com período médio T a uma altura Z acima do nível do mar.

$$U_{(T,z)} = U_0 \left\{ 1 + C \cdot \ln \frac{z}{H} \right\} \cdot \left\{ 1 - 0.41 \cdot I_U(z) \cdot \ln \frac{T}{T_0} \right\}$$

Onde H = 10m, $T_o = 1h$ ou 3600s e onde:

$$C = 5.73.10^{-2}.\sqrt{1 + 0.148U_0}$$

$$I_U = 0.06. (1 + 0.043 U_0). \left(\frac{z}{H}\right)^{-0.22}$$

De acordo com a referência [6], as cargas de vento devem ser calculadas para um vento com período médio $\it T$ de 3 segundos.

O vento de referência adotado para a nálise é apresentado na tabela a seguir. A sigla 'WS,1hr@10m(m/s)' indica a velocidade do vento de referência, em metros por segundo, com período de retorno de uma hora a uma altura de 10 metros acima do nível do mar.

Tabela 10 - Vento de referência

Omni Directional	HS(m)	TP(s)	WS,1hr@10m(m/s)	VC,Surf(m/s)
1-year	4.8	11.08	15.70	1.00
10-years	6.6	13.15	19.63	1.25
100-years	8.3	14.86	23.26	1.51
1000-years	9.9	16.39	26.87	1.70

Como explicado no início deste capítulo, só serão estudados casos de carregamento com ventos de 1 e 100 anos.

A altura máxima do heliponto em relação ao nível do mar é de 57.8 metros. Essa altura será utilizada como referência para o cálculo da ação do vento em todas as vigas da estrutura de suportação.

Caso	U_0 [m]	/s]	H[m]	$T_0[s]$	z[m]	T[s]	С	I_U	$U_{(T,z)}\left[m/s\right]$
DOC	1 ano	15.70	10.0	3600	57.8	3	0.10	0.07	22.27
DEC	100 anos	23.26	10.0	3600	57.8	3	0.12	0.08	34.87

Segundo a referência [9], a pressão básica do vento (q) é dada pela equação de Bernoulli:

$$q = \frac{1}{2} \rho_a U_{(T,z)}^2 [N/m^2]$$

Onde a densidade do ar é dada por $1.226kg/m^3$.

Para aplicar essa carga no modelo, decidiu-se linearizá-la em função do comprimento de cada membro estrutural, já que as vigas foram modeladas como elementos unidimensionais, para assim poder aplicá-la como um carregamento distribuído. A distribuição de força de vento (F_V) ao longo do comprimento de um membro estrutural, agindo no sentido normal a superfície é calculada pela seguinte equação:

$$F_V = C.q.d[N/m]$$

Onde:

C: coeficiente de chapa;

d: altura do membro estrutural, ortogonal ao comprimento.

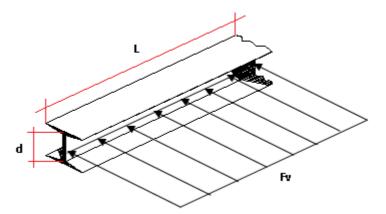


Figura 27 - Ação do vento nos perfis

A tabela a seguir resume as cargas de vento calculadas para cada perfil de viga e para cada condição de vento, já convertidas para o sistema de unidades adotado.

 $F_V[N/mm]$ Seção d[mm] \mathcal{C} DOC DEC W 200x46.1 (H) 203.0 1.6 0.099 0.242 Tubo ø 168.3x7.1 168.3 0.026 0.5 0.063

Tabela 11 - Resumo das cargas de vento

Os coeficientes de chapa dos perfis utilizados na estrutura foram retirados da referência [9]. Independente do ângulo de incidência do vento em relação ao perfil, que irá variar, optou-se pelo conservadorismo e foi escolhido a maior valor de \mathcal{C} para cada perfil.

Pressupõem-se que o vento posse incidir sobre a estrutura sobre um plano paralelo ao nível do mar com qualquer algulação, de 0 a 360°. Sendo assim, para melhor avaliar as interações entre as diferentes posições em que o helicóptero pode aterrisar e as cargas ambientais, as cargas de vento foram aplicadas rodeando a entrura em 360° com passo de 90°. Ou seja, incidindo em +X, +Y, -X e -Y. As imagens com as cargas de vento aplicadas são apresentadas no anexo I.

4.4. Cargas do Helicóptero

É importante que o projetista conheça os parâmetros como dimensões principais, peso e área de contato com o solo de todos os helicópteros que possam vir a operar no heliponto para garantir que ele permanecerá adequado para uso futuro.

Pensando nisso, o heliponto será projetado para receber o mais pesado helicóptero identificado. É o modelo S92 da fabricante *Sikorsky*. Os dados dessa aeronave foram obtidos através da referência [1] e sua ficha técnica é apresentada no Anexo I.

A estrutura de suporte, junto com o heliponto, deve ser projetada para suportar todo o tipo de operação do helicóptero possível que, quando combinada com outras cargas, gere o cenário mais desfavorável para a estrutura. Pensando nisso, serão calculadas as cargas devido ao helicóptero aterrissado no heliponto, e devido a sua aterrissagem normal e de emergência.

As cargas do helicóptero foram calculadas de acordo com as referências [7] e [10]. Elas serão transferidas ao heliponto através da área de contato do trem de aterrissagem, que é mostrado na figura a seguir:

UNDERCARRIAGE FOOTPRINT - LOADS FOR PLANNED AIRCRAFT GROWTH

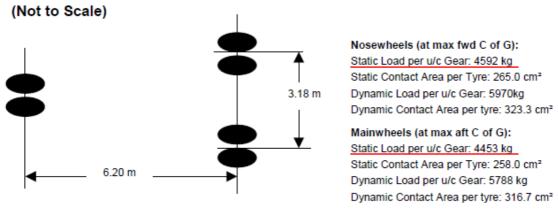


Figura 28 - Interface de contato entre o helicóptero e o heliponto

A carga no modelo será aplicada como uma força concentrada nos três pontos de apoio do helicóptero mostrado na figura acima.

Segundo a referência [10], em todos os casos a carga do helicóptero deve ser considerada como distribuída nos pontos de contato do trem de pouso na mesma proporção que é quando a aeronave está estática em uma superfície horizontal.

Através da carga estática por trem de aterrissagem mostrada na figura 25, é possível checar que 34% da carga ficam concentradas na roda do nariz.

Carga na roda do nariz na condição estática = 4592 Kg

Carga nas rodas principais na condição estática = 2.4453 Kg = 8906Kg

$$\textit{Concentra}\\ \texttt{\~{a}\~{o}}\;\textit{na}\;\textit{roda}\;\textit{do}\;\textit{nariz} = \frac{4592}{(4592 + 8906)} = 34\%$$

O restante fica distribuído nas duas rodas principais traseira, 33% em cada. A massa do helicóptero S92 que será utilizada nos cálculos será a máxima massa de decolagem (MTOW) que equivale a 12837~kg.

• Carga devido ao helicóptero aterrissado

A carga a ser transferida a estrutura de suportação do heliponto devido ao helicóptero aterrissado no heliponto consiste no peso próprio da aeronave, já que a unidade não sofre acelerações significativas quando elevada. Ela pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$F_{H AT} = g.MTOW = 125892 N$$

Onde g é a aceleração da gravidade. Essa carga será dividida entre os pontos de contato do trem de aterrissagem da seguinte maneira:

Roda do Nariz: $F_{H\ RN} = F_{H\ AT}$. 34% = 42804 N

Roda do Principal (individual): $F_{H,RP} = F_{H,AT}$. 33% = 41545 N

Carga devido a aterrissagem normal

Segundo a referência [10], para simular o impacto do helicóptero no heliponto, a força total do helicóptero durante a aterrissagem deve ser calculada levando em conta um fator de amplificação igual a 2.

$$F_{H AN} = 2. g. MTOW = 251785 N$$

Essa carga será dividida entre os pontos de contato do trem de aterrissagem da seguinte maneira:

Roda do Nariz: $F_{H RN} = F_{H AN}$. 34% = 85607 N

Roda do Principal (individual): $F_{H\ RP} = F_{H\ AN}$. 33% = 83089 N

• Carga devido a aterrissagem de emergência

Segundo a referência [7], para simular o impacto do helicóptero no heliponto em casos de aterrissagem de emergência, onde o piloto não tem total controle sobre a aeronave, a força total deve ser calculada levando em conta um fator de amplificação igual a 2.5.

$$F_{H AM} = 2.5. g. MTOW = 314731 N$$

Essa carga será dividida entre os pontos de contato do trem de aterrissagem da seguinte maneira:

Roda do Nariz: $F_{H RN} = F_{H AM}$. 34% = 107010 N

Roda do Principal (individual): $F_{H RM} = F_{H AN}$. 33% = 103860 N

As cargas do helicóptero foram aplicadas de acordo com as possíveis operações do heliponto.

Chegou-se a conclusão em que as circunstâncias em que ele ficaria parado sobre o heliponto seriam nas condições estáticas e ambientais extremas (DEC). É entendido que em condições ambientais extremas, com ventos centenários, o helicóptero não irá operar, ficando no máximo estivado no heliponto.

Para as condições de aterrissagem normal, é entendido que o helicóptero só irá aterrissar dentro da área de aproximação final e decolagem (AAFD), que é definida na referência [7] como sendo a área na qual a fase final da manobra de aproximação para vôo pairado ou pouso é completada e na qual a manobra de decolagem é iniciada.

Já nas condições de aterrissagem de emergência, é pressuposto que o piloto não terá total controle da aeronave. Sendo assim, será considerado que o helicóptero poderá cair em qualquer região do heliponto.

As figuras do modelo com a região em que foram aplicadas as cargas de operação do helicóptero são apresentadas no Anexo II.

4.5. Combinação de Cargas

Tendo em vista que o heliponto deve ser projetado para a pior das circunstâncias, todas as direções de vento foram combinadas com todas as possíveis cargas operacionais do helicóptero criando assim, 53 condições de carregamento possíveis a serem analisadas.

Tabela 12 - Casos de carregamento

				_																				,
			,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Ι,	Pour Emercia 1	Pour Emercia?	/3°)	Pouc Emercia	13	Care Care Care Care Care Care Care Care
				-/.	-/.	/.		Pow Normal.	A MOMON OF	S Now Word	Security of the second	J. Paulon or Mo	Semon of Went	s /.	/.						£ / 5			1 (Sep (C) Semicia (C) 2 (Sep (C) Sep (C) 2 (Sep (C) Sep (C) S
			/	\$ 500 E.S.	1 200 C + 1	* 00° (**)	1.500 c. 1.000 c. 1.0	1	1	1	/£ 0	\\ \tilde{k}	1	7. 3. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.	Vega Cot	10 0 0 C. T. S.	A CONTROL OF CONTROL O	15	18	15	/ E	18	18	/8°/
			Veg / 1990	\display /	\g^/	\g/	ૂંજે/	\ \$	8⁄	ું કુંજે /	ું કુંજે /	₹ /	\ \	\$/	\$/	§ /	\$/	8/	8/	8/	્રેજ /	8/	8/	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
		1,50	1.5	*/_\$	*/_\$	*/_\$	్క్రిస్ట్	3/08	³ /35	³ /05	³ /3	³ / ₀ 3	ž/\$	\.\$	1.8	¥/\$	60) \s	3 / S) 	³ /08	³ /08	Ĭ Į	
Estático	1	1	((-	(~	(-	\leftarrow	$\overline{}$	\cap	\cap	$\overline{}$		(~	(-	((~	$\overline{}$	\cap	\leftarrow		$\overline{}$	\cap	1	1
	2	1	1				1																_	
	3	1		1			1																	
	4	1			1		1																	
	5	1				1	1															├		
	6	1	1	-			-	1														_		
	7 8	1		1	1		-	1														-		
	9	1			1	1		1																
	10	1	1			-		1	1															
	11	1	_	1					1													t		
	12	1			1				1															
000	13	1				1			1															
ŏ	14	1	1							1														
	15	1		1			<u> </u>			1								_				<u> </u>		
	16	1			1		_			1												_		
	17	1	1			1	-			1	1											-		
	18 19	1	1	1			 				1											-		-
	20	1		1	1		-				1											_		
	21	1			+	1					1													
	22	1	1			<u> </u>					_	1												
	23	1		1								1												
	24	1			1							1												
	25	1				1	Щ					1										<u> </u>		
	26	1					ـــــ						1									ـــــ	1	1
DEC	27	1					-							1	_							_	1	1
	28 29	1					₩								1	1						_	1	1
	30	1	1													1	1					\vdash	1	1
	31	1	<u> </u>	1													1					\vdash		
	32	1			1												1							
	33	1				1											1							
	34	1	1															1						
	35	1		1			₩											1				_		Ш
	36	1			1		₩											1				<u> </u>		\square
	37	1	_			1	-											1	-			_		
	38 39	1	1	1			-												1			_		
œ	40	1		+	1		_												1			\vdash		
ênci	41	1			1	1													1					
Emergência	42	1	1			<u> </u>													<u> </u>	1				\Box
E	43	1		1																1				
ļ	44	1			1															1				
	45	1				1														1				
	46	1	1				Ь—														1			Ш
	47	1		1			₩														1	_		\square
	48	1			1	4	-														1	_		\vdash
	49 50	1	1			1	\vdash											\vdash			1	1		\vdash
	51	1	1	1			_															1		
	52	1		+	1		\vdash															1		\vdash
ŀ	53	1			Ť	1	\vdash															1	\vdash	

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Com base nos critérios de avaliação dos modos de falha da estrutura, a partir da simulação através do modelo em elementos finitos, foi possível analisar o comportamento estrutural do suporte do heliponto.

5.1. Análise dos Níveis de Tensão

A partir dos casos de carregamento que a estrutura de suportação estará submetida, identificados no item 4, e dos critérios sugeridos pela referência [2], foi possível identificar os fatores de utilização permissíveis:

Classificação Caso de Carregamento В η_0 η_P Estático 1.00 0.60 0.60 a) DOC a) 1.00 0.60 0.60 DEC b) 1.00 0.80 0.80 Emergência 1.00 1.00 c) 1.00

Tabela 13 - Fatores de utilização permissíveis

Os resultados foram para cada uma das 53 combinações de carregamento foram divididos em envelopes de acordo com cada condição de carregamento. Os resultados são apresentados divididos em grupos de acordo com cada tipo de viga utilizada no modelo.

A tensão instalada nas vigas utilizada para fazer a comparação com a tensão limite permitida foi a máxima tensão combinada, que leva em consideração a combinação das tensões axiais e de flexão instaladas nas vigas devido ao carregamento.

Na tabela abaixo, a máxima tensão combinada instalada (σ_{inst}) é comparada com a tensão permitida (σ_y) através do fator de utilização (FU), este valor tem que obrigatoriamente respeitar os limites indicados na tabela 13.

Caso de	Perfi	ΙΗ	EH	Perfil Tu	FU	
Carregamento	σ_{inst} [MPa]	σ_y [MPa]	FU	σ_{inst} [MPa]	$\sigma_{inst} [MPa] \sigma_{y} [MPa]$	
Estático	169.20	355.00	0.48	98.33	355.00	0.28
DOC	152.60	355.00	0.43	72.30	355.00	0.20
DEC	178.80	355.00	0.50	99.38	355.00	0.28
Emergência	187.40	355.00	0.53	88.88	355.00	0.25

Tabela 14 - Resultados de tensão das vigas

Os resultados dos níveis de tensão são apresentados nas figuras no anexo V.

5.2. Análise da Estabilidade

A estabilidade estrutura foi analisada de acordo com o item 2.2. Os dados de entrada necessários para a análise são as tensões de compressão axial e de flexão nos planos dos eixos forte e fraco das vigas. A seguir será explicada a método adotado para a obtenção desses dados através do modelo de elementos finitos.

Em relação a orientação de cada elemento, o eixo x do elemento de viga sempre será o eixo paralelo ao seu comprimento. Para o elemento de viga tipo CBEAM, o NASTRAN calcula as forças axiais no eixo neutro e os momentos fletores em dois planos de referência no eixo neutro, os plano xy (Plano 1) e xz (Plano2) indicados na figura abaixo.

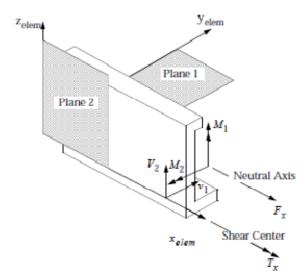


Figura 29 - Orientação do elemento de viga

Os eixos x e y, citados no item 2.2 e na AISC equivalem respectivamente aos eixos y e z do elemento no NASTRAN.

A tensão de flexão em relação ao eixo x da AISC (f_{bx}) será calculada a partir do vetor do momento em relação ao plano 2 (eixo y do NASTRAN) e módulo de seção da viga (SMx).

$$f_{bx} = \frac{M_{PLANO2}}{SMx}$$

A tensão de flexão em relação ao eixo y da AISC (f_{by}) será calculada de forma análoga.

$$f_{by} = \frac{M_{PLANO1}}{SMx}$$

A tensão axial atuante nas vigas será calculada a partir do vetor de força axial calculado (F_{AXIAL}) no NASTRAN e da área seccional da viga (A_T) .

$$f_a = \frac{F_{AXIAL}}{A_T}$$

As propriedades das vigas utilizadas na estrutura são apresentadas na tabela abaixo. Pode-se observar que o perfil H tem o eixo x da AISC (ou y do NASTRAN) como o eixo forte, já que é o eixo de maior inércia. Para o perfil tubular essa designação é irrelevante.

Perfil - W 200 x 46.1 (H) 44761533 mm4 ly Ιz 15342246 mm4 Α 5769.2 mm2 Fy 355 MPa hw 203 mm tw 11 mm lf 203 mm tf 7.2 mm

Tabela 15 - Propriedades da viga H

Tabela 16 - Propriedades da viga tubular

Perfil - Tubo 168.3x7.1										
z	ly	11701864	mm4							
†3	Iz	11701864	mm4							
	Α	3595.616	mm2							
	Fy	355	MPa							
29	D	168.3	mm							
\\	t	7.1	mm							
K										

A seguir será feita a aplicação do método descrito acima para uma viga do modelo ilustrada na figura 30, em um caso específico da condição de operação de projeto (DOC).

O comprimento de flambagem l_b é de $7000\,mm$. De acordo com a tabela 3, o fator de comprimento efetivo k é 1.

Os raios de giração nos planos do eixo x e y são calculados da seguinte maneira:

$$r_{bx} = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{44761533 \text{mm}^4}{5769.2 \text{mm}^2}} = 88.1 \text{ mm}$$

$$r_{by} = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{15342246 \text{mm}^4}{5769.2 \text{mm}^2}} = 51.6 \text{ mm}$$

As tensões críticas de Euller são calculadas pela seguinte expressão:

$$F'_{ex} = \frac{12\pi^2 E}{23(kl_b/r_{bx})^2} = \frac{12.\pi^2.206000}{23(1.7000/88.1)^2} = 168.0 \text{ MPa}$$

$$F'_{ey} = \frac{12\pi^2 E}{23(kl_b/r_{by})^2} = \frac{12.\pi^2.206000}{23(1.7000/51.6)^2} = 57.6 \text{ MPa}$$

Nota que a tensão de Euller está em Megapascal já que o módulo de elasticidade utilizado também está na mesma unidade.

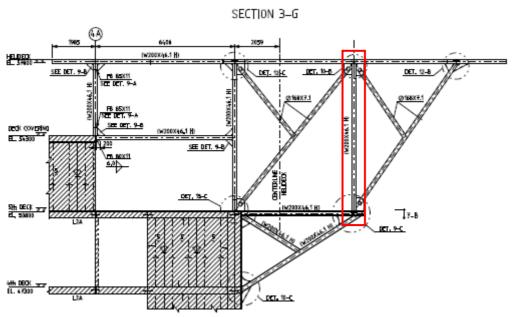


Figura 30 - Checagem de flambagem da coluna na seção 3-G

Para o cálculo da máxima tensão axial permitida (F_a), primeiro é necessário comparar a razão de esbeltez (kl/r) com o parâmetro C_c . Para isso, é recomendado que se use o menor raio de giração da viga.

$$\frac{kl}{r} = \frac{1.7000}{51.6} = 135.7$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2\pi^2 206000}{355}} = 107.0$$

Como $kl/r > C_c$, então:

$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(kl/r)^2} = 57.6 MPa$$

A máxima tensão de flexão permitida (F_b) é calculada em função do plano de atuação do momento. Como o perfil é não compacto e o eixo x da viga é o eixo forte, F_{bx} será calculada pela seguinte expressão:

$$F_{bx} = F_y \left[0.79 - 0.002 \frac{b_f}{2t_f} \sqrt{F_y} \right] = 51.5 \left[0.79 - 0.002 \frac{203}{2.11} \sqrt{51.5} \right] = 33.9 \text{ ksi} = 233.4 \text{ MPa}$$

Onde F_y é a tensão limite de escoamento do material em ksi. A largura (b_f) e a espessura (t_f) do flange foram utilizadas em milímetros e não em polegadas, já que a razão entre elas não vai afetar as unidades.

A máxima tensão de flexão permitida em relação ao eixo y, eixo fraco, será calculada pela seguinte expressão:

$$F_{by} = 0.60F_y = 0.6.355 = 213 MPa$$

Os fatores de redução C_{mx} e C_{my} serão adotados como 0.85.

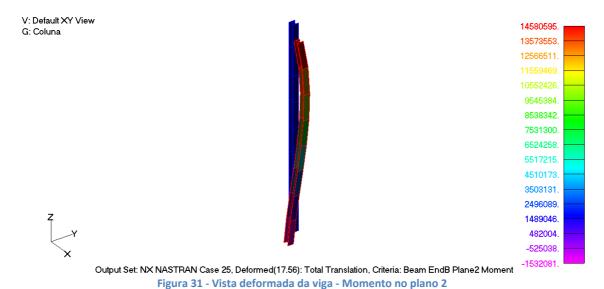
As tensões de flexão instaladas na viga serão calculadas a partir do modelo em elementos finitos. A tensão em relação ao eixo x (Plano 2) é calculada pela seguinte expressão:

$$f_{bx} = \frac{M_{PLANO2}}{SMx}$$

Onde SMx é o módulo de seção em relação ao eixo x da viga. Ele é a razão entre o momento de inércia no eixo x e a máxima distância da linha neutra, que neste caso é a metade da altura da viga.

$$SMx = \frac{I_x}{LN} = \frac{44761533}{(d/2)} = \frac{44761533}{101.5} = 441000.3 \text{ mm}^3$$

Pelo modelo da estrutura, foi possível ver que o maior momento no plano 2 era no sentido positivo, como mostra a figura abaixo.

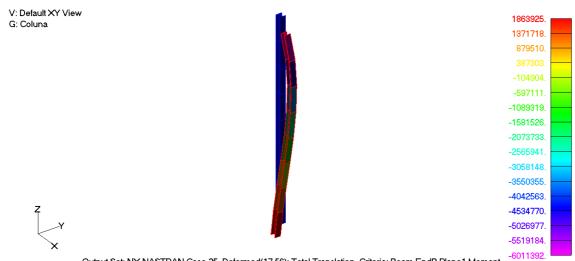


$$M_{PLANO2} = 14580595 N.mm$$

Então:

$$f_{bx} = \frac{M_{PLANO2}}{SMx} = \frac{14580595}{441000.3} = 33.06 MPa$$

Ainda pelo modelo da estrutura, também foi possível ver que o maior momento no plano 1 era no sentido negativo, como mostra a figura abaixo.



Output Set: NX NASTRAN Case 25, Deformed(17.56): Total Translation, Criteria: Beam EndB Plane1 Moment Figura 32 - Vista deformada da viga - Momento no plano 1

$$M_{PLANO1} = -6011392 \ N. mm$$

A tensão em relação ao eixo y (Plano 1) é calculada pela seguinte expressão:

$$f_{by} = \frac{M_{PLANO1}}{SMy}$$

Onde SMy é o módulo de seção em relação ao eixo y da viga. Ele é a razão entre o momento de inércia no eixo y e a máxima distância da linha neutra, que neste caso é a metade da largura do flange.

$$SMy = \frac{I_y}{LN} = \frac{44761533}{(b_f/2)} = \frac{15342246}{101.5} = 151155.1 \text{ mm}^3$$

Então:

$$f_{by} = \frac{6011392}{151155.1} = 39.80 \, MPa$$

A tensão axial instalada na viga também é calculada como a razão entre a força axial na viga e sua área transversal (A_T) .

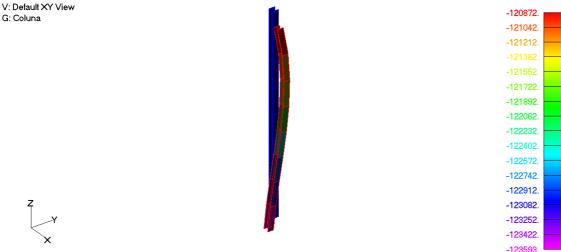
$$f_a = \frac{F_{AXIAL}}{A_T}$$

Pela figura 33, podemos ver que:

$$F_{AXIAI} = -123593 N$$

O sinal negativo significa que ela é uma força de compressão.

$$f_a = \frac{123593}{5769.2} = 21.42 \, MPa$$



Output Set: NX NASTRAN Case 25, Deformed(17.56): Total Translation, Criteria: Beam EndA Axial Force
Figura 33 - Vista deformada - Força axial

Pelos critérios descritos no item 2.2, como o esforço axial na viga é de compressão, e como $f_a/F_a=21.42/57.6=0.37>0.15$, os critérios que devem ser satisfeitos são:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ex}'}\right)F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ey}'}\right)F_{by}} \le 1.0 \quad (euqação\ H1 - 1)$$

$$\frac{f_a}{0.60F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \le 1.0 \quad (euqação~H1-2)$$

eugação H1 − 1:

$$\frac{21.42}{57.6} + \frac{0.85 \cdot 33.06}{\left(1 - \frac{21.42}{168.0}\right)233.4} + \frac{0.85 \cdot 39.8}{\left(1 - \frac{21.42}{57.6}\right)213} = 0.76 \le 1.0$$

eugação H1 − 2:

$$\frac{21.42}{0.6 \cdot 355} + \frac{33.06}{233.4} + \frac{39.8}{213} = 0.43 \le 1.0$$

Pelos cálculos apresentados acima, é possível checar que a viga atende aos critérios de flambagem, propostos pela AISC mediante aos esforços solicitados pelo carregamento prescrito.

O mesmo cálculo foi aplicado para checar a flambagem de todas as vigas e colunas da estrutura para todos os casos de carregamento. Foi feito um envelope máximo e outro mínimo de todos os *outputs* dos casos de carregamento, cada viga foi calculada a partir dos maiores esforços, que não necessariamente ocorriam para o mesmo elemento.

As tabelas a seguir apresentam os resultados obtidos, é possível verificar que todas as vigas foram aprovadas nos critérios de flambagem.

Tabela 17 – Resultados de flambagem

	Vigas W2	200 x 4	6.1(H)		Material: Fy:	NV A36	N/mm²	Perfil:	Н	hw: tw:		mm mm		lf: tf:		mm mm
Elemento	Lb	К	Fa	Fby	Fbz	F'ey	F'ez	fa	fby	fbz	fa/Fa	H1-1	H1-2	H1.3	H2-1	Critério
(ID) 1	[mm] 6406	1.0	[N/mm²] 68.7	[N/mm²] 233.4	[N/mm²] 213.0	[N/mm²] 200.6	[N/mm²] 68.7	[N/mm²] 5.16	[N/mm²] 9.09	[N/mm²] 10.84	0.08				0.11	Ok
2	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	5.16	6.49	6.15	0.08	-	-	-	0.11	Ok
3	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	5.16	3.24	4.01	0.08	-	-	-	0.06	Ok
4	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	5.16	5.19	3.56	0.08	-	-	-	0.06	0k
5 6	6406 6406	1.0	68.7 68.7	233.4	213.0 213.0	200.6 200.6	68.7 68.7	5.16 5.16	10.37 16.20	4.17 4.17	0.08	-	-	-	0.09 0.11	Ok Ok
7	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	5.16	22.67	3.80	0.08	-	-	-	0.14	Ok
8	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	5.16	29.79	2.41	0.08	-	-	-	0.16	Ok
9 10	3259.6 3259.6	1.0	157.4 157.4	233.4 233.4	213.0 213.0	774.6 774.6	265.5 265.5	2.23	10.31 9.37	1.17 2.43	0.01	-	-	-	0.06	Ok Ok
11	7552.27	1.0	49.5	233.4	213.0	144.3	49.5	3.34	132.68	8.19	0.07	-	-	-	0.62	Ok
12	7552.27	1.0	49.5	233.4	213.0	144.3	49.5	3.31	38.69	3.39	0.07	-	-	-	0.20	Ok
13 14	7552.27 7552.27	1.0	49.5 49.5	233.4 233.4	213.0 213.0	144.3 144.3	49.5 49.5	3.30 3.27	51.50 61.66	3.53 4.42	0.07	-	-	-	0.25 0.30	Ok Ok
15	7552.27	1.0	49.5	233.4	213.0	144.3	49.5	3.28	71.35	4.42	0.07	-	-	-	0.34	Ok
16	7552.27	1.0	49.5	233.4	213.0	144.3	49.5	3.31	81.47	4.10	0.07	-	-	-	0.38	Ok
17	7552.27	1.0	49.5	233.4	213.0	144.3	49.5	3.35	81.47	2.28	0.07	-	-	-	0.38	Ok
18 19	7552.27 6173.48	1.0	49.5 74.0	233.4 233.4	213.0 213.0	144.3 215.9	49.5 74.0	3.38 3.70	62.79 34.91	4.26 4.62	0.07	-	-	-	0.30 0.19	Ok Ok
20	6173.48	1.0	74.0	233.4	213.0	215.9	74.0	3.70	20.01	1.73	0.05	-	-	-	0.15	Ok
21	6173.48	1.0	74.0	233.4	213.0	215.9	74.0	3.75	9.87	1.96	0.05	-	-	-	0.07	Ok
22	6173.48	1.0	74.0	233.4	213.0	215.9	74.0	3.77	22.57	2.60	0.05	-	-	-	0.13	0k
23 24	6173.48 6173.48	1.0	74.0 74.0	233.4	213.0 213.0	215.9 215.9	74.0 74.0	3.79 3.82	34.68 46.19	2.60 2.59	0.05	-	-	-	0.18 0.23	Ok Ok
25	6173.48	1.0	74.0	233.4	213.0	215.9	74.0	3.84	46.19	2.38	0.05	-	-	-	0.23	Ok
26	6173.48	1.0	74.0	233.4	213.0	215.9	74.0	3.87	66.30	4.94	0.05	-	-	-	0.33	Ok
27	6863.8 6863.8	1.0	59.9 59.9	233.4	213.0	174.7 174.7	59.9	3.80	34.03	4.34 1.48	0.06	-	-	-	0.18	Ok Ok
28 29	6863.8	1.0	59.9 59.9	233.4	213.0 213.0	174.7	59.9 59.9	3.83 3.85	18.33 12.12	2.50	0.06	-	-	-	0.10 0.08	Ok
30	6863.8	1.0	59.9	233.4	213.0	174.7	59.9	3.88	25.39	2.85	0.06	-	-	-	0.14	Ok
31	6863.8	1.0	59.9	233.4	213.0	174.7	59.9	3.90	37.91	2.85	0.07	-	-	-	0.19	0k
32 33	6863.8 6863.8	1.0	59.9 59.9	233.4 233.4	213.0 213.0	174.7 174.7	59.9 59.9	3.93 3.95	49.70 49.70	2.44	0.07	-	-	-	0.24 0.24	Ok Ok
34	6863.8	1.0	59.9	233.4	213.0	174.7	59.9	3.98	77.86	5.83	0.07	-	-	-	0.38	Ok
35	8126.31	1.0	42.7	233.4	213.0	124.6	42.7	3.58	73.24	5.41	0.08	-	-	-	0.36	Ok
36 37	8126.31 8126.31	1.0	42.7 42.7	233.4	213.0 213.0	124.6 124.6	42.7 42.7	3.54 3.51	83.45 83.45	2.02 3.96	0.08	-	-	-	0.38	Ok
38	8126.31	1.0	42.7	233.4	213.0	124.6	42.7	3.48	74.56	4.30	0.08	-	-	-	0.36	Ok Ok
39	8126.31	1.0	42.7	233.4	213.0	124.6	42.7	3.44	65.64	4.30	0.08	-	-	-	0.32	Ok
40 41	8126.31	1.0	42.7 42.7	233.4	213.0	124.6 124.6	42.7 42.7	3.41 3.37	55.86 43.29	3.33 2.60	0.08	-	-	-	0.27	Ok
41	8126.31 8126.31	1.0	42.7	233.4 233.4	213.0 213.0	124.6	42.7	3.34	137.77	7.45	0.08	-	-	-	0.21 0.64	Ok Ok
43	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.55	108.16	7.20	0.03	-	-	-	0.51	Ok
44	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.55	58.51	3.94	0.03	-	-	-	0.28	0k
45 46	5500 5500	1.0	93.2 93.2	233.4	213.0 213.0	272.1 272.1	93.3 93.3	2.55 2.55	40.55 40.55	2.06 1.71	0.03	-	-	-	0.20 0.19	Ok Ok
47	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.55	28.74	1.71	0.03	-	-	-	0.14	Ok
48	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.55	16.54	1.54	0.03	-	-	-	0.09	Ok
49 50	5500 5500	1.0	93.2 93.2	233.4 233.4	213.0 213.0	272.1 272.1	93.3 93.3	2.55 2.55	9.69 23.44	2.26 3.64	0.03	-	-	-	0.06 0.13	Ok Ok
51	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.55	110.12	8.96	0.03	-	-	-	0.13	Ok
52	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.74	60.51	5.35	0.03	-	-	-	0.30	Ok
53	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.74	38.95	2.62	0.03	-	-	-	0.19	0k
54 55	5500 5500	1.0	93.2 93.2	233.4 233.4	213.0 213.0	272.1 272.1	93.3 93.3	2.74 2.74	38.95 26.76	2.24	0.03	-	-	-	0.19 0.14	Ok Ok
56	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.74	14.33	1.68	0.03	-	-	-	0.14	Ok
57	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.74	12.67	1.98	0.03	-	-	-	0.08	0k
58 59	5500 6406	1.0	93.2 68.7	233.4 233.4	213.0 213.0	272.1 200.6	93.3 68.7	2.74 -1.13	26.77 46.86	4.54 4.35	0.03	-	-	0.24	0.15	Ok Ok
60	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-1.13	96.29	1.31	0.02	-	-	0.44	-	Ok
61	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-1.13	96.29	2.75	0.02	-	-	0.44	-	Ok
62	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-1.13	81.54	3.00	0.02	-	-	0.38	-	Ok
63 64	6406 6406	1.0	68.7 68.7	233.4 233.4	213.0 213.0	200.6 200.6	68.7 68.7	-1.13 -1.13	67.83 53.47	3.00 2.27	0.02	-	-	0.32	-	Ok Ok
65	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-1.13	35.07	2.71	0.02	-	-	0.18	-	Ok
66	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-1.13	117.74	6.64	0.02	-	-	0.55	-	Ok
67 68	5500 5500	1.0	93.2 93.2	233.4 233.4	213.0 213.0	272.1 272.1	93.3 93.3	-1.18 -1.18	116.03 69.96	5.55 2.54	0.01	-	-	0.54	-	Ok Ok
69	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	-1.10	24.36	1.21	0.01	-	-	0.32	-	Ok
70	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	-1.18	21.58	1.93	0.01	-	-	0.11	-	Ok
71	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	-1.18	9.55	1.93	0.01	-	-	0.06	-	0k
72 73	5500 5500	1.0	93.2 93.2	233.4 233.4	213.0 213.0	272.1 272.1	93.3 93.3	-1.18 -1.18	25.43 41.77	1.91 1.13	0.01	-	-	0.13 0.20	-	Ok Ok
74	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	-1.18	58.61	2.86	0.01	-	-	0.28	-	Ok
75	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	-0.20	64.14	3.18	0.00	-	-	0.29	-	Ok
76	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	-0.20	42.16	1.14	0.00	-	-	0.19	-	Ok
77 78	4702.32 4702.32	1.0	118.5 118.5	233.4 233.4	213.0 213.0	372.2 372.2	127.6 127.6	-0.20 -0.20	20.53 21.99	1.42	0.00	-	-	0.10 0.10	-	Ok Ok
79	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	-0.20	42.50	1.72	0.00	-	-	0.19	-	Ok
80	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	-0.20	62.67	1.49	0.00	-	-	0.28	-	Ok
81 on	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	-0.20	62.67	0.77	0.00	-	-	0.27	-	Ok
82	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	-0.20	31.56	2.63	0.00	-	-	0.15	-	Ok

Tabela 18 – Resultados de flambagem

	Vigas W2	200 x 4	16.1(H)		Material: Fv:	NV A36	N/mm²	Perfil:	Н	hw: tw:		mm		lf: tf:		mm mm
Elemento	Lb	к	Fa	Fby	Fbz	F'ey	F'ez	fa	fby	fbz	fa/Fa	mm H1 -1	H1-2	H1-3	H2-1	mm Critério
(ID)	[mm] 3259.6		[N/mm²]	[N/mm²]		[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	0.01				0.07	Ok
172 173	3259.6	1.0	157.4 157.4	233.4 233.4	213.0 213.0	774.6 774.6	265.5 265.5	2.30	8.65 8.03	3.81 5.50	0.01	-	-	-	0.07	Ok
174	3259.6	1.0	157.4	233.4	213.0	774.6	265.5	2.36	7.50	7.55	0.01	-	-	-	0.08	Ok
175	3259.6	1.0	157.4	233.4	213.0	774.6	265.5	2.39	7.06	9.86	0.02	-	-	-	0.09	0k
176 177	3259.6 3259.6	1.0	157.4 157.4	233.4 233.4	213.0 213.0	774.6 774.6	265.5 265.5	2.42 2.45	6.71 6.47	12.43 15.27	0.02	-	-	-	0.10 0.11	Ok Ok
178	3259.6	1.0	157.4	233.4	213.0	774.6	265.5	2.37	11.01	1.02	0.02	-	-	-	0.06	Ok
179	3259.6	1.0	157.4	233.4	213.0	774.6	265.5	2.40	10.04	2.16	0.02	-	-	-	0.06	Ok
180 181	1984 1984	2.0	139.3 139.3	233.4 233.4	213.0 213.0	522.7 522.7	179.2 179.2	0.00	1.98 1.11	3.15 1.77	0.00	-	-	-	-	Ok Ok
182	1984	2.0	139.3	233.4	213.0	522.7	179.2	0.00	0.50	0.79	0.00	-	-	-	-	Ok
183	1984	2.0	139.3	233.4	213.0	522.7	179.2	0.00	0.12	0.20	0.00	-	-	-	-	0k
184	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.78	58.74	2.71	0.04	-	-	0.30	-	Ok
185 186	6406 6406	1.0	68.7 68.7	233.4 233.4	213.0 213.0	200.6 200.6	68.7 68.7	-2.78 -2.78	100.43 100.43	2.41 3.54	0.04	-	-	0.48	-	Ok Ok
187	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.78	75.53	3.54	0.04	-	-	0.38	-	Ok
188	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.78	52.84	3.52	0.04	-	-	0.28	-	0k
189 190	6406 6406	1.0	68.7 68.7	233.4 233.4	213.0 213.0	200.6 200.6	68.7 68.7	-2.78 -2.78	37.27 73.18	2.52 3.01	0.04	-	-	0.21	-	Ok Ok
191	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.78	167.83	7.21	0.04	-	-	0.79	-	Ok Ok
192	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	168.56	5.84	0.03	-	-	-	0.76	Ok
193	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	68.39	2.77	0.03	-	-	-	0.32	Ok
194 195	5500 5500	1.0	93.2 93.2	233.4 233.4	213.0 213.0	272.1 272.1	93.3 93.3	2.76 2.76	185.86 185.86	1.28 1.91	0.03	-	-	-	0.82 0.82	Ok Ok
195	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	178.35	1.91	0.03		-	-	0.82	Ok
197	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	178.35	1.96	0.03	-	-	-	0.79	0k
198	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	67.11	1.25	0.03	-	-	-	0.31	0k
199 200	5500 4702.32	1.0	93.2 118.5	233.4 233.4	213.0 213.0	272.1 372.2	93.3 127.6	2.76 4.72	157.01 75.14	3.11 3.74	0.03	-	-	-	0.70 0.36	Ok Ok
200	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.72	59.13	1.44	0.04	-	-	-	0.36	Ok Ok
202	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.72	43.48	1.50	0.04	-	-	-	0.22	Ok
203	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.72	37.27	2.14	0.04		-	-	0.19	Ok
204 205	4702.32 4702.32	1.0	118.5 118.5	233.4 233.4	213.0 213.0	372.2 372.2	127.6 127.6	4.72 4.72	60.20 82.79	2.22	0.04	-	-	-	0.29	Ok Ok
206	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.72	82.79	1.75	0.04	-	-	-	0.39	Ok
207	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.72	54.34	2.99	0.04		-	-	0.27	Ok
208	2310	2.0	120.9	233.4	213.0	385.6	132.2	0.00	2.69	4.27	0.00	-	-	-	-	0k
209 210	2310 2310	2.0	120.9 120.9	233.4 233.4	213.0 213.0	385.6 385.6	132.2 132.2	0.00	1.51 0.67	2.40 1.07	0.00	-	-	-	-	Ok Ok
211	2310	2.0	120.9	233.4	213.0	385.6	132.2	0.00	0.17	0.27	0.00	-	-	-	-	Ok
212	1197	2.0	176.8	233.4	213.0	1436.0	492.2	0.00	0.72	1.15	0.00	-	-	-	0.01	0k
213	1197	2.0	176.8	233.4	213.0	1436.0	492.2	0.00	0.41	0.65	0.00	-	-	-	0.00	0k
214 215	1197 1197	2.0	176.8 176.8	233.4 233.4	213.0 213.0	1436.0 1436.0	492.2 492.2	0.00	0.18 0.05	0.29 0.07	0.00	-	-	-	-	Ok Ok
216	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.91	55.74	2.63	0.04	-	-	0.29	-	Ok
217	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.91	97.58	2.75	0.04	-	-	0.47	-	Ok
218 219	6406 6406	1.0	68.7 68.7	233.4 233.4	213.0 213.0	200.6 200.6	68.7 68.7	-2.91 -2.91	97.58 72.86	3.73 3.80	0.04	-	-	0.48	-	Ok Ok
220	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.91	50.44	3.80	0.04	-	-	0.37	-	Ok Ok
221	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.91	37.95	2.84	0.04	-	-	0.22	-	Ok
222	6406	1.0	68.7	233.4	213.0	200.6	68.7	-2.91	75.20	3.64	0.04	-	-	0.38	-	Ok
223 224	6406 5500	1.0	68.7 93.2	233.4 233.4	213.0 213.0	200.6 272.1	68.7 93.3	-2.91 2.76	169.68 170.01	8.04 5.83	0.04	-	-	0.81	0.77	Ok Ok
225	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	67.79	2.82	0.03	-	-	-	0.77	Ok
226	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	185.51	1.39	0.03	-	-	-	0.81	0k
227	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	185.51	2.09	0.03	-	-	-	0.82	0k
228 229	5500 5500	1.0	93.2 93.2	233.4 233.4	213.0 213.0	272.1 272.1	93.3 93.3	2.76 2.76	178.54 178.54	2.09	0.03	-	-	-	0.79	Ok Ok
230	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	67.21	1.22	0.03	-	-	-	0.73	Ok
231	5500	1.0	93.2	233.4	213.0	272.1	93.3	2.76	157.09	2.90	0.03	-	-	-	0.70	0k
232	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.62	75.54	3.92	0.04	-	-	-	0.36	Ok
233 234	4702.32 4702.32	1.0	118.5 118.5	233.4 233.4	213.0 213.0	372.2 372.2	127.6 127.6	4.62 4.62	59.31 43.42	1.52 1.62	0.04	-	-	-	0.28 0.22	Ok Ok
235	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.62	36.94	2.37	0.04	-	-	-	0.19	Ok
236	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.62	59.76	2.56	0.04	-	-	-	0.29	Ok
237	4702.32	1.0	118.5	233.4	213.0	372.2	127.6	4.62	82.24	2.56	0.04	-	-	-	0.39	Ok
238 239	4702.32 4702.32	1.0	118.5 118.5	233.4 233.4	213.0 213.0	372.2 372.2	127.6 127.6	4.62 4.62	82.24 53.71	2.19 2.60	0.04	-	-	-	0.38 0.26	Ok Ok
240	1523	2.0	162.4	233.4	213.0	887.1	304.0	0.00	1.17	1.86	0.00	-	-	-	-	Ok
241	1523	2.0	162.4	233.4	213.0	887.1	304.0	0.00	0.66	1.04	0.00	-	-	-	-	0k
242 243	1523 1523	2.0	162.4 162.4	233.4 233.4	213.0 213.0	887.1 887.1	304.0 304.0	0.00	0.29 0.07	0.46 0.12	0.00	-	-	-	-	Ok Ok
243	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.15	23.49	5.17	0.00	-	-	-	0.13	Ok
245	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.15	18.13	4.10	0.02	-	-	-	0.11	Ok
246	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.15	13.09	3.04	0.02	-	-	-	80.0	Ok
247 248	4500 4500	1.0	124.4 124.4	233.4	213.0 213.0	406.4 406.4	139.3 139.3	2.15	8.43 4.09	1.97 1.25	0.02	-	-	-	0.06	Ok Ok
248	4500	1.0	124.4	233.4 233.4	213.0	406.4	139.3	2.15 2.15	4.09	1.25	0.02	-	-	-	0.03	Ok
250	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.15	7.34	2.28	0.02	-	-	-	0.05	Ok
251	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.15	10.47	3.34	0.02	-	-	-	0.07	0k
252	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.55	11.29	3.18	0.02	-	-	-	0.08	Ok
253	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.55	7.08	2.20	0.02	-	-	-	0.05	0k

Tabela 19 – Resultados de flambagem

	Vigas W	/200x4	6.1(H)		Material: Fv:	NV A36 355	N/mm²	Perfil:	Н	hw: tw:	203 7.2	mm mm		lf: tf:	203 11	mm mm
Elemento	Lb	Τĸ	Fa	Fby	Fbz	F'ey	F'ez	fa	fby	fbz	fa/Fa	H1-1	H1-2	H1-3	H2-1	Critério
(ID)	[mm]		[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]			[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	0.00				0.02	Oli
254 255	4500 4500	1.0	124.4 124.4	233.4 233.4	213.0 213.0	406.4 406.4	139.3 139.3	2.55 2.55	2.69 7.53	1.22 0.97	0.02	-	-	-	0.03 0.05	Ok Ok
256	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.55	12.95	1.71	0.02	-	-	-	0.03	Ok
257	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.55	18.75	2.69	0.02	-	-	-	0.10	Ok
258	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.55	24.88	3.67	0.02	-	-	-	0.14	Ok
259	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	2.55	31.32	4.65	0.02	-	-	-	0.17	0k
260	4000	1.0	138.4	233.4	213.0	514.4	176.3	11.39	60.25	4.19	0.08	-	-	-	0.33	0k
261	4000	1.0	138.4	233.4	213.0	514.4	176.3	11.39	44.77	1.60	0.08	-	-	-	0.25	Ok
262 263	4000 4000	1.0	138.4 138.4	233.4	213.0	514.4 514.4	176.3	11.39 11.39	29.77	2.43	0.08	-	-	-	0.19	Ok Ok
264	4000	1.0	138.4	233.4 233.4	213.0 213.0	514.4	176.3 176.3	11.39	28.08 39.06	3.14 3.14	0.08	-	-	-	0.19 0.24	Ok
265	4000	1.0	138.4	233.4	213.0	514.4	176.3	11.39	48.24	3.56	0.08	-	-	-	0.24	Ok
266	1450	2.0	165.8	233.4	213.0	978.6	335.4	0.00	1.06	1.68	0.00	-	-	0.01	-	Ok
267	1450	2.0	165.8	233.4	213.0	978.6	335.4	0.00	0.23	0.37	0.00	-	-	-	-	Ok
268	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	13.79	125.10	3.50	0.11	-	-	-	0.62	0k
269	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	13.79	56.99	1.56	0.11	-	-	-	0.32	Ok
270	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	13.79	146.58	1.75	0.11	-	-	-	0.70	Ok
271	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	13.79	146.58	1.75	0.11	-	-	-	0.70	Ok
272	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	13.79	103.38	1.74	0.11	-	-	-	0.52	Ok
273	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	13.79	73.62	1.22	0.11	-	-	-	0.39	Ok
274 275	4500 4500	1.0	124.4 124.4	233.4 233.4	213.0 213.0	406.4 406.4	139.3 139.3	13.79 13.79	73.62 155.39	1.33 3.36	0.11	-	-	-	0.39 0.75	Ok Ok
276	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	8.55	155.39	3.09	0.11	-	-	-	0.73	Ok
277	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	8.55	119.20	1.22	0.07	-	-	-	0.74	Ok
278	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	8.55	125.44	1.27	0.07	-	-	-	0.58	Ok
279	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	8.55	125.44	1.46	0.07			-	0.58	Ok
280	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	8.55	151.72	1.46	0.07	-	-	-	0.70	Ok
281	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	8.55	151.72	1.23	0.07	-	-	-	0.70	Ok
282	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	8.55	64.08	1.18	0.07	-	-	-	0.32	Ok
283	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	8.55	112.52	2.83	0.07	-	-	-	0.54	0k
284	5000	1.0	109.4 109.4	233.4	213.0	329.2	112.8	6.60	60.08	5.35	0.06	-	-	-	0.31	Ok
285 286	5000 5000	1.0	109.4	233.4 233.4	213.0 213.0	329.2 329.2	112.8 112.8	6.60 6.60	44.37 29.30	1.77 2.25	0.06	-	-	-	0.23 0.17	Ok Ok
287	5000	1.0	109.4	233.4	213.0	329.2	112.8	6.60	33.45	2.70	0.06	-	-	-	0.17	Ok
288	5000	1.0	109.4	233.4	213.0	329.2	112.8	6.60	47.57	2.70	0.06	-	-	-	0.15	Ok
289	5000	1.0	109.4	233.4	213.0	329.2	112.8	6.60	63.78	2.12	0.06	-	-	-	0.31	Ok
290	1450	2.0	165.8	233.4	213.0	978.6	335.4	0.00	1.06	1.68	0.00	-	-	-	-	Ok
291	1450	2.0	165.8	233.4	213.0	978.6	335.4	0.00	0.33	0.52	0.00	-	-	-	-	Ok
292	4000	1.0	138.4	233.4	213.0	514.4	176.3	3.56	60.85	3.21	0.03	-	-	-	0.29	0k
293	4000	1.0	138.4	233.4	213.0	514.4	176.3	3.56	47.24	1.01	0.03	-	-	-	0.22	Ok
294	4000	1.0	138.4	233.4	213.0	514.4	176.3	3.56	34.09	1.50	0.03	-	-	-	0.17	Ok
295	4000	1.0	138.4	233.4	213.0	514.4	176.3	3.56	21.44	1.50	0.03	-	-	-	0.12	Ok
296	4000	1.0	138.4	233.4	213.0	514.4	176.3	3.56	14.18	1.44	0.03	-	-	-	0.08	Ok
297 298	4000 1450	1.0 2.0	138.4 165.8	233.4 233.4	213.0 213.0	514.4 978.6	176.3 335.4	3.56 0.00	18.27 1.06	1.30 1.68	0.03	-	-	0.01	0.10	Ok Ok
299	1450	2.0	165.8	233.4	213.0	978.6	335.4	0.00	0.23	0.37	0.00	-	-	0.01	-	Ok
300	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.08	113.55	3.08	0.03	-	-	-	0.52	Ok
301	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.08	63.29	1.21	0.03	-	-	-	0.30	Ok
302	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.08	150.93	1.06	0.03	-	-	-	0.67	Ok
303	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.08	150.93	1.37	0.03	-	-	-	0.67	Ok
304	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.08	105.78	1.37	0.03	-	-	-	0.48	Ok
305	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.08	117.99	1.21	0.03	-	-	-	0.53	Ok
306	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.08	117.99	0.80	0.03	-	-	-	0.53	0k
307	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.08	156.72	2.53	0.03	-	-	-	0.70	Ok
308 309	4500 4500	1.0	124.4 124.4	233.4 233.4	213.0 213.0	406.4 406.4	139.3	4.94 4.94	161.26 117.81	2.45 0.77	0.04	-	-	-	0.73	Ok
310	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3 139.3	4.94	125.26	1.17	0.04	-	-	-	0.53 0.57	Ok Ok
311	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.94	125.26	1.17	0.04	-	-	-	0.57	Ok
312	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.94	152.52	1.29	0.04	-	-	-	0.68	Ok
313	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.94	152.52	0.90	0.04	-	-	-	0.68	Ok
314	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.94	65.47	1.40	0.04	-	-	-	0.31	Ok
315	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	4.94	110.30	3.32	0.04	-	-	-	0.51	Ok
316	5000	1.0	109.4	233.4	213.0	329.2	112.8	4.51	55.35	4.48	0.04	-	-	-	0.28	Ok
317	5000	1.0	109.4	233.4	213.0	329.2	112.8	4.51	42.60	1.26	0.04	-	-	-	0.21	0k
318	5000	1.0	109.4	233.4	213.0	329.2	112.8	4.51	30.51	2.18	0.04	-	-	-	0.16	Ok
319	5000	1.0	109.4	233.4	213.0	329.2	112.8	4.51	19.08	2.18	0.04	-	-	-	0.11	Ok
320 321	5000 5000	1.0	109.4 109.4	233.4 233.4	213.0 213.0	329.2 329.2	112.8 112.8	4.51 4.51	13.69 19.97	2.16 1.60	0.04	-	-	-	0.09 0.11	Ok Ok
321	1450	2.0	165.8	233.4	213.0	978.6	335.4	0.00	1.06	1.68	0.04	-	-	-	0.11	Ok
323	1450	2.0	165.8	233.4	213.0	978.6	335.4	0.00	0.33	0.52	0.00	-	-	-		Ok
324	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	1.34	42.96	3.90	0.01	-	-	-	0.21	Ok
325	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	1.34	22.11	1.92	0.01	-	-	-	0.11	Ok
326	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	1.34	52.58	1.81	0.01	-	-	-	0.24	Ok
327	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	1.34	81.81	2.83	0.01	-	-	-	0.37	Ok
328	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	1.34	81.81	2.59	0.01	-	-	-	0.37	0k
329	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	1.34	49.25	1.58	0.01	-	-	-	0.22	0k
330	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	1.34	19.71	1.58	0.01	-	-	-	0.10	Ok
331	4500	1.0	124.4	233.4	213.0	406.4	139.3	1.34	56.09	4.05	0.01	-	-		0.27	Ok
332	3500	1.0	151.5	233.4	213.0	671.9	230.3	-12.14	50.83	13.78	0.08	-	-	0.36	-	0k
	3500	1.0	151.5	233.4	213.0	671.9	230.3	-12.10	49.31	8.19	0.08	-	-	0.33	-	Ok
333 334	3500	1.0	151.5	233.4	213.0	671.9	230.3	-12.07	47.90	3.51	0.08	-	-	0.30	-	0k

Tabela 20 – Resultados de flambagem

Elemento Le		Vigas W	/200×4	l6.1(H)		Material: Fγ:	NV A36	N/mm²	Perfil:	Н	hw: tw:		mm mm		lf: tf:	203	
Decoration Color	Elemento	Lb	12	Fa	Fby				fa	fby				H1-2			Critério
330 390 10 1616 334 2130 6719 2203 1130 678 2076 2272 008			K	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]							
380 380 10 1615 2324 2130 6719 2203 1139 6076 2772 008 0.44 0.44 0.45 0.46 0.45 0.46 .													-	-		-	0k
Section Sect																	Ok
340 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 4746 5550 1977 008 0.41 0.01 341 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 4723 6118 4626 608 0.01 0.01 342 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 4723 6188 4626 608 0.01 0.01 343 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 4728 6188 4626 608 0.01 0.01 346 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 4728 5718 4720 0.08 0.04 0.04 346 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 4728 5718 4720 0.08 0.04 0.04 347 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 4728 5718 4720 0.08 0.04 0.04 347 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 4728 6718 4720 0.08 0.04 0.04 349 3500 10 1616 233 2730 6719 2203 3721 5718 4720 0.08 0.08																	0k
341 3600 10 1515 233 2730 6719 2933 3724 1535 3199 008 0.37 0.34																	
343 3900 10 1515 233 2130 6719 2203 3128 5164 482 008 0.33 . 0 0.34 3300 10 515 2334 2130 6719 2203 3121 6820 0.74 5030 0.37 . 0 0.34 3600 10 515 2334 2130 6719 2203 3121 6820 0.74 5030 0.37 . 0 0.34 3600 0.55 0.34 . 0 0.35 0.34 . 0 0.35 0.34 . 0 0.35 0.34 . 0 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35														_			
344 360 10 1616 234 2130 6719 2933 3125 8887 1046 1086 0.34 0.0 344 360 10 1616 234 2130 6719 2233 3128 6719 2233 4230 6719 2233 3138 4732 4730 4730 474																	
346 3900 10 1616 2834 2730 6719 2803 1235 6716 3260 107.46 1080																	
346														_			Ok
346 3900 10 1616 233 2130 2719 2203 3125 6216 3260 008																	Ok
348 3500 10 1616 3234 2130 6719 2203 3100 81736 272 0.02 0.08 0.08	346	3500	1.0				671.9	230.3		52.16		0.08	-	-	0.46	-	Ok
390 390 10 1615 2324 2130 6719 2303 3104 81720 2425 2020 0.65 0.63		3500	1.0		233.4	213.0	671.9	230.3		54.08		0.08	-	-	0.50	-	0k
350 350 10 1616 3234 2130 6719 2203 3101 8115 988 220 0.48 0.45															-	-	0k
351 3500 10 1515 2324 2130 6719 2303 3094 3312 2340 2020 0.02 0.04 0.04															-	-	0k
392 3900 10 1515 2324 2130 6719 2203 3094 4202 6455 020 0.48 0.44															-	-	0k
383 3500 10 1816 2334 2130 6719 2303 3038 6756 68010 0.0 0.74 0.72 0 0 365 3500 10 1816 2334 2130 6719 2303 3088 6756 6810 0.0 0.0 0.74 0.72 0 0 365 3500 10 1816 2334 2130 6719 2303 3088 6756 6810 0.0 0.0 0.74 0.72 0 0 365 3500 10 1816 2334 2130 6719 2303 3067 02034 2532 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.	351														-		
3964 3950 10 151 6 233 4 2130 6719 2303 308 8 675 6 60 10 0.00 0.09 0.00																	
366 3600 10 1516 2334 2130 6719 2303 3067 2034 2530 200 100 100 1516 2334 2130 6719 2303 3067 2034 2530 2030 0.40 0.35 0.0 367 3670																	
366 3900 10 1516 2334 2130 6719 2303 3060 2246 14.98 0.20 0.32 0.27																	
387 7500 10 1515 2334 2130 6719 2303 3050 1246 1480 020 0.34 0.29 0 0 389 3500 10 1515 2334 2130 6719 2303 3053 2494 1514 0.20 0.30 0.34 0.29 0 0 399 3500 10 1515 2334 2130 6719 2303 3053 2494 1510 0.00 0.34 0.29 0 0 390 3500 10 1515 2334 2130 6719 2303 3013 7673 2070 0.20 0.50 0.44 0.41 0 0 390 3500 10 1515 2334 2130 6719 2303 3013 7673 2070 0.20 0.40 0.44 0.41 0 0 350 350 340 10 1515 2334 2130 6719 2303 3010 456 56 552 0.20 0.46 0.42 0 0 350 350 350 10 1515 2334 2130 6719 2203 3000 456 55 52 0.20 0.46 0.42 0 0 350 350 350 350 350 350 350 350 350																	Ok
388 3900 10 161:6 2234 2130 6719 2303 30.653 28.49 61.44 0.20 0.34 0.24 0.41 0.20 0.34 0.35																	Ok
399																	Ok
360 3600 10 1616 2334 2130 6719 2203 3013 7673 2070 200 0.06 0.57 0 362 3500 10 1616 2334 2130 6719 2303 3007 357 7289 0.00 0.06 0.05 0 362 3500 10 1616 2334 2130 6719 2303 2300 0.04 6.49 362 0.20 0.46 0.45 0 0 364 7000 10 576 2334 2130 6800 576 758 684 1249 2495 0.45 0.08 0.29 0 0 366 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2576 2584 1249 2495 0.45 0.08 0.29 0 0 366 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2576 2577 888 688 0.45 0.03 0.19 0 0 366 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2576 2564 1249 2495 0.45 0.08 0.29 0 0 366 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2577 888 688 0.45 0.03 0.19 0 0 368 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2567 2567 277 1991 0.44 0.08 0.31 0 0 368 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2567 2567 277 1788 0.08 0.08 0.37 0 0 370 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2567 2567 277 1788 0.08 0.08 0.37 0 0 370 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2567 2567 277 1788 0.09 0.044 0.06 0.37 0 0 370 7000 10 576 2334 2130 1860 576 2567 2567 2571 2738 2730 0.00 0.00 576 2334 2130 1860 576 2567 2567 2578 3699 0.44 0.06 0.37 0 0 372 7000 0.00 576 2334 2130 1860 576 2567 2578 2588 0.09 0.00	359	3500			233.4	213.0		230.3	-30.47	46.94	13.02	0.20	0.44				Ok
361 3600 10 1616 2334 2130 6719 2303 3000 36,57 2789 0.20 0.46 0.42 0.40 3632 3500 10 1615 2334 2130 6719 2303 3000 46,49 3622 0.20 0.44 0.73 0.1 363 3500 10 5716 2334 2130 1880 576 2586 2586 40 4670 0.20 0.74 0.73 0.1 366 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2587 8.21 1498 0.45 0.69 0.23 0.1 366 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2587 8.21 1498 0.45 0.69 0.23 0.1 366 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2587 8.21 1498 0.45 0.69 0.23 0.1 367 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2586 1580 158	360									76.73	20.70	0.20	0.59			-	Ok
363 3600 10 1616 2334 2130 1680 676 2568 14.99 24.99 24.90 2	361	3500		151.5	233.4	213.0		230.3	-30.07	35.57	27.89	0.20	0.46		-	-	0k
364 7000 10 57.6 233.4 213.0 188.0 57.6 25.84 12.49 24.95 0.45 0.88 0.29 .<															-	-	0k
366 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2-578 8.21 14.98 0.45 0.59 0.23 0.98 367 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2-564 15.66 11.94 0.45 0.80 0.24 0.98 368 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2-551 28.71 27.38 0.44 0.76 0.37 0.98 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2-551 28.71 27.38 0.44 0.76 0.37 0.98 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2-551 28.71 27.38 0.44 0.76 0.37 0.98 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2-5537 42.55 46.15 0.44 0.99 0.42 0.48 0.44 0.99 0.42 0.48 0.48 0.45																	0k
566 7000 10 57.6 233.4 213.0 1880 57.6 25.71 8.88 6.88 0.45 0.55 0.19 0 0.368 7000 10 57.6 233.4 213.0 1880 57.6 25.65 2.27 19.91 0.44 0.88 0.31 0 0.37																	0k
368																	0k
988 7000 10 576 233 4 2130 1880 576 2251 2871 2272 1991 0.44 0.68 0.31 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37 0 0.37															-		
989 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2254 3506 3680 0.44 0.76 0.37 0 0 371 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2254 3506 3680 0.44 0.55 0.55 0.52 0 0 371 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2256 887 225 4815 0.44 0.55 0.52 0 0 373 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2256 889 1267 2649 0.45 0.85 0.30 0 0 373 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2256 889 177 70 70 40 0.55 0.92 0 0 375 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2256 889 777 70 70 40 0.55 0.19 0 0 375 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2254 899 717 0.44 0.55 0.19 0 0 376 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2254 7176 1251 0.44 0.60 0.25 0 0 376 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2254 2534 2880 230 0.44 0.77 0.38 0 0 377 7000 10 576 2334 2130 1880 576 2254 2534 2880 230 0.44 0.60 0.25 0 0 0 0 0 0 0 0										10.00 70.07					-		
970 7000 10 676 233 4 2130 1880 676 2-54 4 3506 38.09 0.44 0.85 0.44																	Ok
371 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.58 126.7 26.49 0.45 0.69 0.30 0 373 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.68 126.7 26.49 0.45 0.69 0.30 0 374 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.61 8.79 15.99 0.44 0.69 0.32 0 375 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.41 8.79 17.7 0.44 0.69 0.25 0 376 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.41 223.7 210.0 0.44 0.69 0.31 377 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.47 15.79 12.51 0.44 0.69 0.31 378 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.41 223.7 210.0 0.44 0.69 0.31 378 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.27 35.15 38.18 0.44 0.89 0.31 379 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.27 25.16 23.84 27.0 0.44 0.40 0.40 0.45 380 9000 10 34.8 233.4 213.0 168.0 57.6 25.27 25.14 23.7 2.36 2 381 9000 10 34.8 233.4 213.0 168.0 57.6 25.21 42.53 48.76 0.44 0.89 0.31 382 9000 10 34.8 233.4 213.0 168.0 57.6 25.21 42.53 48.76 0.44 0.89 0.53 383 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 90.4 37.7 7.70 0.56 0.14 0.10 384 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 90.4 37.7 7.72 0.56 0.14 0.10 384 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 90.4 37.7 7.72 0.56 0.10 0.10 384 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 90.4 37.7 7.72 0.56 0.10 0.10 386 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 90.4 37.7 7.72 0.56 0.10 0.10 387 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 90.4 37.7 7.70 0.56 0.10 0.10 388 5600 10 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 7																	
972 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.6 18.79 15.99 0.44 0.60 0.23 0.19 0.74 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 25.5 18.79 17.5 15.99 0.44 0.60 0.23 0.19 0.75															-		Ok
373 7000 10 57.6 233.4 213.0 188.0 57.6 255.4 8.99 15.99 0.44 0.69 0.23 0.975 7000 10 57.6 233.4 213.0 188.0 57.6 255.4 8.99 7.17 0.44 0.69 0.31 0.975 7000 10 57.6 233.4 213.0 188.0 57.6 25.54 8.93 210.0 0.44 0.69 0.31 0.975 7000 10 57.6 233.4 213.0 188.0 57.6 25.54 25.37 210.0 0.44 0.69 0.31 0.975 7000 10 57.6 233.4 213.0 188.0 57.6 25.24 22.37 210.0 0.44 0.69 0.31 0.975 7000 10 57.6 233.4 213.0 188.0 57.6 25.24 22.37 23.0 83.18 0.44 0.69 0.36 0.975 7000 10 57.6 233.4 213.0 188.0 57.6 25.27 25.16 83.18 0.44 0.97 0.53 0.975 7000 10 57.6 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 3.74 2.35 4.876 0.44 0.97 0.53 0.975 7000 7																	Ok
375 7000 10 676 2334 2130 1680 576 2-541 237 2100 044 0.99 0.31 01		7000	1.0				168.0			8.79				0.23	-	-	0k
376 7000 10 676 2334 2130 1680 576 2541 2237 2100 0.44 0.89 0.31 0.01 377 7700 10 576 2334 2130 1680 576 -2534 2860 2300 2400 0.44 0.89 0.31 0.01 378 7700 10 576 2334 2130 1680 576 -2527 35.15 38.18 0.44 0.86 0.45 0.01 379 7700 10 576 2334 2130 1680 576 -2527 35.15 38.18 0.44 0.86 0.45 0.01 380 9000 10 348 2334 2130 1016 348 9.04 7.42 1372 0.02 0.014 0.01 381 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 7.47 7.27 0.26 0.09 0.01 383 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 5.17 7.27 0.26 0.010 0.01 383 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 5.17 7.27 0.26 0.010 0.01 384 9001 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 5.17 7.27 0.26 0.010 0.01 386 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 5.17 7.27 0.26 0.010 0.01 386 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 5.17 7.27 0.26 0.010 0.01 386 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 5.17 7.27 0.26 0.09 0.01 386 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 5.17 7.74 0.26 0.09 0.01 386 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 4.79 6.65 0.26 0.09 0.01 387 9000 1.0 348 2334 2130 1016 348 9.04 3.41 7.06 0.26 0.09 0.01 389 5600 1.0 93.2 2334 2130 2721 93.3 7664 1.88 1.86 0.02 0.04 0.03															-	-	0k
377 7000 10 57.6 233.4 213.0 168.0 57.6 -25.21 32.8 0 29.00 0.44 0.77 0.38 0.1																	0k
378 7000 10 576 2334 2130 1680 576 -25.21 35.16 38.18 0.44 0.97 0.53 0.09 379 7000 10 576 2334 2130 1680 576 -25.21 42.35 4876 0.56																	0k
379 7000 10 576 2334 2130 1680 576 2521 42.95 48.76 0.44 0.97 0.53 0.09 380 3900 10 34.8 233.4 2130 101.6 34.8 9.04 3.29 7.40 0.26 0.09 01 381 3900 10 34.8 233.4 2130 101.6 34.8 9.04 3.29 7.40 0.26 0.09 01 382 3900 10 34.8 233.4 2130 101.6 34.8 9.04 4.71 7.27 0.26 0.10 01 383 3900 10 34.8 233.4 2130 101.6 34.8 9.04 5.17 7.27 0.26 0.10 01 384 3900 10 34.8 233.4 2130 101.6 34.8 9.04 5.17 7.71 0.26 0.10 01 384 39.04 32.9 0.26 0.10 01 384 39.04 3.29 0.26 0.10 01 384 39.04 3.29 0.26 0.10 01 385 9000 10 34.8 233.4 2130 101.6 34.8 9.04 5.17 7.14 0.26 0.09 01 386 9.00 10 34.8 233.4 2130 101.6 34.8 9.04 34.1 7.06 0.26 0.09 01 387 9000 10 34.8 233.4 2130 101.6 34.8 9.04 34.1 7.06 0.26 0.09 01 387 9000 10 34.8 233.4 2130 272.1 93.3 76.64 12.83 18.06 0.82 0.44 01 388 5600 10 39.2 233.4 2130 272.1 93.3 76.64 17.58 12.52 0.82 0.49 01 39.2 233.4 2130 272.1 93.3 76.64 17.58 12.52 0.82 0.49 01 39.2 233.4 2130 272.1 93.3 76.64 17.8 12.52 0.82 0.49 01 39.2 233.4 2130 272.1 93.3 76.64 17.8 13.6 0.82 0.46 0.9 0.															-	-	0k
380 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 7.42 13.72 0.26 0.14 01 01 034.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.71 7.27 0.26 0.10 01 038.3 0000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.71 7.27 0.26 0.10 01 038.3 0000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 5.17 7.27 0.26 0.10 01 03 038.4 0000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 5.17 7.27 0.26 0.10 01 03 038.5 9.000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.65 0.26 0.10 01 03 038.5 9.000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.65 0.26 0.09 01 03.8 0.00 0.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.65 0.26 0.09 01 03.8 0.00 0.0						213.0				35.15					-	-	Ok
381 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 3.29 7.40 0.26 0.09 0.09 382 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 5.17 7.27 0.26 0.10 0.09 383 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 5.17 7.27 0.26 0.10 0.09 384 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 5.17 7.14 0.26 0.10 0.09 386 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 5.17 7.14 0.26 0.10 0.09 386 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.65 0.26 0.09 0.09 386 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 3.41 7.06 0.26 0.09																0 14	
382 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.71 7.27 0.26 0.10 01 38.3 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 5.17 7.27 0.26														_			
383 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 5.17 7.27 0.26 0.10 01 384 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.65 0.26 0.09 01 385 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.65 0.26 0.09 01 386 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.65 0.26 0.09 01 387 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 3.41 7.06 0.26 0.14 01 388 5600 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 21.83 18.06 0.82 0.49 01 388 5600 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 13.87 7.77 0.82 0.49 01 391 5600 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 13.87 7.77 0.82 0.46 01 392 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 7.87 3.32 0.82 0.43 01 393 5600 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 6.03 4.83 0.82 0.43 01 393 5600 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 6.03 4.83 0.82 0.43 01 393 5600 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 6.03 3.83 0.82 0.41 01 01 01 01 01 01 01																	
384 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.66 0.26 0.09 01 385 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 4.79 6.66 0.26 0.09 01 387 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 3.41 7.06 0.26																	Ok
386 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 3.41 7.06 0.26 0.09 0.0 387 9000 1.0 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 7.31 13.63 0.26 0.14 0.0 388 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 21.83 18.06 0.62 0.54 0.0 389 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 17.58 12.52 0.82 0.49 0.0 39.9 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 17.58 12.52 0.82 0.48 0.0 39.1 3.55 0.0 0.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 10.63 4.83 0.62 0.43 0.0 39.2 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 10.63 4.83 0.62 0.43 0.0 39.2 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 7.87 3.32 0.82 0.41 0.0 3.3 3.3 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 6.03 3.83 0.62 0.41 0.0 3.3 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.62 0.41 0.0 3.3 3.5 0.0													_				Ok
387 9000 10 34.8 233.4 213.0 101.6 34.8 9.04 7.31 13.63 0.26			1.0											_			Ok
388			1.0			213.0						0.26	-	-	-		0k
389													-	-	-		0k
390														-	-		0k
391 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 10.63 4.83 0.82 0.43 0.93 0.93 2.500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 7.67 3.32 0.82 0.41 0.93 0.9													_	-	-		0k
392														_			
393													_	_			
394 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 6.72 4.88 0.82 0.41 01 395 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 76.64 7.88 6.67 0.82 0.42 01 396 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.31 7.48 6.80 0.64 0.77 0.59 01 0.39 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.31 7.48 6.80 0.64 0.71 0.53 01 0.59													<u> </u>	<u> </u>	-		
395																	Ok
396 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.30 15.90 9.94 0.64 0.77 0.59 0.1 397 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.31 7.48 6.80 0.64 0.71 0.53 0.1 398 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.31 18.98 4.74 0.64 0.75 0.57 0.1 399 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.32 31.54 3.50 0.64 0.79 0.62 0.1 400 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.31 21.38 3.83 0.64 0.76 0.59 0.1 401 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.41 21.36 3.83 0.64 0.74 0.56 0.1 402 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.42 7.23 9.86 0.64 0.74 0.55 0.1 403 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.42 7.23 9.86 0.64 0.74 0.55 0.1 404 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.42 7.23 9.86 0.64 0.76 0.57 0.1 404 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.24 16.84 8.15 0.68 0.81 0.61 0.1 405 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 5.70 0.68 0.75 0.56 0.1 406 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 5.70 0.68 0.75 0.56 0.1 407 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 5.70 0.68 0.75 0.56 0.1 408 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 5.70 0.68 0.75 0.56 0.1 409 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 20.35 3.90 0.68 0.75 0.66 0.1 410 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 22.81 3.82 0.69 0.79 0.60 0.1 410 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 14.90 5.42 0.69 0.79 0.60 .													-				Ok
397 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.31 7.48 6.80 0.64 0.71 0.53 0.05 0.39 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.31 18.98 4.74 0.64 0.75 0.57 0.05 0.39 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -100.32 31.54 35.0 0.64 0.76 0.59 0.05 0													_	_			Ok
388																-	Ok
400 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.41 21.36 3.83 0.64 0.76 0.59 0.00 401 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.41 13.90 5.86 0.64 0.74 0.56 0.00 402 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.42 4.13 15.30 0.64 0.74 0.55 0.00 403 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.42 4.13 15.30 0.64 0.76 0.57 0.00 404 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.24 16.84 8.15 0.68 0.81 0.61 0.00 405 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76																	0k
401 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.41 13.90 5.86 0.64 0.74 0.56 - - 0.14 0.25															-		0k
402 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.42 7.23 9.86 0.64 0.74 0.55 - - 0.14 0.35 0.44 0.35 0.57																	Ok
403 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -101.42 4.13 15.30 0.64 0.76 0.57 0.00 404 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 5.70 0.68 0.81 0.61 0.00 405 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 5.70 0.68 0.79 0.61 0.00 406 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 3.70 0.68 0.79 0.61 0.00 407 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.26 33.70 3.90 0.68 0.85 0.67 0.00 408 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.26 33.70 3.90 0.68 0.85 0.67 0.00 409 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 22.81 3.82 0.69 0.81 0.62 0.00 410 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 22.81 3.82 0.69 0.81 0.62 0.00 410 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.79 0.60 0.00 411 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.78 0.58 0.00 411 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 7.87 8.21 0.88 0.44 0.00 412 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 0.44 0.00 414 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 0.44 0.00 415 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 0.44 0.00 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 0.44 0.00 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 0.44 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 0.44 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.79 0.88																	Ok
404 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.24 16.84 8.15 0.68 0.81 0.61 - - 01 405 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 5.70 0.68 0.75 0.56 - - 01 406 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 20.35 3.90 0.68 0.79 0.61 - - 01 407 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.26 33.70 3.90 0.68 0.85 0.67 - 01 408 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 22.81 3.82 0.69 0.81 0.62 - 01 410 3259.6 1.0 157.4 233																	
405 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 7.76 5.70 0.68 0.75 0.56 - - 0.00 406 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 20.35 3.90 0.68 0.79 0.61 - - 0.00 407 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.26 33.70 3.90 0.68 0.87 0.85 0.67 - - 0.00 408 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 22.81 3.82 0.69 0.81 0.62 - - 0.00 409 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 22.81 3.82 0.69 0.81 0.62 - - 0.00 410 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.79 0.60 - - 0.00 411 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.79 0.68 - - 0.00 412 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 7.87 8.21 0.88 - - 0.46 0.00 413 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 0.00 414 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.44 0.00 415 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.44 0.00 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.44 0.00 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.44 0.00 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.46 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.46 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.46 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.46 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54																	Ok
406 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.25 20.35 3.90 0.68 0.79 0.61 - - 0.00 407 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.26 33.70 3.90 0.68 0.85 0.67 - - 0.00 408 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 22.81 3.82 0.69 0.81 0.62 - - 0.00 409 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 21.81 3.82 0.69 0.81 0.62 - - 0.00 410 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 14.90 5.42 0.69 0.79 0.60 - - 0.00 411 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.78 0.58 - - 0.00 411 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.78 0.58 - - 0.00 412 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 7.87 8.21 0.88 - - - 0.46 0.00 413 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 0.00 414 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 0.00 415 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 0.00 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 0.00 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 0.00 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.70 0.88 - - 0.44 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.70 0.88 - - 0.44 0.00 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 11.46 0																	Ok
407 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -107.26 33.70 3.90 0.68 0.65 0.67 - - 01 408 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 22.81 3.82 0.69 0.81 0.62 - - 01 409 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.42 14.90 5.42 0.69 0.79 0.60 - - 01 410 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.79 0.60 - - 01 411 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.80 0.59 - - 01 412 5500 <t< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-</td><td>-</td><td>Ok</td></t<>															-	-	Ok
408																	Ok
410 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 7.76 8.82 0.69 0.78 0.58 - - 01 411 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 4.48 13.73 0.69 0.80 0.59 - - 0.04 412 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 7.87 8.21 0.88 - - 0.46 01 413 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.44 01 414 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.13 4.72 0.88 - - 0.43 01 415 5600 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 </td <td></td> <td>3259.6</td> <td></td> <td>157.4</td> <td>233.4</td> <td>213.0</td> <td>774.6</td> <td>265.5</td> <td>-108.42</td> <td>22.81</td> <td>3.82</td> <td></td> <td>0.81</td> <td>0.62</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0k</td>		3259.6		157.4	233.4	213.0	774.6	265.5	-108.42	22.81	3.82		0.81	0.62	-	-	0k
411 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 -108.43 4.48 13.73 0.69 0.80 0.59 - - 0.1 412 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 7.87 8.21 0.88 - - 0.46 01 413 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - 0.43 01 414 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.13 4.72 0.68 - - 0.43 01 415 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.44 01 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 9															-		0k
412 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 7.87 8.21 0.88 - - - 0.46 01 413 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - - 0.44 00 414 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.13 4.72 0.88 - - 0.43 01 415 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.44 01 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 11.46 4.66 0.88 - - 0.46 01 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3															-		Ok
413 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.76 6.19 0.88 - - - 0.44 01 414 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.13 4.72 0.88 - - 0.43 01 415 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.44 01 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 11.46 4.66 0.88 - - 0.46 01 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 14.86 7.80 0.88 - - 0.49 01																	0k
414 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 6.13 4.72 0.88 - - - 0.43 01 415 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - 0.44 01 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 11.46 4.66 0.88 - - 0.46 01 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 11.86 7.80 0.88 - - 0.49 01														-	-		0k
415 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 8.54 2.81 0.88 - - - 0.44 01 416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 11.46 4.66 0.88 - - - 0.46 01 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 14.86 7.80 0.88 - - - 0.49 01														-	-		Ok
416 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 11.46 4.66 0.88 0.46 01 417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 14.86 7.80 0.88 0.49 01																	
417 5500 1.0 93.2 233.4 213.0 272.1 93.3 82.24 14.86 7.80 0.88 0.49 01																	
																	Ok
																	Ok
																	Ok
484 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 2.43 9.28 3.41 0.02 0.07 OI				157.4										_			Ok
485 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 2.46 8.61 4.85 0.02 0.07 OI		3259.6			233.4				2.46					-	-		Ok
														-	-		0k
														-	-		Ok
														-			0k
489 3259.6 1.0 157.4 233.4 213.0 774.6 265.5 2.59 6.87 13.97 0.02 - - - 0.11 01	489	3259.6	[1.0	157.4	233.4	Z13.U	//4.6	265.5	2.59	6.87	13.97	0.02	-	<u> </u>	-	U.11	Ok

Tabela 21 – Resultados de flambagem

V	/igas Tu	ıbo ʻ	168.3x7.1		Material: Fv:	NV A36	N/mm²	Pertil	Tubo	D: t:	168.3	mm mm				
Elemento	Lb	K	Fa	Fby	Fbz	F'ey	F'ez	fa	fby	fbz	fa/Fa	H1-1	H1-2	H1-3	H2-1	Critério
(ID)	[mm]		[N/mm²]	[N/mm²]		[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]					0.47	
83	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	1.65	21.35	17.73	0.01	-	-	-	0.17	0k
84 85	2658 2658	1.0	176.6 176.6	234.3 234.3	234.3 234.3	488.9 488.9	488.9 488.9	1.64 1.64	13.30 11.56	15.35 13.01	0.01	-	-	-	0.13 0.11	Ok Ok
86	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	1.63	22.51	10.84	0.01	-	-	-	0.11	Ok
87	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	1.63	33.44	8.73	0.01	-	-	-	0.19	Ok
88	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	1.63	44.35	6.62	0.01	-		-	0.23	Ok
89	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	1.62	55.26	4.46	0.01	-	-	-	0.26	Ok
90	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	1.62	66.15	2.25	0.01	-	-	-	0.30	Ok
91	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	-29.07	7.86	4.15	0.16	0.21	0.19	-	-	0k
92	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	-29.06	7.36	8.10	0.16	0.22	0.20	-	-	Ok
93 94	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	-29.05	6.98	11.86	0.16	0.24	0.22	-	-	Ok
95	2658 2658	1.0	176.6 176.6	234.3 234.3	234.3 234.3	488.9 488.9	488.9 488.9	-29.04 -28.28	9.97 27.26	15.43 8.73	0.16 0.16	0.26 0.30	0.24	-	-	Ok Ok
96	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	-28.27	18.06	6.66	0.16	0.26	0.23	-	-	Ok
97	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	-28.26	40.77	4.52	0.16	0.33	0.33	-	-	Ok
98	2658	1.0	176.6	234.3	234.3	488.9	488.9	-28.25	63.70	2.30	0.16	0.41	0.41	-	-	0k
99	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-17.28	8.51	1.95	0.12	-	-	0.16	-	0k
100	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-17.27	5.33	3.46	0.12	-	-	0.15	-	0k
101	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-17.26	2.85	4.53	0.12	-	-	0.15	-	0k
102	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-17.25	5.25	5.16	0.12	-	-	0.16	-	Ok
103	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-17.15	17.59	4.90	0.12	-	-	0.21	-	Ok
104 105	4031 4031	1.0	147.8 147.8	234.3 234.3	234.3 234.3	212.5 212.5	212.5 212.5	-17.16 -17.17	7.93 11.15	3.94 2.81	0.12	-	-	0.17 0.18	-	Ok Ok
106	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-17.17	20.52	1.55	0.12	-	-	0.16	-	Ok
107	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-0.22	18.34	2.94	0.00			0.21	-	Ok
108	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-0.23	9.54	2.94	0.00	-	-	0.05	-	Ok
109	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-0.23	7.94	2.85	0.00	-	-	0.05	-	Ok
110	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-0.23	16.62	2.65	0.00	-	-	0.08	-	Ok
111	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-0.23	25.26	2.34	0.00	-	-	0.12	-	0k
112	4031	1.0	147.8	234.3	234.3	212.5	212.5	-0.23	33.87	1.92	0.00	-	-	0.15	-	Ok
113 114	4031 4031	1.0	147.8 147.8	234.3 234.3	234.3 234.3	212.5 212.5	212.5 212.5	-0.23 -0.24	42.43 51.04	1.39 0.75	0.00	-	-	0.19 0.22	-	Ok Ok
115	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-23.32	6.61	2.66	0.16	0.20	0.15	0.22	-	Ok
116	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-23.31	2.79	4.81	0.16	0.20	0.14	-	-	Ok
117	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-23.29	5.88	6.47	0.16	0.22	0.16	-	-	Ok
118	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-23.28	9.38	7.62	0.16	0.24	0.18	-	-	Ok
119	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-23.28	23.19	6.29	0.16	0.29	0.24	-	-	0k
120	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-23.27	18.22	5.47	0.16	0.26	0.21	-	-	0k
121	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-23.26	39.18	4.15	0.16	0.34	0.29	-	-	Ok
122 123	4301 4301	1.0	141.4 141.4	234.3 234.3	234.3 234.3	186.6 186.6	186.6 186.6	-23.25 0.90	60.79 15.23	2.33 5.39	0.16 0.01	0.43	0.38	-	0.09	Ok Ok
123	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.90	10.58	5.16	0.01	-	-	-	0.03	Ok
125	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.91	8.73	4.80	0.01	-	-	-	0.06	Ok
126	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.91	16.64	4.31	0.01	-	-	-	0.09	Ok
127	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.92	24.50	3.70	0.01	-	-	-	0.12	Ok
128	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.92	32.32	2.96	0.01	-	-	-	0.15	0k
129	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.93	40.09	2.10	0.01	-	-	-	0.18	0k
130	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.93	47.83	1.11	0.01	-	-	-	0.21	0k
131 132	4301 4301	1.0	141.4 141.4	234.3 234.3	234.3 234.3	186.6 186.6	186.6 186.6	0.21	18.79 9.85	2.73 2.73	0.00	-	-	-	0.09 0.05	Ok Ok
133	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.22	7.90	2.73	0.00	-	-	-	0.05	Ok
134	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.23	16.71	2.58	0.00			-	0.08	Ok
135		1.0		234.3	234.3	186.6	186.6	0.23	25.47	2.31	0.00	-	-	-	0.12	Ok
136	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	0.24	34.20	1.92	0.00	-	-	-	0.16	Ok
137	4301	1.0		234.3	234.3	186.6	186.6	0.24	42.88	1.41	0.00	-	-	-	0.19	Ok
138	4301	1.0		234.3	234.3	186.6	186.6	0.25	51.60	0.77	0.00	-	-	-	0.22	0k
139	4301	1.0		234.3	234.3	186.6	186.6	-18.22	8.04	2.14	0.13	-	-	0.17	-	Ok
140 141	4301 4301	1.0	141.4 141.4	234.3 234.3	234.3 234.3	186.6 186.6	186.6 186.6	-18.21 -18.20	5.25 3.43	3.79 4.93	0.13	-	-	0.17 0.16	-	Ok Ok
141	4301	1.0		234.3	234.3	186.6	186.6	-18.20	4.62	5.56	0.13	-	-	0.16	-	Ok
143	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-18.18	16.11	5.60	0.13			0.17	-	Ok
144	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-18.18	7.46	4.51	0.13	-	-	0.18	-	Ok
145	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-18.18	9.56	3.21	0.13	-	-	0.18	-	0k
146	4301	1.0	141.4	234.3	234.3	186.6	186.6	-18.18	18.02	1.86	0.13	-	-	0.21	-	Ok
420	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2	-7.81	2.10	0.77	0.07	-	-	0.09	-	0k
421	5701	1.0		234.3	234.3	106.2	106.2	-7.81	1.19	1.32	0.07	-	-	0.09	-	0k
422 423	5701 5701	1.0	104.6 104.6	234.3 234.3	234.3	106.2 106.2	106.2 106.2	-7.82	0.57	1.65 1.76	0.07	-	-	0.08	-	Ok
423	5701	1.0	104.6	234.3	234.3 234.3	106.2	106.2	-7.82 -7.83	0.73 1.10	1.76	0.07	-	-	0.09	-	Ok Ok
425	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2	-7.83	1.34	1.65	0.07	-	-	0.09	-	Ok
426	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2	-7.83	1.57	1.32	0.07			0.09	-	Ok
427	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2	-7.84	2.40	0.77	0.07	-	-	0.09	-	Ok
436	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2	-8.10	1.16	0.77	0.08	-	-	0.09	-	0k
437	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2	-8.10	0.81	1.32	0.08	-	-	0.09	-	Ok
438	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2	-8.09	0.78	1.65	0.08	-	-	0.09	-	0k
439	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2	-8.09	0.78	1.76	0.08	-	-	0.09	-	0k
440	5701	1.0	104.6	234.3	234.3	106.2	106.2 106.2	-8.09	0.73	1.76	0.08	-	-	0.09	-	Ok
	5701	1.0	104.6 104.6	234.3 234.3	234.3 234.3	106.2 106.2	106.2	-8.08 -8.08	0.55 0.47	1.65 1.32	0.08	-	-	0.09	-	Ok Ok
441	5701						100.4	0.00	0.47	1.04	0.00	1	1	0.00		UR.
442	5701 5701	1.0							0,82	0.77	0.08	-	-	0.08	-	Ok
	5701 5701 4161	1.0	104.6 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	106.2 199.4	106.2 199.4	-8.07 -38.07	0.82 53.25	0.77 2.57	0.08	0.51	0.42	0.08	-	Ok Ok

Tabela 22 – Resultados de flambagem

V	/igas Tu	ıpo .	168.3x7.1		Material: Fy:	NV A36	N/mm²	Pertil	Tubo	D: t:	168.3 7.1	mm mm				
Elemento	Lb	K	Fa	Fby	Fbz	F'ey	F'ez	fa	fby	fbz	fa/Fa	H1-1	H1-2	H1-3	H2-1	Critério
(ID) 454	[mm] 4161	1.0	[N/mm²] 144.8	[N/mm²] 234.3	[N/mm²] 234.3	[N/mm²] 199.4	[N/mm²] 199.4	[N/mm²] -38.09	[N/mm²] 16.97	6.29	0.26	0.37	0.28	-	_	Ok
455	4161	1.0		234.3	234.3	199.4	199.4	-38.10	22.27	7.45	0.26	0.40	0.31	-	-	Ok
456	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-38.00	8.94	7.67	0.26	0.34	0.25	-	-	0k
457 458	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	-38.01 -38.02	5.15 2.92	6.46 4.77	0.26 0.26	0.31 0.30	0.23	-	-	Ok Ok
459	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-38.03	7.19	2.62	0.26	0.31	0.22	-	-	Ok
460	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-0.79	25.54	6.92	0.01	-	-	0.14	-	Ok
461	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-0.79	16.11	6.47	0.01	-	-	0.10	-	0k
462 463	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	-0.79 -0.79	6.64 12.50	5.90 5.21	0.01 0.01	-	-	0.06	-	Ok Ok
464	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-0.79	22.02	4.40	0.01	-	-	0.12	-	Ok
465	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-0.80	31.66	3.48	0.01	-	-	0.16	-	0k
466	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-0.80	41.33	2.44	0.01	-	-	0.19	-	0k
467 468	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	-0.80 -33.01	51.05 58.87	1.28 2.57	0.01 0.23	0.50	0.42	0.23	-	Ok Ok
469	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-33.01	37.70	4.68	0.23	0.41	0.34	-	-	Ok
470	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-33.02	16.87	6.31	0.23	0.33	0.25	-	-	Ok
471	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-33.02	26.09	7.48	0.23	0.37	0.30	-	-	0k
472 473	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	-33.42 -33.42	8.49 4.49	8.10 6.78	0.23 0.23	0.30 0.28	0.23 0.20	-	-	Ok Ok
474	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-33.43	4.00	4.99	0.23	0.27	0.20	-	-	Ok
475	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-33.43	8.49	2.73	0.23	0.28	0.20	-	-	0k
476	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.79	30.63	7.33	0.01	-	-	-	0.17	0k
477 478	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	0.80	19.30 7.96	6.82 6.20	0.01 0.01	-	-	-	0.12 0.06	Ok Ok
479	4161	1.0		234.3	234.3	199.4	199.4	0.80	15.52	5.46	0.01	-	-	-	0.09	Ok
480	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.80	26.96	4.60	0.01	-	-	-	0.14	Ok
481	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.80	38.35	3.63	0.01	-	-	-	0.18	Ok
482 483	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	0.81 0.81	49.71 61.02	2.54 1.33	0.01 0.01	-	-	-	0.23 0.27	Ok Ok
516	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-30.65	57.50	2.22	0.21	0.47	0.40	-	-	Ok
517	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-30.64	36.74	3.96	0.21	0.39	0.32	-	-	0k
518	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-30.64	16.68	5.24	0.21	0.31	0.24	-	-	Ok
519 520	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	-30.63 -30.77	24.95 6.50	6.31 6.79	0.21 0.21	0.35 0.27	0.28	-	-	Ok Ok
521	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-30.76	4.77	5.80	0.21	0.26	0.19	-	-	Ok
522	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-30.76	3.83	4.33	0.21	0.25	0.18	-	-	Ok
523 524	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	-30.75 0.81	5.59 29.08	2.40 4.43	0.21 0.01	0.25	0.18	-	0.15	Ok Ok
525	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.81	17.93	4.43	0.01	-	-	-	0.10	Ok
526	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.81	6.89	4.03	0.01	-	-	-	0.05	Ok
527	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.81	15.26	3.65	0.01		-	-	0.08	Ok
528 529	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	0.82 0.82	26.24 37.18	3.15 2.54	0.01 0.01	-	-	-	0.13 0.17	Ok Ok
530	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.82	48.08	1.81	0.01	-	-	-	0.17	Ok
531	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.82	59.03	0.96	0.01	-	-	-	0.26	Ok
532	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-30.73	57.65	2.29	0.21	0.47	0.40	-	-	0k
533 534	4161 4161	1.0	144.8 144.8	234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	-30.73 -30.73	36.76 16.70	4.12 5.48	0.21 0.21	0.39 0.31	0.32 0.24	-	-	Ok Ok
535	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-30.72	25.31	6.45	0.21	0.35	0.28	-	-	Ok
536	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-31.06	6.67	7.03	0.21	0.27	0.20	-	-	Ok
537	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	-31.05	4.58	5.98	0.21	0.26	0.19	-	-	Ok
538 539	4161 4161	1.0		234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	-31.05 -31.05	3.92 6.02	4.45 2.46	0.21 0.21	0.25 0.25	0.18 0.18	-	-	Ok Ok
540	4161	1.0		234.3	234.3	199.4	199.4	0.81	30.07	5.02	0.01	-	-	-	0.15	Ok
541	4161	1.0		234.3	234.3	199.4	199.4	0.81	18.43	4.80	0.01	-	-	-	0.10	Ok
542 543	4161 4161	1.0		234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 199.4	199.4 199.4	0.81 0.81	6.90 16.22	4.47 4.02	0.01 0.01	-	-	-	0.05	Ok Ok
544		1.0		234.3	234.3	199.4	199.4	0.82	27.69	3.45	0.01	-	-	-	0.09	Ok
545	4161	1.0	144.8	234.3	234.3	199.4	199.4	0.82	39.12	2.76	0.01	-	-	-	0.18	0k
546	4161	1.0		234.3	234.3	199.4	199.4	0.82	50.51	1.96	0.01	-	-	-	0.23	0k
547 604	4161 4451	1.0		234.3 234.3	234.3 234.3	199.4 174.3	199.4 174.3	0.82 17.64	61.89 5.68	1.04 25.40	0.01 0.13	-	-	-	0.27	Ok Ok
605	4451	1.0		234.3	234.3	174.3	174.3	17.64	5.44	14.72	0.13	-	-	-	0.22	Ok
606	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	17.63	5.07	7.21	0.13	-	-	-	0.14	Ok
607	4451	1.0		234.3	234.3	174.3	174.3	17.63	4.56	17.90	0.13	-	-	-	0.18	Ok
608 609	4451 4451	1.0		234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	17.62 17.61	3.92 3.14	28.55 39.15	0.13 0.13	-	-	-	0.22	Ok Ok
610	4451	1.0		234.3	234.3	174.3	174.3	17.61	2.23	49.71	0.13	-	-	-	0.30	Ok
611	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	17.60	1.18	60.51	0.13	-	-	-	0.35	0k
612	4451	1.0		234.3	234.3	174.3	174.3	17.61	1.22	32.19	0.13	-	-	-	0.23	Ok
613 614	4451 4451	1.0		234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	17.61 17.60	2.30 3.25	26.20 20.32	0.13 0.13	-	-	-	0.20 0.18	Ok Ok
615	4451	1.0		234.3	234.3	174.3	174.3	17.60	4.06	14.55	0.13	-	-	-	0.16	Ok
616	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	17.59	4.74	8.88	0.13	-	-	-	0.14	0k
617	4451	1.0		234.3	234.3	174.3	174.3	17.58	5.29	4.73	0.13	-	-	-	0.13	0k
618 619	4451 4451	1.0		234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	17.58 17.57	5.70 5.98	8.70 12.97	0.13 0.13	-	-	-	0.14 0.16	Ok Ok
620	4451	1.0		234.3	234.3	174.3	174.3	-0.57	4.54	31.18	0.00	-	-	0.16	-	Ok
621	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	-0.57	4.17	19.85	0.00	-	-	0.11	-	Ok
622 623	4451 4451	1.0		234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	-0.57 -0.58	3.74 3.25	9.72 14.67	0.00	-	-	0.06	-	Ok Ok
023	4401	1.0	137.0	234.3	234.3	174.3	174.3	-0.00	J.20	14.07	0.00	-		0.00	-	OK

Tabela 23 – Resultados de flambagem

	/igas Tu	ubo 1	68.3x7.1		Material:	NV A36	h1/2	Pertil	Tubo	D:	168.3					
Elemento	Lb	K	Fa	Fby	Fy: Fbz	F'ey	N/mm² F'ez	fa	fby	t: fbz	7.1 fa/Fa	mm H1-1	H1-2	H1-3	H2-1	Critério
(ID)	[mm]		[N/mm²]	[N/mm²]		[N/mm²]		[N/mm²]	[N/mm²]		0.00			0.43		Oli
624 625	4451 4451	1.0	137.8 137.8	234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	-0.58 -0.59	2.71 2.12	25.99 37.46	0.00	-	-	0.13 0.17	-	Ok Ok
626	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	-0.59	1.47	49.05	0.00	-	-	0.22	-	Ok
627	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	-0.60	0.79	60.68	0.00	-	-	0.27	-	Ok
628	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.95	1.14	73.21	0.16	0.47	0.43	-	-	Ok
629 630	4216 4216	1.0	143.5 143.5	234.3 234.3	234.3 234.3	194.2 194.2	194.2 194.2	-22.96 -22.96	2.15 3.05	60.17 47.24	0.16 0.16	0.42	0.37	-	-	Ok Ok
631	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.96	3.82	34.69	0.16	0.32	0.32	-	-	Ok Ok
632	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.97	4.48	22.30	0.16	0.27	0.22	-	-	Ok
633	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.98	5.01	9.81	0.16	0.22	0.17	-	-	Ok
634	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.98	5.42	15.91	0.16	0.25	0.20	-	-	0k
635 636	4216 4216	1.0	143.5 143.5	234.3 234.3	234.3 234.3	194.2 194.2	194.2 194.2	-22.99 -22.82	5.71 6.96	28.39 14.43	0.16 0.16	0.30 0.25	0.25 0.20	-	-	Ok Ok
637	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.83	6.51	10.52	0.16	0.23	0.20	-	-	Ok
638	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.83	5.94	6.98	0.16	0.21	0.16	-	-	Ok
639	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.84	5.25	3.69	0.16	0.20	0.15	-	-	Ok
640	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.84	4.44	5.68	0.16	0.20	0.15	-	-	Ok
641	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.85	3.51	9.00	0.16	0.21	0.16	-	-	0k
642 643	4216 4216	1.0	143.5 143.5	234.3 234.3	234.3 234.3	194.2 194.2	194.2 194.2	-22.85 -22.86	2.46 1.29	12.27 15.61	0.16 0.16	0.22	0.17 0.18	-	-	Ok Ok
644	4216		143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.30	4.67	20.66	0.10	-	-	-	0.11	Ok
645	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.31	4.51	11.29	0.01	-	-	-	0.07	Ok
646	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.32	4.22	8.46	0.01	-	-	-	0.06	Ok
647	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.32	3.82	18.09	0.01	-	-	-	0.10	0k
648 649	4216 4216	1.0	143.5 143.5	234.3 234.3	234.3 234.3	194.2 194.2	194.2 194.2	1.33 1.33	3.30 2.65	27.67 37.21	0.01 0.01	-	-	-	0.14 0.18	Ok Ok
650	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.33	1.89	46.72	0.01	-	-	-	0.18	Ok
651	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.34	1.01	56.18	0.01	-	-	-	0.25	Ok
652	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.22	1.29	72.39	0.15	0.46	0.42	-	-	Ok
653	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.22	2.47	59.51	0.15	0.41	0.37	-	-	Ok
654	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.22	3.52	46.73	0.15	0.36	0.32	-	-	0k
655 656	4216 4216	1.0	143.5 143.5	234.3 234.3	234.3 234.3	194.2 194.2	194.2 194.2	-22.22 -22.23	4.45 5.26	34.31 22.08	0.15 0.15	0.31	0.27	-	-	Ok Ok
657	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.23	5.26	9.74	0.15	0.22	0.22	-	-	Ok
658	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.24	6.52	15.67	0.16	0.25	0.20	-	-	Ok
659	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.25	6.97	27.99	0.16	0.30	0.25	-	-	Ok
660	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.08	7.29	14.39	0.15	0.24	0.20	-	-	Ok
661	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.09	6.80	10.54	0.15	0.22	0.18	-	-	Ok
662	4216	1.0	143.5 143.5	234.3 234.3	234.3 234.3	194.2	194.2	-22.09 -22.10	6.19 5.46	7.02 3.82	0.15 0.15	0.21 0.19	0.16	-	-	Ok
663 664	4216 4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2 194.2	194.2 194.2	-22.10	4.61	5.53	0.15	0.19	0.14 0.15	-	-	Ok Ok
665	4216		143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.11	3.64	8.82	0.15	0.21	0.16	-	-	Ok
666	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.11	2.55	12.08	0.15	0.21	0.17	-	-	Ok
667	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	-22.12	1.33	15.35	0.15	0.22	0.18	-	-	Ok
668	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.29	6.29	20.26	0.01	-	-	-	0.12	0k
669 670	4216 4216	1.0	143.5 143.5	234.3 234.3	234.3 234.3	194.2 194.2	194.2 194.2	1.30	5.93 5.44	11.11 8.55	0.01	-	-	-	0.08 0.07	Ok Ok
671	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.31	4.84	18.07	0.01	-	-	-	0.10	Ok
672	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.31	4.11	27.55	0.01	-	-	-	0.14	Ok
673	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.32	3.26	36.99	0.01	-	-	-	0.18	Ok
674	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.32	2.30	46.39	0.01	-	-	-	0.21	Ok
675 676	4216	1.0	143.5	234.3	234.3	194.2	194.2	1.33	1.21	55.74	0.01	-	-	-	0.25	Ok
676 677	4451 4451	1.0	137.8 137.8	234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	16.11 16.10	5.89 5.62	26.13 15.26	0.12	-	-	-	0.21 0.16	Ok Ok
678	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.10	5.22	6.93	0.12	-		-	0.13	Ok
679	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.09	4.69	17.80	0.12	-	-	-	0.17	Ok
680	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.08	4.02	28.63	0.12	-	-	-	0.21	Ok
681	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.08	3.22	39.42	0.12	-	-	-	0.26	Ok
682 683	4451 4451	1.0	137.8 137.8	234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	16.07 16.07	2.28 1.21	50.17 61.03	0.12	-	-	-	0.30 0.34	Ok Ok
684	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.05	1.22	29.08	0.12	-	-	-	0.34	Ok
685	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.04	2.31	23.68	0.12	-	-	-	0.19	Ok
686	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.04	3.26	18.39	0.12	-	-	-	0.17	Ok
687	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.03	4.08	13.20	0.12	-	-	-	0.15	Ok
688	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.02	4.76	8.12	0.12	-	-	-	0.13	Ok
689 690	4451 4451	1.0	137.8 137.8	234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	16.02 16.01	5.31 5.73	4.01 6.79	0.12	-	-	-	0.11 0.13	Ok Ok
691	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	16.01	6.01	11.41	0.12	-	-	-	0.15	Ok Ok
692	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	0.54	4.43	29.78	0.00	-	-	-	0.15	Ok
693	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	0.54	4.07	18.80	0.00	-	-	-	0.10	Ok
694	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	0.54	3.65	9.41	0.00	-	-	-	0.06	Ok
695	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	0.55	3.18	14.56	0.00	-	-	-	0.08	0k
696 697	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	0.55	2.66	25.63	0.00	-	-	-	0.12	Ok
697 698	4451 4451	1.0	137.8 137.8	234.3 234.3	234.3 234.3	174.3 174.3	174.3 174.3	0.55 0.55	2.08 1.44	36.78 48.03	0.00	-	-	-	0.17 0.21	Ok Ok
699	4451	1.0	137.8	234.3	234.3	174.3	174.3	0.56	0.78	59.32	0.00	-	-	-	0.26	Ok
700	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.15	0.00	1.85	0.13	-	-	-	0.04	Ok
	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.15	0.00	0.83	0.13	-	-	-	0.04	Ok
701				2242	2242	56.3	56.3	7.16	0.00	1.07	0.13	-	-	-	0.04	Ok
702	7829	1.0	56.3	234.3	234.3							<u> </u>			0.04	
		1.0 1.0 1.0	56.3 56.3 56.3	234.3 234.3 234.3	234.3 234.3 234.3	56.3 56.3	56.3 56.3	7.16 7.16	0.00	1.18	0.13 0.13	-	-	-	0.04 0.04 0.04	Ok Ok

Tabela 24 – Resultados de flambagem

	Vigas Tubo 168.3x7.1				Material:	NV A36		Pertil	Tubo	D:	168.3	mm				
	igas it				Fy:		N/mm²			t:		mm				
Elemento	Lb	lĸ	Fa	Fby	Fbz	F'ey	F'ez	fa	fby	fbz	fa/Fa	H1-1	H1-2	H1-3	H2-1	Critério
(ID)	[mm]		[N/mm ²]	[N/mm²]			[N/mm²]	[N/mm ²]								
706	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.17	0.00	1.30	0.13	-	-	-	0.04	Ok
707	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.18	0.00	2.75	0.13	-	-	-	0.05	Ok
708	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.15	0.00	1.63	0.13	-	-	-	0.04	Ok
709	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.15	0.00	0.72	0.13	-	-	-	0.04	0k
710	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.16	0.00	1.07	0.13	-	-	-	0.04	Ok
711	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.16	0.00	1.08	0.13	-	-	-	0.04	Ok
712	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.17	0.00	1.08	0.13	-	-	-	0.04	0k
713	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.17	0.00	0.88	0.13	-	-	-	0.04	Ok
714	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.17	0.00	0.95	0.13	-	-	-	0.04	Ok
715	7829	1.0	56.3	234.3	234.3	56.3	56.3	7.18	0.00	2.30	0.13	-	-	-	0.04	0k
716	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	8.40	0.00	2.18	0.12	-	-	-	0.05	Ok
717	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	8.39	0.00	1.12	0.12	-	-	-	0.04	Ok
718	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	8.38	0.00	0.71	0.12	-	-	-	0.04	Ok
719	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	8.37	0.00	0.77	0.12	-	-	-	0.04	Ok
720	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	8.36	0.00	0.77	0.12	-	-	-	0.04	Ok
721	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	8.35	0.00	0.71	0.12	-	-	-	0.04	Ok
722	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	8.34	0.00	0.51	0.12	-	-	-	0.04	Ok
723	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	8.33	0.00	1.28	0.12	-	-	-	0.04	0k
724	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	7.86	0.00	1.41	0.12	-	-	-	0.04	Ok
725	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	7.87	0.00	0.57	0.12	-	-	-	0.04	Ok
726	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	7.88	0.00	0.63	0.12	-	-	-	0.04	0k
727	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	7.89	0.00	0.63	0.12	-	-	-	0.04	Ok
728	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	7.90	0.00	0.63	0.12	-	-	-	0.04	0k
729	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	7.91	0.00	0.59	0.12	-	-	-	0.04	Ok
730	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	7.92	0.00	1.08	0.12	-	-	-	0.04	Ok
731	7106	1.0	68.4	234.3	234.3	68.4	68.4	7.93	0.00	2.17	0.12	-	-	-	0.05	Ok
732	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	2.71	0.00	1.69	0.03	-	-	-	0.02	Ok
733	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	2.71	0.00	0.68	0.03	-	-	-	0.02	0k
734	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	2.70	0.00	0.70	0.03	-	-	-	0.02	Ok
735	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	2.70	0.00	1.08	0.03	-	-	-	0.02	Ok
736	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	2.70	0.00	1.26	0.03	-	-	-	0.02	Ok
737	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	2.69	0.00	1.26	0.03	-	-	-	0.02	Ok
738	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	2.69	0.00	1.22	0.03	-	-	-	0.02	Ok
739	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	2.68	0.00	1.79	0.03	-	-	-	0.02	Ok
740	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	3.51	0.00	1.63	0.04	-	-	-	0.02	Ok
741	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	3.50	0.00	0.67	0.04	-	-	-	0.02	Ok
742	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	3.49	0.00	0.61	0.04	-	-	-	0.02	Ok
743	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	3.48	0.00	0.94	0.04	-	-	-	0.02	Ok
744	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	3.47	0.00	1.06	0.04	-	-	-	0.02	0k
745	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	3.48	0.00	1.06	0.04	-	-	-	0.02	Ok
746	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	3.49	0.00	1.13	0.04	-	-	-	0.02	Ok
747	6509	1.0	81.5	234.3	234.3	81.5	81.5	3.50	0.00	2.00	0.04	-	-	-	0.02	0k

6. CONCLUSÕES

Ao final deste trabalho, após a realização de todas as condições de carregamento podemos ter uma visão global do que foi proposto neste projeto, que é na essência, analisar a resposta da estrutura suporte do heliponto inicialmente proposta.

A aplicação das cargas no modelo em elementos finitos foi feita de forma superestimada. Por exemplo, a carga de vento, onde não foi considerado o perfil de vento e foi usada a velocidade do vento na altura máxima do heliponto em relação ao nível do mar para carregar todo o modelo. Além disso, não foram considerados os efeitos de sobreposição das vigas, onde uma serviria de escudo para as outras. A maior extrapolação das cargas foi no caso das cargas do helicóptero, onde foram aplicadas cargas pontuais diretamente nas vigas da parte superior da estrutura, onde na verdade essas cargas atuariam no convés do heliponto e seriam transmitidas a estrutura suporte pelos pontos de apoio.

Neste relatório não foram considerados os casos do comportamento da estrutura do heliponto em resposta as acelerações sofridas pela unidade durante seu deslocamento de um ponto a outro de operação. Foi considerado que, como nesses casos o helicóptero não opera essa condição não seria majoritária no dimensionamento da estrutura.

Tendo em vista essas considerações, foram ensaiados diversos casos de carregamento onde as cargas de vento foram combinadas com as cargas de pouso em diferentes posições. Feito isso, tendo em vista os carregamentos propostos, foi possível checar que a estrutura atende aos critérios de escoamento e de estabilidade requeridos pelas regras pertinentes as sociedades classificadoras e entidades normativas, neste caso a DNV e a AISC.

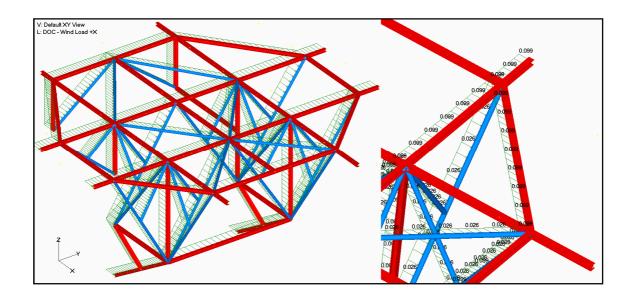
Quanto aos resultados, inicialmente acreditou-se que o maior problema que a estrutura enfrentaria seria em relação aos critérios dos níveis de tensão, em função das cargas do helicóptero atuando diretamente sobre as vigas. Ao longo do estudo, foi observado que as tensões estavam, com certa folga, abaixo dos níveis máximos estipulados. Mas que os critérios de flambagem estavam bem próximos do permitido, chegando em 0.97 em alguns casos, onde o máximo é 1.

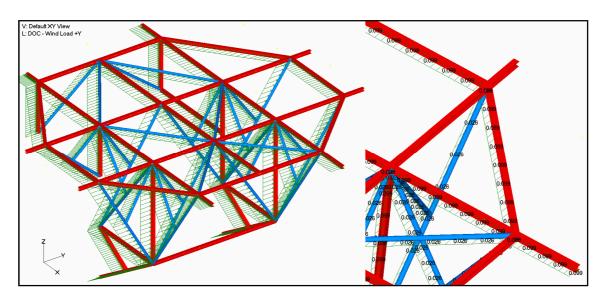
Concluindo, pode-se afirmar que a configuração estrutural proposta está de acordo com os critérios de aceitação das normas pertinentes. E apesar dos critérios de flambagem estarem muito próximos de serem extrapolados, as cargas da estrutura foram superestimadas.

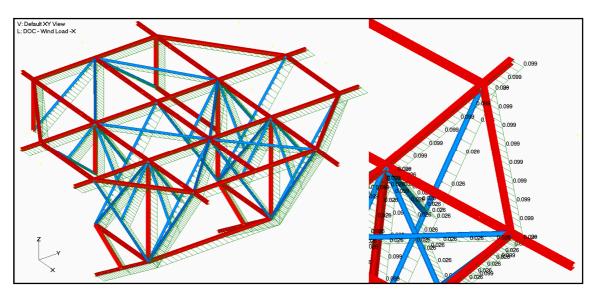
7. BIBLIOGRAFIA

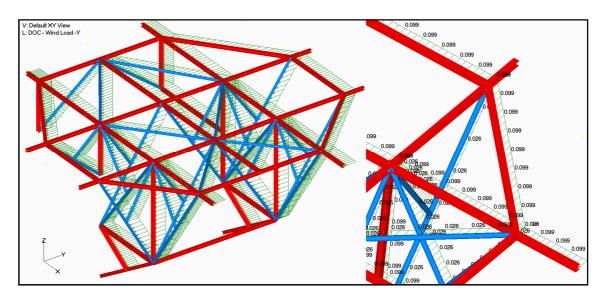
- [1] Health & Safety Executive HSE Offshore Helideck Design Guidelines John Burt Associates Limited / BOMEL Limited;
- [2] DNV Offshore Standard DNV-OS-C201, Structural Design of Offshore Units (WSD Method), April 2012;
- [3] MSC Nastran 2004, Reference Manual;
- [4] DNV Rules for Classification of Ships, July 2012 Part 2, Material and Welding Chapter 2, Metallic Materials;
- [5] AISC Manual of Steel Construction Allowable Stress Design, 9th Edition, June 1989;
- [6] DNV Offshore Standard DNV-OS-E401, Helicopter Decks, April 2011;
- [7] Normas da Autoridade Marítima para Homologação de Helipontos Instalados em Embarcações e em Plataforma Marítimas NORMAM 27/DPC, 2011;
- [8] American Petroleum Institute Recommended Practice API-RP-2L, Recommended Pratice for Planning, Designing and Constructing Heliports for Fixed Offshore Platforms, June 1996;
- [9] DNV Recommended Practice DNV-RP-C205, Environmental Conditions and Environmental Loads, October 2010;
- [10] DNV Rules for Classification of Ships, July 2012 Part 6, Special Equipment and Systems Chapter 1, Miscellaneous Notations.

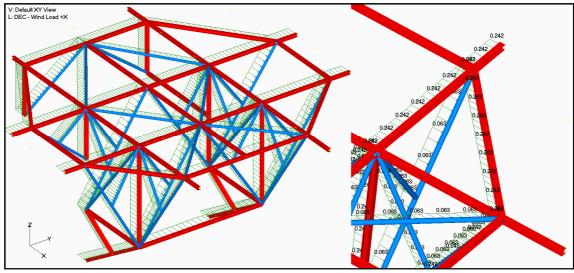
Anexo I - Cargas de Vento

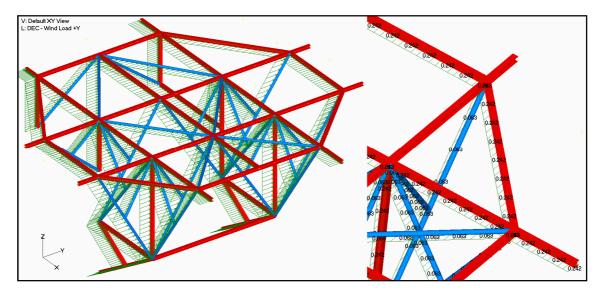


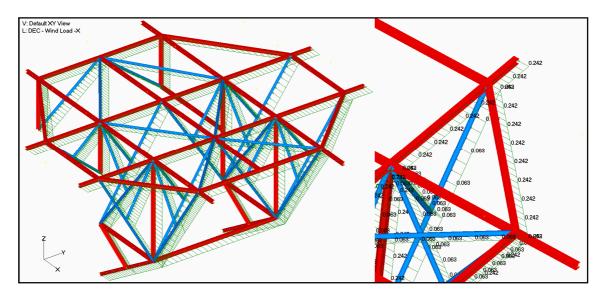


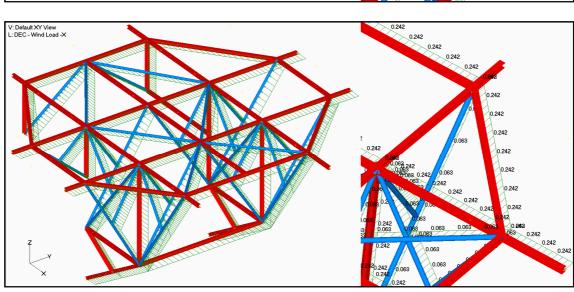




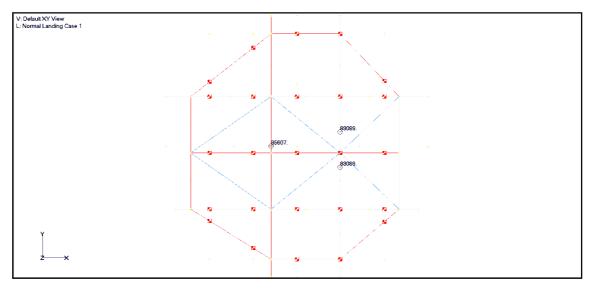


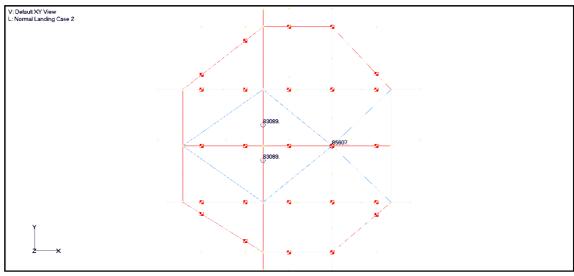


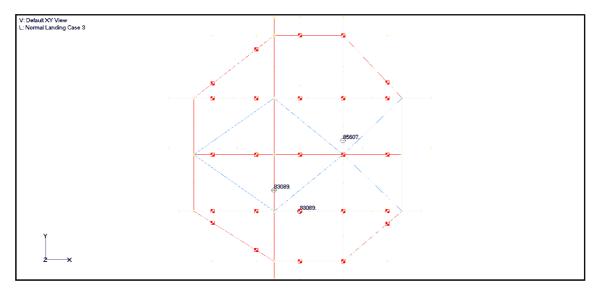


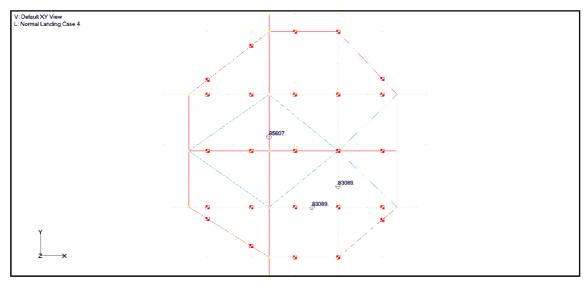


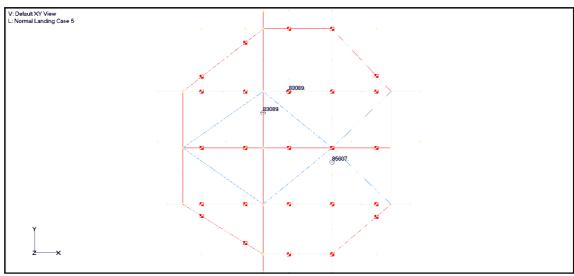
Anexo II – Cargas de Operação do Helicóptero

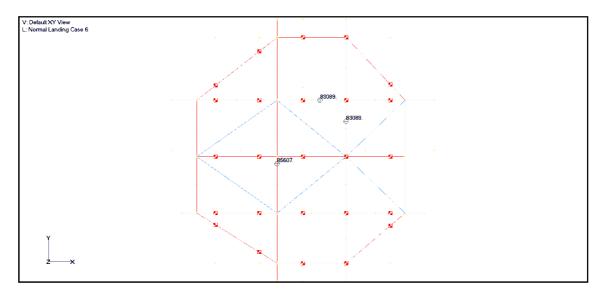


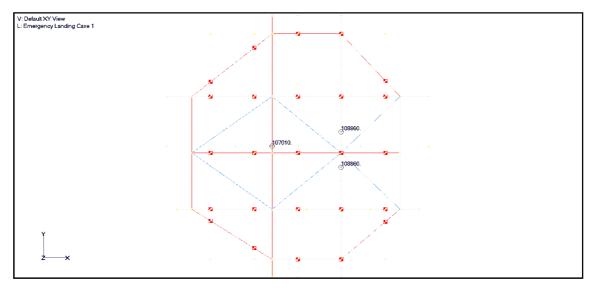


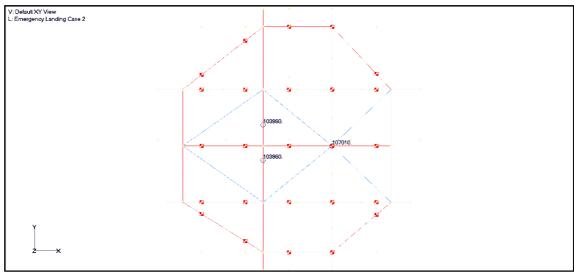


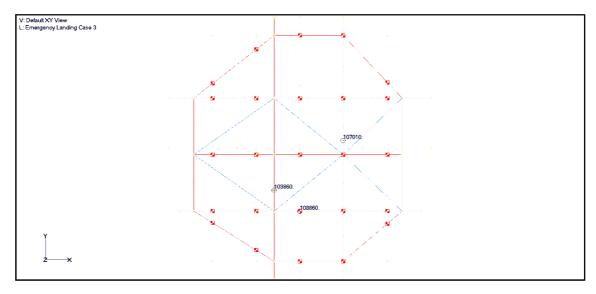


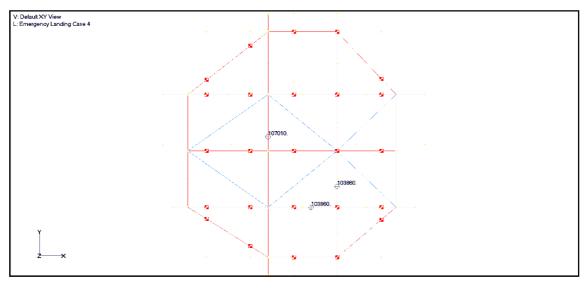


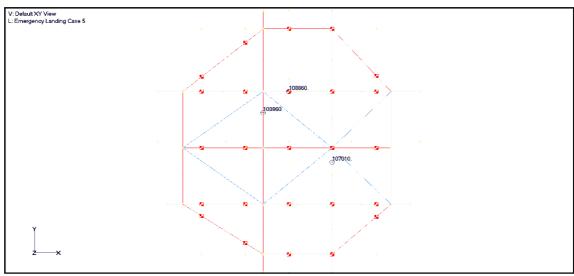


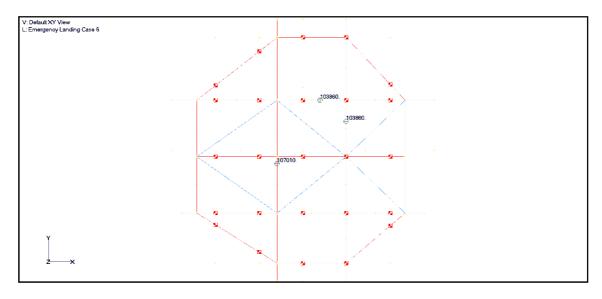


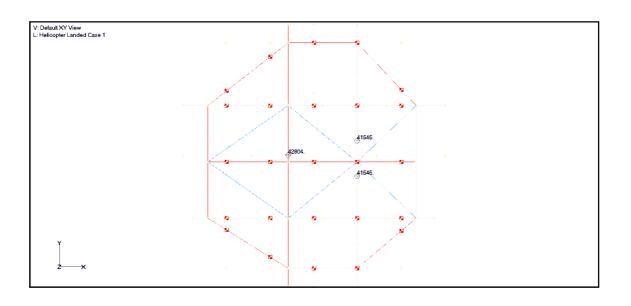












Anexo III – Sikorsky S92

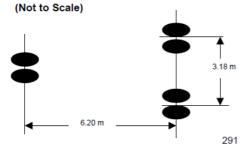
APPENDIX 13 - SIKORSKY S92 - DESIGN INFORMATION

(Aircraft data supplied courtesy of Sikorsky Helicopters - Please note that helidecks designed to facilitate S92 operations should use the higher MAUW to accommodate planned future growth. All other dimensions remain the same)

GENERAL DESIGN DATA

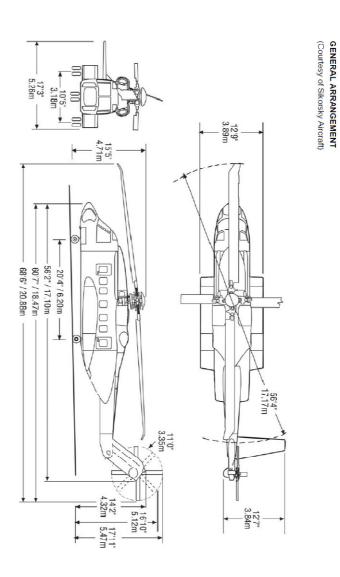
Overall Length (= 'D')	= 20.88 m
Max. All Up Weight (current certified) Max. All Up Weight (planned growth)	= 11859 kg (t = 11.9) = 12837 kg (t = 12.8)
0.83D Obstacle Limit Dimension	= 17.33 m
0.62D Obstacle Limit Dimension	= 12.95 m
0.12D Inner Obstacle Limitation	= 2.51 m @ Height 1044 mm
0.21D Outer Obstacle Limitation	= 4.39 m @ Height 1044 to 3236 mm
Minimum Foam Application Rate (where 'D' equals SLA)	= 1883 ltrs per min
RFF Category	H1 / H2
Landing Net Size	Large, 15m x 15m
Passenger Access	Starboard Side at Front
Refuelling Method	Pressure and Gravity
Refuelling Point Locations	Gravity filling point at each sponson. Pressure connection on port sponson.
Fuel Type	Jet A-1
Max. Fuel Load (Standard Tanks)	2877 ltrs (760 US galls)
Undercarriage	Tricycle

UNDERCARRIAGE FOOTPRINT - LOADS FOR PLANNED AIRCRAFT GROWTH

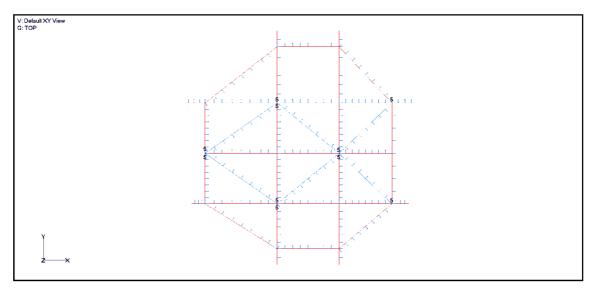


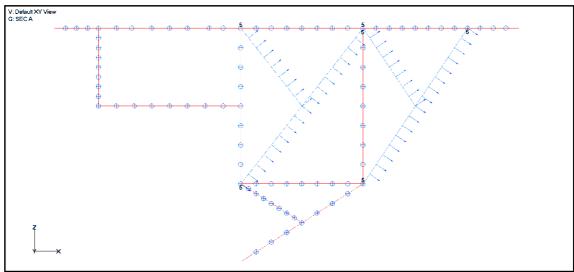
Nosewheels (at max fwd C of G): Static Load per u/c Gear: 4592 kg Static Contact Area per Tyre: 265.0 cm² Dynamic Load per u/c Gear: 5970kg Dynamic Contact Area per tyre: 323.3 cm²

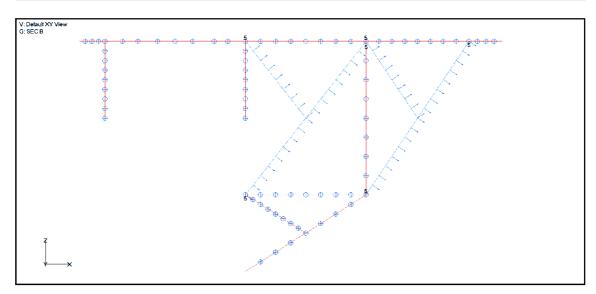
Mainwheels (at max aft C of G): Static Load per u/c Gear: 4453 kg Static Contact Area per Tyre: 258.0 cm² Dynamic Load per u/c Gear: 5788 kg Dynamic Contact Area per tyre: 316.7 cm²

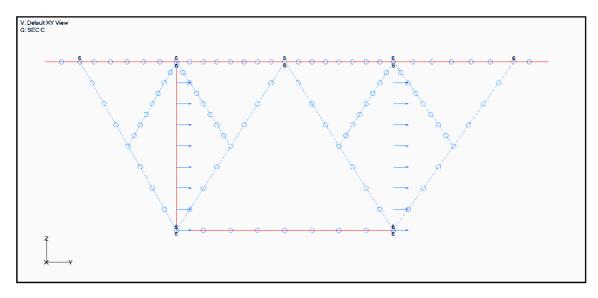


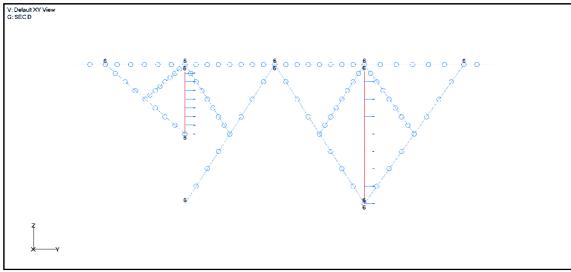
Anexo IV - Chapas de Conexão

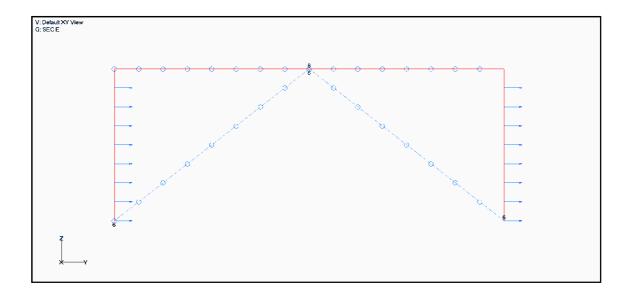












Anexo V - Resultados de Tensão

