



Notas						
Referências						
0A	20/04/23	EMIÇÃO INICIAL	MPC	JRN	JRN	-
Nº	Data	Natureza da Revisão	Elaborado	Verificado	Aprovado	Aprovado
			PROJETISTA			CLIENTE
Controle de Revisões						
Contratante 		Contratada 		Contratada 		
Lote 4 do Leilão nº 001/2022 da ANEEL PROJETO EXECUTIVO						
OBJETO LT 230 kV LARANJAL DO JARI – MACAPÁ III C1						
TÍTULO ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS						
Nº DOCUMENTO AP2-LT1-PE-ET-MET-001				FOLHA 1/94		REVISÃO 0A

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 2/94	Revisão 0A

ÍNDICE

1. OBJETIVO	3
1.1. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	3
2. NORMAS APLICÁVEIS	3
2.1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	3
2.2. ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS	4
2.3. ASME - AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS	5
2.4. AISC - AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION	5
2.5. ASCE - AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS	5
2.6. AWS - AMERICAN WELDING SOCIETY	5
2.7. ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION	5
2.8. IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION	6
2.9. INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL	6
3. EXTENSÃO DO FORNECIMENTO	6
3.1. DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS	6
3.2. MATERIAIS A SEREM FORNECIDOS	6
4. PROJETO ESTRUTURAL	7
4.1. MATERIAIS	7
4.2. CÁLCULO ESTRUTURAL	8
4.3. CARGAS NAS FUNDAÇÕES	9
4.4. DETALHAMENTO	9
5. FABRICAÇÃO	13
5.1. REQUISITOS GERAIS	13
5.2. FUROS	13
5.3. MARCAÇÃO DAS PEÇAS	14
5.4. ZINCAGEM	14
5.5. EXCESSO	14
5.6. SOLDAS	14
6. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA	15
6.1. REQUISITOS GERAIS	15
6.2. MEMÓRIAS DE CÁLCULO	15
6.3. DESENHOS DE MONTAGEM	15
6.4. INSTRUÇÕES PARA MONTAGEM	16
7. INSPEÇÃO E ENSAIOS	17
7.1. INTRODUÇÃO	17
7.2. DEFINIÇÕES	17
7.3. ENSAIOS DE ROTINA	18
7.4. ENSAIOS DE ACEITAÇÃO	19
7.5. ENSAIO DE CARREGAMENTO DE PROTÓTIPO	21
8. EMBALAGEM E EMBARQUE	21
9. ENTREGAS	23
ANEXO A1: TIPOS, APLICAÇÕES E ALTURAS	24
ANEXO B1: CARGAS	26
ANEXO C1: HIPÓTESES DE CARREGAMENTO	31
ANEXO D1: CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA DAS ESTRUTURAS	87

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS		Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
			Folha 3/94 Revisão 0A

1. OBJETIVO

Fixar os requisitos técnicos a serem observados no projeto, detalhamento, fabricação, zincagem, inspeção, ensaios, embalagem e embarque das estruturas metálicas, e também das ferragens de fixação das cadeias dos isoladores, estais e ferragens associadas, quando aplicável, a serem utilizadas na LT 230 kV Laranjal do Jari – Macapá III C1.

1.1. Matriz de responsabilidades

O FORNECEDOR é responsável pelo fornecimento dos materiais e pela garantia da qualidade dos mesmos, ao longo dessa especificação está detalhada as suas funções específicas e responsabilidades. Cabe a CONTRATANTE aprovar e autorizar os documentos e materiais dos fornecedores. Os INSPETORES são os responsáveis por inspecionar as fábricas e os materiais.


2. NORMAS APLICÁVEIS

As normas relacionadas a seguir, em suas últimas revisões, deverão ser obedecidas, onde aplicáveis, para a matéria-prima, projeto, detalhamento, fabricação, zincagem, inspeção, ensaios, embalagem e embarque das estruturas metálicas objeto deste fornecimento.

Em caso de conflito entre normas prevalecerá à instrução prescrita nesta Especificação Técnica, se o conflito persistir o assunto deverá ser analisado por todas as partes envolvidas.

2.1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas


NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
NBR 5427	Guia para a utilização da norma NBR 5426
NBR 5871	Arruela lisa de uso em parafuso sextavado estrutural - Dimensões e material
NBR 5875	Parafusos, porcas e acessórios
NBR 5876	Roscas
NBR 6109	Cantoneiras de abas iguais, de aço, laminadas - Dimensões e tolerâncias
NBR 6323	Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido
NBR 6351	Perfis U de abas inclinadas de aço laminado
NBR 6352	Cantoneiras de abas desiguais, de aço, laminadas a quente
NBR 6944	Perfis laminados de aço - Requisitos gerais
NBR 7007	Aços-carbono e microligados para uso estrutural e geral
NBR 7095	Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra-alta tensão
NBR 7261	Elementos de fixação roscados - Tolerâncias dimensionais, de forma, posição e rugosidade para graus de produtos A, B e C
NBR 7397	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 4/94	Revisão 0A

NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento
NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo
NBR 7400	Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente – Verificação da uniformidade do revestimento
NBR 7414	Zincagem por imersão a quente
NBR 8842	Suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão – Resistência ao carregamento – Método de ensaio
NBR 8850	Execução de suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão
NBR 8851	Parafuso sextavado para uso estrutural - Dimensões
NBR 8852	Porcas sextavadas - Grau de produto C - Dimensões
NBR 8853	Porca sextavada de segurança para estruturas metálicas de linhas de transmissão e subestações
NBR 8855	Propriedades mecânicas de elementos de fixação – Parafusos e prisioneiros
NBR 9971	Elementos de fixação dos componentes das estruturas metálicas
NBR 9983	Arruela lisa de uso em parafuso sextavado estrutural de alta resistência – Dimensões e material
NBR 10062	Porcas com valores de cargas específicas – Características mecânicas dos elementos de fixação
NBR ISO-9001	Sistema de gestão da qualidade – Requisitos.

2.2. ASTM - American Society for Testing and Materials

A6/A6M	Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes and sheet piling
A36/A36M	Standard specification for carbon structural steel
A90/A90M	Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
A123/A123M	Standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products
A143/A143M	Standard practice for safeguarding against embrittlement of hot-dip galvanized structural steel products and procedure for detecting embrittlement
A153/A153M	Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
A239	Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
A242/A242M	Standard specification for high-strength low-alloy structural steel
A283/A283M	Standard specification for low and intermediate tensile strength carbon steel plates
A325M	Standard specification for structural bolts, steel, heat treated 830 MPa minimum tensile strength (metric)

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 5/94	Revisão 0A

A370	Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products
A394	Standard specification for steel transmission tower bolts, zinc-coated and bare
A490M	Standard specification for high-strength steel bolts, classes 10.9 and 10.9.3, for structural steel joints (metric)
A529/A529M	Standard specification for high-strength carbon-manganese steel of structural quality
A563/A563M	Standard specification for carbon and alloy steel nuts
A572/A572M	Standard specification for high-strength low-alloy columbium-vanadium structural steel
A588/A588M	Standard specification for high-strength low-alloy structural steel with 50ksi (345 MPa) minimum yield point to 4 in (100mm) thick
A606	Standard specification for steel, sheet and strip, high strength, low alloy, hot rolled and cold rolled, with improved atmospheric corrosion resistance
B6	Standard specification for zinc
E709	Standard guide for magnetic particle examination
F568	Standard specification for carbon and alloy steel externally threaded metric fasteners

2.3. ASME - American Society of Mechanical Engineers

B1.1	Unified inch screw threads, UN and UNR thread form
B1.13M	Metric screw threads, M profile
B18.2.1	Square and hex bolts and screws (inch series)
B18.2.2	Square and hex nuts
B18.2.3	Metric hex bolts
B18.2.4	Metric hex nuts
B18.5	Round head bolts
B18.21	Lock washers
B18.22	Plain washers

2.4. AISC - American Institute of Steel Construction

Manual of steel construction

2.5. ASCE - American Society of Civil Engineers


10-15	Design of latticed steel transmission structures
-------	--

2.6. AWS - American Welding Society

D1-1	Structural welding code
------	-------------------------

2.7. ISO - International Organization for Standardization

261	General purpose metric screw threads - General plan
-----	---

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 6/94	Revisão 0A

898-1/2	Mechanical properties of fasteners, parts 1 and 2
965-1/2/3/4/5	General purpose metric screw threads - Tolerances, parts 1, 2, 3, 4 and 5
4016	Hexagon head bolts - Product grade C
4034	Hexagon nuts – Product grade C
4759-1	Tolerances for fasteners - Bolts, screws, studs and nuts – Product grades A, B and C
7091	Plain washers – Normal series - Product grade C

2.8. IEC – International Electrotechnical Commission

60826	Design criteria of overhead transmission lines
-------	--

2.9. INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

Portaria Nº 178/2006	Regulamento técnico da qualidade de cantoneiras de aço laminadas a quente para montagem de torres de transmissão de energia elétrica
----------------------	--

3. EXTENSÃO DO FORNECIMENTO


3.1. Documentos a Serem Fornecidos

Os seguintes documentos fazem parte do fornecimento e deverão ser apresentados à CONTRATANTE para aprovação:

- Documentação técnica descrita no capítulo 6 destas Especificações, aplicável a todos os tipos de estruturas objeto do fornecimento.
- Plano de Inspeção e Controle de Qualidade (PICQ) e demais relatórios de ensaios e inspeções relacionados no capítulo 7 destas Especificações.
- A PROPONENTE deverá apresentar um Certificado comprovando possuir um Sistema de Qualidade de acordo com os requisitos da NBR ISO 9001, referente as suas instalações fabris, onde as estruturas serão fabricadas.
- A PROPONENTE deverá indicar os laboratórios onde os ensaios de tipo especificados serão realizados.
- A PROPONENTE deverá fornecer outros documentos solicitados especialmente para este fornecimento.

3.2. Materiais a Serem Fornecidos

- 3.2.1 Estrutura metálica estaiada especificada incluindo ferragens para fixação dos mastros nas fundações (calotas, pinos etc.) e grampos U para fixação dos estais nos tubulões de concreto (caso esse tipo de fundação venha a ser utilizado). Estão excluídos do fornecimento os cabos para estais, os correspondentes conjuntos de fixação tipo VARIGRIP e as hastes de âncora.
- 3.2.2 Estruturas metálicas autoportantes especificadas, incluindo as cantoneiras de ancoragem e respectivas aletas.
- 3.2.3 Acessórios para fixação das cadeias de suspensão, de passagem e de ancoragem dos condutores (mancais, manilhas, cavalotes, etc.). Os acessórios de aço forjado deverão ser fabricados pelo processo de matriz fechada.
- 3.2.4 Parafusos, parafusos-degrau, porcas, “palnuts”, arruelas e calços para instalação de todas as estruturas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 7/94	Revisão 0A

4. PROJETO ESTRUTURAL

4.1. Materiais

4.1.1. Perfis e Chapas

4.1.1.1 Os perfis e as chapas utilizados nas estruturas deverão ser todos de um só tipo de aço ou, no máximo, de dois tipos, sendo um comum e outro de alta resistência. Se forem usados dois tipos de aço, o Fornecedor deverá contar com rigoroso controle de qualidade que assegure para cada peça o emprego do aço correto. Não será admitida a aplicação de perfil soldado e a utilização de perfil originado de chapa dobrada, por conta de indisponibilidade comercial ou questões associadas ao FORNECEDOR; salvo em último caso, somente de acordo da CONTRATANTE.

4.1.1.2 Os aços deverão ter características segundo as normas a seguir relacionadas:

- | | |
|--|------------------------------|
| a) Aço comum para perfis e chapas | ASTM A36 |
| b) Aço de alta resistência e baixa liga para perfis e chapas | ASTM A242, A529, A572 e A588 |
| c) Aço de alta resistência e baixa liga para chapas finas e tiras laminadas a quente e/ou a frio | ASTM A606 |

4.1.1.3 Todas as barras das estruturas deverão utilizar perfis laminados a quente. Não será permitido utilizar perfis obtidos a partir de chapas dobradas. Não serão aceitas barras chatas, tubos ou hastes como peças estruturais.

4.1.2. Parafusos e Parafusos-degrau

4.1.2.1 Os parafusos deverão ter as características especificadas nas normas ASTM A394 (série em polegadas) ou NBR 8855 (série métrica).

4.1.2.2 Parafusos de mesmo diâmetro deverão ser fabricados com o mesmo tipo de aço.

4.1.2.3 O Fornecedor deverá informar o torque de aperto a ser aplicado em cada tipo e diâmetro de parafuso fornecido.

4.1.2.4 Os parafusos deverão ter cabeças hexagonais e obedecer à norma ASME - B18.2.1, com tolerância 2A (série em polegadas) ou NBR 8851.


4.1.2.5 Os parafusos-degrau deverão ter cabeça redonda, ser fabricados com aço SAE 1010 ou superior.

4.1.3. Porcas

4.1.3.1 Para cada tipo de parafuso estabelecido nas normas ASTM A394 ou NBR 8855 deverá corresponder uma porca com as características indicadas nas normas ASTM A563 (série em polegadas) ou NBR 10062 (série métrica) conforme tabela a seguir:

Parafusos	Porcas
a) ASTM A394 Tipo 0	ASTM A563 Grau A
b) ASTM A394 Tipo 1	ASTM A563 Grau DH
c) NBR 8855 Classe 5.8	NBR 10062 Classe 5
d) NBR 8855 Classe 8.8	NBR 10062 Classe 8

4.1.3.2 As porcas deverão ser hexagonais conforme normas ASME-B18.2.2 (série em polegadas) ou

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 8/94	Revisão 0A

NBR 8852 (série métrica).

4.1.4. Contraporcas de Travamento (“Palnuts”)

As contraporcas de travamento (“palnuts”) deverão ser fabricadas em aço SAE 1055/1065 ou SAE 1010/1020 e ser dimensionalmente compatíveis com os parafusos e porcas especificados nos itens 4.1.2 e 4.1.3 anteriores.

4.1.5. Arruelas

As arruelas deverão ser fabricadas em aço ASTM A36, ter formato redondo ou quadrado e atender os requisitos das normas NBR 9983, ASME-B18.22 e/ou NBR 5871. As arruelas deverão ter espessura entre 3 mm e 6,4 mm. Deverão ser utilizadas, no máximo, duas espessuras distintas de arruelas por tipo de estrutura.

4.1.6. Calços

Os calços deverão ser fabricados em aço ASTM A36 e atender os requisitos aplicáveis da norma NBR 9983. Os calços deverão ser utilizados sempre que a relação entre a espessura a ser compensada e a distância entre pontos de ligação for maior do que 3/1000. É obrigatório o uso de calços nas conexões em que for necessário compensar diferenças entre os planos das barras conectadas. A espessura do calço (ou calços) deverá ser compatível com o espaço a ser preenchido.

4.1.7. Ferragens para estruturas estaiadas

O Conjunto de ferragens para fixação dos Estais deverá ter carga de ruptura mínima igual ou superior à carga de ruptura dos mesmos.

4.2. Cálculo Estrutural

As estruturas deverão ser projetadas de acordo com a norma NBR 8850.


4.2.1 Para cálculo das solicitações atuantes em cada elemento das estruturas, assim como dos deslocamentos no topo e em outros pontos de interesse, o Fornecedor deverá realizar uma análise estática levando em consideração a rigidez das barras e as combinações possíveis de extensões e assimetria de pernas. Esta análise deverá ser linear-elástica, a menos que o Fornecedor julgue necessária uma análise não-linear e justifique tal procedimento perante a CONTRATANTE.

4.2.2 As solicitações atuando em cada elemento das estruturas, incluindo sobre os estais, deverão ser calculadas para todas as hipóteses de carregamento previstas no projeto.

4.2.3 O dimensionamento estrutural deverá ser realizado aplicando-se a metodologia dos estados limites últimos, verificando-se a seguinte inequação:

$S_d \leq \phi_R R_k$ onde:

S_d	Solicitações de cálculo (tração, compressão, flexão, cisalhamento e esmagamento) atuantes nos diferentes elementos da estrutura, obtidas através da análise estrutural, considerando-se as hipóteses de carga especificadas.
ϕ_R	Coeficiente de resistência que minora a resistência limite dos elementos.
R_k	Resistência limite da estrutura, obtida em função da tensão característica de escoamento, ruptura, cisalhamento, esmagamento ou flambagem dos elementos estruturais, conforme Manual 10-15 “ASCE – American Society of Civil Engineers – Design of Latticed Transmission Structures” e NBR 8850 – “Execução de Suportes Metálicos Trelizados para Linhas de Transmissão”

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 9/94	Revisão 0A

4.2.4 A Linha de transmissão é composta pelas estruturas tipo: LMEL, LMSL, LMSP, LMSM, LMTR, LMAA e LMAT. O dimensionamento estrutural deverá ser feito utilizando-se os seguintes fatores de minoração de resistência (ΦR):

- | | |
|--|-----------------|
| a) Estruturas com protótipos submetidos a ensaios de carga. | $\Phi R = 0,93$ |
| b) Estrutura de suspensão não submetida a ensaios de carga. | $\Phi R = 0,90$ |
| c) Estruturas de ancoragem não submetidas a ensaios de carga. | $\Phi R = 0,85$ |

4.2.5 Todas as estruturas devem ser projetadas com pontos (furos) auxiliares de fixação que permitam a execução segura das operações de montagem, de lançamento e grampeamento de cabos e manutenção. A carga máxima admitida em cada um desses pontos (furos) auxiliares deve ser explicitamente indicada nos respectivos desenhos de montagem das estruturas.

4.2.6 Para dimensionamento das fundações e dos stubs deverá ser considerado um fator de sobrecarga de 1,10.

4.3. Cargas nas Fundações

4.3.1 O Fornecedor deverá elaborar uma planilha contendo as reações (tração, compressão e esforços horizontais) atuando no topo das fundações e no piquete central (incluindo momentos), calculadas a partir das hipóteses de carregamento especificadas.

4.3.2. Para cálculo das fundações, as reações obtidas conforme item 4.3.1 anterior deverão ser multiplicadas por um fator adicional igual a 1,1.

4.4. Detalhamento

4.4.1. Espessura e Comprimento das Barras e Chapas

4.4.1.1 As barras das estruturas deverão ter espessura não inferior a 3 mm ou 1/8". As chapas de ligação deverão ter espessura igual ou superior à das barras que estão sendo conectadas, porém não inferior a 5 mm ou 3/16".

4.4.1.2 O perfil utilizado nas cantoneiras de ancoragem não poderá ser menor (largura da aba e espessura) do que o perfil do respectivo montante. A espessura das cantoneiras de ancoragem e respectivas aletas não poderá ser inferior a 5 mm ou 3/16".


4.4.1.3 O comprimento contínuo (sem emendas) de qualquer barra das estruturas deverá ser inferior ou, no máximo, igual a 9 (nove) metros.

4.4.2. Extensões de Corpo e Pernas

4.4.2.1 As extensões de corpo e pernas, para cada tipo de estrutura, deverão ser concebidas e detalhadas de tal forma que seja possível montar quaisquer alturas e combinações das pernas previstas, tanto na torre básica como nas extensões de corpo.

4.4.2.2 As torres básicas utilizadas com e sem extensão de corpo deverão ser idênticas, tanto do ponto de vista estrutural como dimensional.

4.4.2.3 As extensões dos mastros das estruturas estaiadas deverão ser detalhadas com conexões idênticas, de modo a poderem ser montadas em qualquer ordem, para obtenção das alturas

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 10/94	Revisão 0A

projetadas. As diferentes alturas das torres deverão ser obtidas variando a combinação de extensões na parte central dos mastros. As extremidades dos mastros deverão ser as mesmas para todas as alturas disponíveis.

4.4.3. Geometria da Base das Estruturas

4.4.3.1 As estruturas de ancoragem deverão ter base quadrada. As estruturas de suspensão autoportantes poderão ter base retangular desde que o lado menor da base não seja inferior a 2/3 do lado maior.

4.4.3.2 As inclinações dos estais para a estrutura estaiada deverão ser idênticas para todas as alturas disponíveis.

4.4.4. Montantes Duplos

O emprego de cantoneiras duplas em "+" nos montantes deverá ser evitado, sendo admitido somente quando não for possível a utilização de cantoneiras simples de aço de alta resistência ou bitola superior.

4.4.5. Barras Solicitadas Somente à Tração

Barras solicitadas somente à tração deverão ter, no mínimo, 2 parafusos por ligação, de modo a facilitar a montagem.

4.4.6. Emendas de Montantes

4.4.6.1 As emendas de montantes de bitolas diferentes deverão ser feitas, preferencialmente, por superposição das cantoneiras. A aresta da cantoneira interna deverá ser esmerilhada para permitir um perfeito ajustamento entre as faces das cantoneiras.

4.4.6.2 As emendas dos montantes deverão localizar-se tão perto quanto possível e logo acima dos pontos de ligação dos quadros horizontais, das diagonais ou da fundação.

4.4.6.3 A emenda com a fundação deverá ser feita imediatamente acima da ligação com a diagonal da perna.

4.4.6.4 As emendas dos montantes dos mastros das estruturas estaiadas deverão ser de topo com cantoneira mata-junta. A cantoneira mata-junta deverá ter aresta esmerilhada a fim de permitir boa justaposição com as cantoneiras em ligação.

4.4.7. Emendas de Diagonais nos Treliçamentos em "X"

4.4.7.1 Deverão ser evitadas emendas nas diagonais dos treliçamentos em "X" trabalhando simultaneamente à compressão e à tração.

4.4.7.2 Quando inevitáveis, as emendas deverão ficar tão perto quanto possível do ponto de cruzamento, preferencialmente no menor vão.


4.4.7.3 Nos pontos de cruzamento não serão aceitas emendas através de chapas de ligação nem recortes nas abas das cantoneiras.

4.4.8. Ângulo Mínimo entre Duas Barras

O ângulo entre duas barras concorrentes não deverá ser inferior a 13°.

4.4.9. Posição das Peças

Todas as peças deverão ser posicionadas de modo a evitar acúmulo de água e impurezas. Quando isto não for possível, deverão ser previstos furos de drenagem.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 11/94	Revisão 0A

4.4.10. Rigidez da Estrutura

- 4.4.10.1 Deverão ser obrigatoriamente colocados diafragmas horizontais no nível da junção das pernas com a torre básica e com as extensões de corpo, da junção da torre básica com as extensões de corpo, da junção do tronco inferior com a parte superior (cintura) e no plano horizontal de junção da parte inferior das mísulas com o corpo da estrutura.
- 4.4.10.2 Os mastros das estruturas estaiadas deverão ter diafragmas internos em suas seções retas, nas junções entre suas extensões e entre cada extensão e cada parte comum.
- 4.4.10.3 Cabe ao Fornecedor verificar a necessidade de diafragmas de contraventamento em outros níveis das estruturas além dos indicados nos itens acima.
- 4.4.10.4 A quantidade e posicionamento desses diafragmas adicionais deverão ser definidos pelo Fornecedor de modo a garantir a estabilidade das estruturas durante o processo de montagem.
- 4.4.10.5 As pernas das estruturas autoportantes deverão ter contraventamentos internos interligando faces adjacentes.

4.4.11. Barras Sujeitas a Cargas de Montagem e Manutenção

- 4.4.11.1 Barras horizontais ou que façam um ângulo menor do que 45° com a horizontal deverão resistir a uma carga de 100 kgf aplicada em seu ponto médio, independente de qualquer outra carga, sem deformação permanente.
- 4.4.11.2 Barras horizontais situadas próximo às fixações das cadeias de isoladores e dos conjuntos dos para-raios deverão suportar uma carga vertical de 400 kgf aplicada em seu ponto médio, independente de qualquer outra carga, sem deformação permanente.

4.4.12. Ligações


- 4.4.12.1 Todas as ligações das barras que formam as estruturas deverão ser aparafusadas. Preferencialmente, as diagonais devem ser aparafusadas diretamente nos montantes e entre si reduzindo o emprego de chapas de ligação ao mínimo possível.
- 4.4.12.2 As distâncias mínimas entre furos, nas peças, e dos furos às respectivas bordas deverão atender as recomendações da norma ASCE 10-15.

4.4.13. Excentricidades nas Ligações

- 4.4.14.1 As ligações deverão ser projetadas de maneira a evitar excentricidades nas conexões.
- 4.4.14.2 Quando isso não for possível, as solicitações adicionais resultantes dessas excentricidades deverão ser levadas em consideração no cálculo das peças ligadas e dos parafusos da ligação.

4.4.14. Parafusos

- 4.4.14.1 Os parafusos deverão ser equipados com arruela lisa, porca e “palnut” e ser dimensionados de forma que os esforços de cisalhamento da ligação sejam transmitidos estritamente através da parte não roscada do corpo.
- 4.4.14.2 Os comprimentos total e de rosca devem permitir a instalação das arruelas, porcas e “palnuts”, sobrando após o aperto final um comprimento de parafuso de 3 a 12 mm, com 2 filetes de rosca de folga, no mínimo.
- 4.4.14.3 Os parafusos, porcas, “palnuts”, arruelas e calços deverão ser fornecidos com excesso em relação às quantidades teoricamente necessárias.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 12/94	Revisão 0A

4.4.15. Parafusos-Degrau

4.4.15.1 Os parafusos-degrau deverão ser instalados em um montante com espaçamento aproximadamente constante, entre 35 e 40 cm, desde 3 metros acima do solo até a altura de fixação dos condutores. Adicionalmente, deverão ser instalados parafusos-degrau até o topo dos suportes dos dois cabos para-raios.

4.4.15.2 Poderá ser dispensada a utilização de parafusos-degrau nos mastros das estruturas estaiadas caso o treliçamento permita a escalada das torres sem dificuldade.

4.4.16. Base dos mastros

4.4.16.1 A conexão dos mastros das estruturas estaiadas com suas fundações deverá ser rotulada, permitindo a rotação dos mesmos em todas as direções. A base convexa de apoio deverá garantir o alinhamento do pino engastado na fundação com o eixo longitudinal do mastro.

4.4.16.2 O treliçamento do trecho inferior dos mastros deverá ser projetado de modo a impedir o acesso da cabeça de animais de grande porte.

4.4.16.3 A base dos mastros deverá ser detalhada de forma a não permitir acúmulo de água em seu interior. Os espaços ou furos de drenagem para vazão da água deverão ser suficientemente grandes para evitar entupimentos.

4.4.17. Furações Especiais

4.4.17.1 Todas as estruturas deverão ser providas de furos para fixação dos suportes das placas para inspeção aérea e terrestre (numeração, advertência, identificação da LT e das fases, etc.).

4.4.17.2 Deverão ser previstos furos de Ø14,3 mm para aterramento dos cabos para-raios no topo das estruturas. Os furos deverão ficar nas duas faces da estrutura, próximos aos pontos de fixação dos cabos.

4.4.17.3 Deverão ser previstos furos de Ø14,3 mm junto às fundações para conexão dos quatro ramais do sistema de aterramento das estruturas, tanto acima como abaixo do nível do solo.

4.4.18. Ferragens de Fixação das Cadeias


4.4.18.1 Todas as estruturas de suspensão deverão ser projetadas com detalhes para fixação dos cabos para-raios em suspensão e ancoragem.

4.4.18.2 Todas as ferragens de fixação das cadeias que utilizem pinos aparafusados deverão utilizar arruelas lisas e ter as respectivas porcas travadas por contrapinos do tipo autotravante, perfil meia-cana, fabricados em aço inoxidável AISI 301, 302 ou 304, estirado a frio. Deverá ser possível instalar e retirar o contrapino facilmente.

4.4.18.3 O comprimento roscado do pino deve ser tal que, com o pino submetido às cargas normais de trabalho e a cabeça em contato com a peça de fixação, a porca não toque a peça de fixação, quando atarraxada até o final da rosca.

4.4.18.4 Com o pino na posição indicada acima, o furo para o contrapino deve estar localizado de tal modo que, estando a porca em contato com o contrapino, a distância da porca à peça de fixação deverá ser inferior a 6 mm.

4.4.18.5 As conexões para fixação de mancais à estrutura devem ser tais que permitam a manutenção e eventual necessidade de retirada/reposição dos mesmos sem que tal providência implique em retirada/desmontagem de barras estruturais da torre.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 13/94	Revisão 0A


5. FABRICAÇÃO

5.1. Requisitos Gerais

- 5.1.1 A fabricação das estruturas deverá atender os requisitos destas Especificações e ser executada estritamente de acordo com os desenhos de detalhamento liberados pela CONTRATANTE, podendo ser utilizadas as normas do "Manual of Steel Construction" do AISC, quando não estiverem em conflito com estas Especificações.
- 5.1.2 Antes da fabricação, o material deverá ser limpo e devidamente alinhado. Retificações e aplainamentos, se necessários, deverão ser feitos por processos que não danifiquem o acabamento do material ou sua resistência mecânica.
- 5.1.3 Qualquer lote de material que não se enquadre nestas exigências e/ou apresente dobras acentuadas e de difícil correção deverá ser rejeitado.
- 5.1.4 Depois de fabricados, os componentes das estruturas deverão ter acabamento bom e preciso, livre de arestas, rebarbas ou dobras indevidas. Todos os furos, cortes e dobras deverão ter acabamento sem rebarbas, falhas, bordas ásperas ou dilaceradas.
- 5.1.5 Os cortes dos perfis e chapas deverão ser executados cuidadosamente e todas as partes do trabalho deverão ter bom acabamento. Nas conexões de cantoneiras por superposição, a aresta da cantoneira interna deverá ser desbastada o mínimo necessário para permitir a justaposição. Não deverão ser empregados maçaricos de corte guiados manualmente.
- 5.1.6 Quaisquer modelagens ou dobras das peças durante a fabricação deverão ser feitas por métodos que evitem a fragilização, perda de resistência do material ou danos à zincagem. Para tanto, deverão ser atendidas as recomendações da norma ASTM A143.
- 5.1.7 As operações de fabricação (corte, furação, dobramento, esmerilhamento, soldagem, marcação, etc.) deverão ser integralmente executadas antes da zincagem a quente.
- 5.1.8 Todas as peças forjadas deverão ser obrigatoriamente fabricadas pelo processo de forjamento em matriz fechada.

5.2. Furos

- 5.2.1 Furos em peças com espessura igual ou inferior a 16 mm poderão ser puncionados em uma só operação. Furos em peças com espessura superior a 16 mm deverão ser broqueados ou subpuncionados e alargados até o diâmetro final.
- 5.2.2 Os furos deverão ser cilíndricos, normais ao plano da peça e feitos com ferramentas afiadas, não devendo apresentar bordas ásperas ou rasgos. Rebarbas resultantes de furos a máquina deverão ser removidas com ferramenta para garantir acabamento sem asperezas.
- 5.2.3 Furos próximos de linhas de dobra deverão ser feitos depois da execução da dobra para evitar distorções.
- 5.2.4 Os furos deverão ser espaçados com precisão e marcados corretamente sobre os eixos de furação nas peças, em obediência às indicações dos desenhos.
- 5.2.5 Os furos deverão ser executados com precisão a fim de assegurarem a perpendicularidade entre

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 14/94	Revisão 0A

eixos dos parafusos e planos de conexão.

5.2.6. O desvio máximo permitido no espaçamento entre furos em relação ao indicado no projeto é de 0,8mm (1/32”).

5.3. Marcação das Peças

5.3.1 Cada peça deverá ser estampada antes da zincagem com marca formada por letras e números. A marcação deverá identificar a sigla do Fornecedor, tipo do aço, tipo do suporte e posição da peça na estrutura e evitar que peças semelhantes destinadas a suportes diferentes sejam confundidas.

5.3.2 O aço de alta resistência deverá ser identificado pela letra H ou G (no caso de ser utilizado aço ASTM A572 grau 60).

5.3.3 As marcas deverão estar situadas na parte externa de uma das abas das cantoneiras e permanecer visíveis após a montagem das estruturas. Em peças semelhantes as marcas deverão ficar localizadas na mesma posição relativa.

5.3.4 As marcas deverão ser indicadas nos desenhos de detalhamento das estruturas.

5.3.5. A marcação deve ter altura mínima de 12,5 mm (1/2”) e estar visível após a galvanização.

5.4. Zincagem

5.4.1 Todas as peças das estruturas, incluindo as que serão embutidas nas fundações em concreto, deverão ser zincadas por imersão a quente conforme especificado nas normas ASTM A123, A153 e A143.

5.4.2 Todos os parafusos, porcas, “palnuts”, arruelas e calços deverão ser zincados conforme norma ASTM A153. Os processos de fabricação e zincagem das peças com partes rosçadas deverão garantir proteção contra corrosão e fácil rosqueamento das porcas e “palnuts” nos parafusos.

5.4.3 A zincagem somente deverá ser aplicada após as operações de corte, furação, dobramento, esmerilhamento, soldagem (se aplicável), marcação e limpeza.

5.4.4 Todo material rejeitado devido a manchas ou falhas, espessura inadequada de revestimento ou outros defeitos de zincagem deverá ser decapado e novamente zincado.


5.4.5 A espessura (peso) da camada de zinco deverá atender o especificado nas normas ASTM A123 e A153.

5.5. Excesso

5.5.1 Os parafusos, parafusos-degrau, porcas, “palnuts”, arruelas e calços deverão ser fornecidos com um excesso em relação aos valores teoricamente necessários.

5.6. Soldas

A solda, quando for aplicável, deve ser executada somente em fábrica e estar de acordo com a última edição da norma AWS D1.1., e da recomendação da fornecedora do aço.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 15/94	Revisão 0A

6. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

6.1. Requisitos Gerais

- 6.1.1 Faz parte do fornecimento a apresentação de memórias de cálculo, desenhos de montagem, listas de materiais, parafusos e acessórios, planos de inspeção e controle de qualidade (PICQ), programas e relatórios de ensaios e quaisquer outros documentos necessários para o projeto, fabricação, inspeção, ensaios e montagem das estruturas.
- 6.1.2 Toda documentação deverá ser formatada e receber numeração de identificação conforme padrões a serem fornecidos pela CONTRATANTE.
- 6.1.3 Todos os desenhos deverão ser fornecidos em formato “DWG”, para uso com AUTOCAD. Memórias de cálculo, listas de parafusos e acessórios, programas e relatórios de ensaios, instruções para montagem, etc. deverão ser fornecidos em formato “DOC”, para uso com MS WORD, ou “XLS”, para uso com MS EXCEL.
- 6.1.4 Toda documentação técnica preparada pelo Fornecedor deverá estar de acordo com os requisitos destas Especificações e ser submetida à aprovação da CONTRATANTE.
- 6.1.5 Os documentos técnicos liberados para fabricação não poderão ser modificados sem autorização expressa da CONTRATANTE.


6.2. Memórias de Cálculo

Para cada tipo de estrutura deverá ser apresentada uma memória de cálculo de forma clara e ordenada, de modo a permitir a verificação de todo seu desenvolvimento. A memória deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Desenhos da silhueta das estruturas com as dimensões principais, identificação das barras, combinações de extensões, esquema das fundações, balanço das cadeias, ângulo de blindagem, distâncias elétricas mínimas, ângulos dos estais com a vertical nos planos transversal, longitudinal e verdadeira grandeza, características da estrutura (vão de vento e de peso, deflexão, cabos utilizados), tipos de aço empregados, etc.;
- b) Esquemas com as hipóteses de carregamento e respectivas cargas e cálculo detalhado dos carregamentos decorrentes da ação dos ventos de projeto atuando sobre as estruturas;
- c) Fatores de minoração utilizados no cálculo da resistência limite dos componentes das estruturas
- d) Dimensionamento de todas as barras e conexões, indicando, para cada barra, perfil e tipo de aço utilizado, cargas máximas de compressão e de tração atuando na barra e hipóteses de carregamento correspondentes, comprimento de flambagem, raio de giração, esbeltez efetiva, áreas bruta e líquida, tensões admissível e atuante na barra, número e diâmetro dos parafusos da conexão e tensões de cisalhamento e esmagamento em tais conexões;
- e) Dimensionamento dos estais, indicando as cargas máximas atuando nos cabos e hipóteses de carregamento correspondentes, resistências limite, bitola e formação dos cabos e respectivas cargas de ruptura (valores mínimos garantidos);
- f) Cargas máximas atuando nas fundações, incluindo esforços de compressão, tração e cargas horizontais associadas, bem como as hipóteses de carregamento correspondentes; as cargas atuando nas fundações, incluindo momentos, devem ser também fornecidas referidas ao piquete central das estruturas considerando pernas niveladas.

6.3. Desenhos de Montagem

- 6.3.1 Os desenhos deverão incluir todas as informações necessárias, a critério da CONTRATANTE,


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 16/94	Revisão 0A

para demonstrar sua concordância com estas Especificações.

- 6.3.2 O primeiro desenho de cada estrutura deverá conter uma relação completa, com título e numeração, de todos os desenhos, listas de materiais, parafusos e acessórios e demais documentos técnicos aplicáveis à referida estrutura.
- 6.3.3 Cada desenho de montagem deverá mostrar um conjunto completo ou parte do mesmo e conter as vistas, cortes e seções que se fizerem necessários para permitir a montagem do conjunto no campo de forma inequívoca. Também deverá conter, localizada acima do carimbo, uma representação esquemática da estrutura, ressaltando em negrito o trecho da estrutura que está sendo detalhado em cada desenho.
- 6.3.4 Para todas as peças, os desenhos deverão indicar: número de identificação, tipo de material, dimensões, furação, conexões, dobras, emendas, recortes, etc. Os números de identificação das peças deverão crescer do topo para a base da estrutura.
- 6.3.5 Todas as conexões deverão indicar o número de parafusos, seu diâmetro e comprimento, calços e arruelas utilizados. O posicionamento dos parafusos-degrau deverá ser claramente indicado. Deverá ser informado nos desenhos o torque a ser aplicado nos parafusos (um valor para cada diâmetro).
- 6.3.6 Deverão ser preparadas listas de material, de parafusos e de acessórios para cada tipo de estrutura, indicando todo material utilizado, suas dimensões, marcação, quantidade por conjunto, peso unitário e peso total, incluindo zincagem.
- 6.3.7. Os desenhos deverão conter detalhes das fixações às estruturas das cadeias de suspensão e ancoragem dos condutores e para-raios e fazer referência aos acessórios utilizados nessas conexões.
- 6.3.8 Por ocasião da aprovação final dos desenhos, deverá ser fornecida tabela em padrão A4 indicando o peso final por componente (corpo básico, extensões de corpo, pernas, etc.) e, também, por altura nominal das estruturas.
- 6.3.9 Deverá ser fornecida uma tabulação completa de todas as dimensões da base das estruturas estaiadas e autoportantes, para cada combinação de altura, incluindo corpo básico, extensões de corpo e pernas.
- 6.3.10 A tabulação mencionada no item 6.3.9 anterior deverá incluir as seguintes dimensões considerando um plano horizontal para o solo:
- a) Distância transversal da linha de centro longitudinal até a perna ou estai;
 - b) Distância longitudinal da linha de centro transversal até a perna ou estai;
 - c) Distância diagonal do centro da torre até a perna (apenas estruturas autoportantes);
 - d) Distância longitudinal da linha de centro transversal até o ponto de fixação dos estais nos mastros (apenas estruturas estaiadas).
- 6.3.11 Para as estruturas autoportantes, as distâncias acima mencionadas deverão ser fornecidas para dois pontos distintos: quina superior da cantoneira de ancoragem e furo de referência da conexão da cantoneira de ancoragem com a diagonal da perna.
- 6.3.12 Para a estrutura estaiada, a tabulação deverá incluir os ângulos dos estais com a vertical nos planos transversal, longitudinal e verdadeira grandeza, bem como os comprimentos dos estais, considerando terreno nivelado, para todas as alturas.

6.4. Instruções para Montagem

- 6.4.1 Deverá ser fornecida instrução detalhada especificando as tolerâncias de montagem aplicáveis

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 17/94	Revisão 0A

a todos os tipos de estruturas objeto do fornecimento.

6.4.2 Para a estrutura estaiada, a instrução deverá incluir as trações aproximadas a serem aplicadas nos estais, para cada altura dos mastros.

7. INSPEÇÃO E ENSAIOS

7.1. Introdução

7.1.1 Será responsabilidade do Fornecedor o preparo do **Plano de Inspeção e Controle de Qualidade (PICQ)** aplicável aos materiais do fornecimento, a execução de todos os ensaios estipulados nestas Especificações e a apresentação dos correspondentes relatórios de ensaios certificados, para aprovação da CONTRATANTE.

7.1.2 O Plano de Inspeção e Controle de Qualidade (PICQ), os procedimentos a serem utilizados nos ensaios e as instalações onde os mesmos serão realizados deverão ser aprovados pela CONTRATANTE em data anterior aos ensaios.

7.1.3 O Fornecedor deverá apresentar aos Inspetores da CONTRATANTE todas as especificações técnicas utilizadas para compra das matérias-primas e componentes adquiridos de subfornecedores e os respectivos relatórios certificados dos ensaios de aceitação desses materiais.

7.1.4 O Fornecedor é totalmente responsável pelo projeto, execução e desempenho satisfatório de todo material fornecido por ele ou por qualquer de seus fornecedores.

7.1.5 Qualquer despesa necessária à reposição de material defeituoso ou à alteração de projeto será encargo do Fornecedor.

7.1.6 A PROPONENTE será responsável pelos custos referentes à participação dos INSPETORES da CONTRATANTE na inspeção na Fábrica do FORNECEDOR.

7.1.7 A CONTRATADA deverá notificar a CONTRATANTE, com um prazo mínimo de 15 (quinze) dias de antecedência, a respeito de:


- Início da fabricação.
- Produto estiver preparado para ensaio de tipo.
- Produto acabado estiver preparado para os ensaios de recebimento.

7.2. Definições

O Fornecedor é responsável por duas categorias de ensaios: Ensaios de Rotina e Ensaios de Aceitação.

Ensaios de Rotina são todas as verificações, ensaios, análises e exames feitos durante os vários estágios do processo de fabricação para assegurar que o mesmo esteja se processando normalmente e que nenhum defeito esteja sendo causado por mão-de-obra deficiente, material defeituoso ou manuseio inadequado.

Ensaios de Aceitação são todas as verificações, ensaios, análises e exames feitos nos componentes acabados, na presença dos Inspetores da CONTRATANTE, visando garantir a conformidade dos materiais do fornecimento e de suas embalagens com o exigido nestas Especificações.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 18/94	Revisão 0A

7.2.1. Ensaio de Pré-montagem

- 7.2.1.1 Antes da fabricação, uma estrutura de cada tipo encomendado, com a combinação de todas as extensões de mastros, corpos, pernas e fundações, deverá ser pré-montada na presença dos Inspectores da CONTRATANTE, para assegurar a perfeita montagem de todas as partes. A estrutura poderá ser montada na posição horizontal, sobre calços, desde que seu eixo seja mantido rigorosamente alinhado.
- 7.2.1.2 O alargamento de furos não será permitido. O uso de chaves de espina será tolerado até um limite razoável.
- 7.2.1.3 Peças defeituosas identificadas na pré-montagem deverão ser corrigidas e novamente pré-montadas.
- 7.2.1.4 Todos os acessórios utilizados para fixação das cadeias de suspensão e ancoragem dos condutores e cabos para-raios (mancais, manilhas, cavalotes, etc.) deverão ser montados nas respectivas conexões para verificação de sua funcionalidade.
- 7.2.1.5 Para cada componente da estrutura, as quantidades de parafusos, parafusos-degrau, porcas, “palnuts”, arruelas e calços deverão ser contadas na presença dos Inspectores e confrontadas com as quantidades indicadas pelo Fornecedor nas listas de parafusos e acessórios liberadas para fabricação.
- 7.2.1.6 Logo após a pré-montagem de cada estrutura, o Fornecedor deverá enviar à CONTRATANTE um relatório indicando as alterações decorrentes da pré-montagem, o resultado da verificação efetuada nas listas de parafusos e acessórios, bem como todos os desenhos de detalhamento correspondentes, devidamente revisados, para efeito de liberação por parte da Contratante.
- 7.2.1.7 Todas as peças aprovadas na pré-montagem serão usadas como padrão para a inspeção de peças similares.

7.3. Ensaios de Rotina


7.3.1. Critérios para Realização dos Ensaios

- 7.3.1.1 Os Ensaios de Rotina deverão ser sistematicamente realizados pelo Fornecedor visando garantir a qualidade das matérias-primas e do processo de fabricação.
- 7.3.1.2 Ficará a critério da CONTRATANTE o envio de Inspectores para acompanhar os Ensaios de Rotina, respeitado o disposto no item 7.3.1.3 a seguir.
- 7.3.1.3 Sempre que solicitado, o Fornecedor deverá apresentar aos Inspectores da CONTRATANTE os relatórios dos Ensaios de Rotina que forem sendo executados durante a fabricação com os resultados obtidos e as quantidades ensaiadas.
- 7.3.1.4 Os procedimentos de controle de qualidade do Fornecedor deverão incluir, no mínimo, os ensaios e inspeções relacionados nos itens 7.3.2 a seguir.

7.3.2. Ensaios e Verificações de Rotina

7.3.2.1 Perfis e Chapas Laminados

- | | |
|--|--|
| a) Matéria-prima | Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos e análise química. |
| b) Após operações de corte, furação e dobramento | Exame visual e dimensional. |
| c) Após tratamento térmico e | Exame visual e dimensional, exame das soldas. |

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 19/94	Revisão 0A

soldagem (se aplicável)

- | | |
|-------------------|--|
| d) Após zincagem | Espessura, acabamento e aderência da camada de zinco. |
| e) Peças acabadas | Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças. |

7.3.2.2 Peças Forjadas (Ferragens de Fixação das Cadeias)

- | | |
|----------------------------|--|
| a) Matéria-prima | Exame visual e ensaios mecânicos e químicos. |
| b) Após forjadas | Exame visual e dimensional, ensaios metalográficos. |
| c) Após tratamento térmico | Ensaio mecânicos e metalográficos. |
| d) Após zincagem | Espessura, acabamento e aderência da camada de zinco. |
| e) Peças acabadas | Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças. |

7.3.2.3 Os perfilados, chapas e barras serão verificados dimensionalmente devendo atender os requisitos da norma ASTM A6. O zinco utilizado para zincagem será submetido a análise química visando verificar sua conformidade com a norma ASTM B6.

7.3.2.4 Após a zincagem, as peças serão inspecionadas de modo a verificar a conformidade da camada de zinco com os requisitos desta Especificação.

7.4. Ensaios de Aceitação

7.4.1. Critérios para Realização dos Ensaios

7.4.1.1 Os Ensaios de Aceitação deverão ser realizados pelo Fornecedor na presença dos Inspetores da CONTRATANTE visando garantir a qualidade dos produtos acabados e de sua embalagem.

7.4.1.2 O Fornecedor deverá comunicar as datas de realização dos ensaios com 15 dias de antecedência para que possa ser assegurada a presença dos Inspetores da CONTRATANTE.

7.4.1.3 Após cada série de Ensaios de Aceitação, o Fornecedor deverá entregar aos Inspetores da CONTRATANTE, para aprovação, relatórios completos dos ensaios realizados.

7.4.1.4 Nenhum material será liberado para embarque antes do recebimento desses relatórios, a menos que a CONTRATANTE dispense essa exigência, por escrito, para cada caso específico.


7.4.1.5 Os critérios de amostragem e aceitação/rejeição para os Ensaios de Aceitação serão definidos de acordo com as normas aplicáveis aos materiais em questão e o exigido nestas Especificações.

7.4.1.6 As amostras para realização dos Ensaios de Aceitação deverão ser selecionadas pelos Inspetores da CONTRATANTE a não ser que haja autorização, por escrito, para proceder de outra forma. As amostras serão selecionadas aleatoriamente pelos Inspetores a partir de cada lote. Os Inspetores poderão selecionar, a seu critério, mais amostras de qualquer lote de material e submetê-las aos ensaios.

7.4.1.7 Um lote deverá ser considerado como um conjunto de itens do qual serão tiradas amostras para verificar sua conformidade com os requisitos destas Especificações.

7.4.1.8 Cada lote deverá consistir de itens do mesmo tipo, grau, classe, forma e composição, fabricados essencialmente sob as mesmas condições e no mesmo período de produção e oferecidos para inspeção de uma vez.

7.4.1.9 Para os ensaios de zincagem, um lote poderá ser considerado como todos os materiais zincados nas mesmas condições, na mesma cuba, pelo mesmo operador, durante um período

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 20/94	Revisão 0A

contínuo de produção.

7.4.1.10 Cada lote deverá ser disposto de forma a assegurar que não venha a ser misturado com material já aprovado ou ainda não ensaiado.

7.4.1.11 Os Ensaios de Aceitação deverão incluir, no mínimo, os ensaios e verificações relacionados nos itens 7.4.2 a 7.4.6 a seguir.

7.4.2. Ensaios de Zincagem

7.4.2.1 Deverão ser retiradas amostras de todos os componentes das estruturas para verificar a conformidade da zincagem. A zincagem deverá ser submetida aos seguintes ensaios:

- a) Espessura (peso) da camada de zinco;
- b) Acabamento da camada de zinco;
- c) Aderência da camada de zinco.

7.4.2.2 Para cada um dos ensaios de zincagem, serão selecionadas três amostras de cada lote. Se uma ou mais amostras derem resultados insatisfatórios, serão selecionadas e ensaiadas mais seis amostras. Em caso de falha de qualquer uma das amostras suplementares, o lote será rejeitado.

7.4.3. Ensaios Mecânicos para Parafusos e Porcas

7.4.3.1 Deverão ser retiradas amostras de todos os parafusos e porcas, as quais serão submetidas aos ensaios relacionados a seguir de acordo com as normas ASTM A394 e A563, quando aplicáveis:

- a) Tração do parafuso (com cunha);
- b) Tração da porca;
- c) Cisalhamento;
- d) Dureza.

7.4.3.2 Caso os parafusos sejam originados de diferentes subfornecedores, deverão ser feitas amostragens distintas para cada subfornecedor.

7.4.3.3 Para os ensaios acima, deverá ser utilizada a inspeção por atributos conforme norma NBR 5426, plano de amostragem simples e regime de inspeção normal. Deverá ser adotado nível de qualidade aceitável NQA = 1,0 e nível de inspeção NI = S4.

7.4.3.4 Os níveis e regime da inspeção poderão ser alterados pelos Inspectores da CONTRATANTE para tornar a inspeção mais severa conforme previsto na norma NBR 5426.


7.4.4. Ensaios Mecânicos para as Ferragens

7.4.4.1 As ferragens para fixação das cadeias dos condutores e para-raios às estruturas deverão ser submetidas a ensaios mecânicos para verificar sua conformidade com a carga mínima de ruptura garantida pelo Fornecedor.

7.4.4.2 Os ensaios deverão ser executados após a zincagem. As cargas deverão ser aplicadas sobre as peças nas mesmas condições que deverão ocorrer nas LTs.

7.4.4.3 O ensaio deverá ser iniciado submetendo-se as amostras a 60% de sua carga mínima de ruptura garantida durante 1 minuto.

7.4.4.4 Após esse período, as amostras não deverão apresentar trincas, fissuras ou qualquer outro defeito visível a olho nu. Deverá ser possível desmontar as peças manualmente, sendo tolerado o uso de ferramentas de mão para remover contrapinos e porcas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
	Folha 21/94	Revisão 0A

7.4.4.5 Em seguida, a carga deverá ser elevada até a carga mínima de ruptura garantida e mantida por um minuto sem que ocorra ruptura da peça submetida a ensaio.

7.4.4.6 Finalmente, as amostras deverão ser carregadas até a ruptura e, após a desmontagem, inspecionadas de modo a verificar a ocorrência de falhas de fabricação não visíveis antes do ensaio. A carga de ruptura das amostras deverá ser registrada.

7.4.4.7 As amostras terão falhado no ensaio quando:

- a) Qualquer peça não atender os requisitos constantes nesta especificação;
- b) Qualquer peça falhar a um valor inferior à carga mínima de ruptura garantida;
- c) Qualquer peça apresentar defeito de fabricação após a ruptura.

7.4.4.8 Para os ensaios acima, deverá ser utilizada a inspeção por atributos conforme norma NBR 5426.

7.4.5. Verificação Dimensional e do Acabamento

7.4.5.1 De cada lote será retirada pelos Inspetores da CONTRATANTE uma amostra de 10% (dez por cento) ou um mínimo de 5 (cinco) peças, o que resultar maior, para verificar a conformidade das dimensões e acabamento dos materiais com os requisitos destas Especificações.

7.4.5.2 Todos os tipos de parafusos, porcas, “palnuts” e pinos serão inspecionados com relação ao livre movimento da porca e a excessivos depósitos de zinco na rosca.

7.4.5.3 Caso uma ou mais peças da amostra falhar nos ensaios, o lote será recusado.

7.4.5.4 Lotes recusados poderão ser novamente apresentados para inspeção após terem sido examinados pelo Fornecedor e terem sido corrigidas as falhas que ocasionaram a rejeição. O critério de amostragem será o mesmo e, se novamente uma ou mais peças da amostra forem reprovadas, o lote será definitivamente recusado.

7.4.6. Verificação da Embalagem

A embalagem dos materiais e seu carregamento nos veículos transportadores deverão ser verificados pelos Inspetores da CONTRATANTE para assegurar o atendimento aos requisitos apresentados no capítulo 8 a seguir.

7.5. Ensaio de Carregamento de protótipo

- Quando houver no fornecimento a existência de torre que deverá ser ensaiada para carregamento; esta torre deve atender as exigências do projeto, e os requisitos previstos no plano de inspeção e desta especificação técnica.

- As torres devem ser fabricadas com os mesmos materiais definidos no projeto, e todas as suas peças devem estar galvanizadas.


- O FORNECEDOR deve executar a medição dos deslocamentos da torre a cada hipótese de cargas, e estas informações devem estar presentes no Relatório de Ensaio do Protótipo.

- A torre deve ser ensaiada em sua maior altura de projeto.

- O relatório do ensaio de carregamento do protótipo será avaliado pela PROJETISTA e somente após o seu acordo, a torre poderá ser liberada para fabricação.


8. EMBALAGEM E EMBARQUE

8.1 Todas as peças das estruturas deverão ser transportadas desmontadas, a menos que indicado em contrário nos desenhos. As peças que serão embutidas nas fundações em concreto deverão ser

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 22/94	Revisão 0A

remetidas nos primeiros embarques, antes do restante do material.

- 8.2 Os feixes de perfis deverão ser amarrados com cintas de aço zincado espaçadas 1,5 m, no máximo, respeitado o mínimo de duas cintas por feixe. Os feixes de chapas deverão ser amarrados com arame zincado, forte o suficiente para manter as peças unidas. As peças de um feixe deverão ser iguais. A marcação que identifica as peças deverá ser facilmente visível. O peso de cada feixe deverá ser limitado a 2.500 kgf.
- 8.3 Durante o transporte, os feixes deverão ser imobilizados de modo a evitar que as peças sofram danos provenientes do atrito entre si.
- 8.4 Os acessórios deverão ser embalados e identificados por item. Parafusos originados de subfornecedores diferentes deverão ser embalados separadamente. Não deverão ser misturados, na mesma embalagem, parafusos de dimensões diferentes.
- 8.5 Parafusos e porcas serão fornecidos desmontados, em sacos de polipropileno, ou similares, pesando aproximadamente 30 kgf. O conteúdo dos sacos deverá ser claramente identificado, de forma indelével, informando tipo, bitola, quantidade, qualidade, peso, número do lote dos parafusos e porcas, bem como a indicação do local de entrega de tal material. Os sacos deverão ser acondicionados em caixas de madeira ou “pallets”, permitindo fácil manuseio. As peças em uma mesma caixa deverão ser iguais, sempre que possível. O peso de cada caixa deverá ser limitado a 1.500 kgf.
- 8.6 Antes de carregar os volumes nos veículos, o Fornecedor deverá certificar-se de que as carrocerias estão limpas e livres de qualquer objeto que possa causar danos aos materiais embalados. Deverá ser mantido um espaçamento mínimo de 10 cm entre os volumes embarcados e a base da carroceria do veículo transportador.
- 8.7 Em cada caixa, externamente, deverão ser escritas com tinta resistente ao tempo e ao manuseio, as seguintes indicações:
- Nome do Fornecedor;
 - AMAPAR TRANSMISSORA S.A.
 - Endereço de Entrega;
 - Material contido – denominação e tipo;
 - Quantidade;
 - Peso bruto e peso líquido e tara em kgf;
 - Dimensões do volume em cm;
 - Número do volume;
 - Além de Indicações adicionais que forem previamente solicitadas pelo Contratante
- 8.8 O Fornecedor deverá pesar todos os materiais acabados e enviar à CONTRATANTE uma lista completa dos pesos líquidos das peças embarcadas, excluindo as embalagens. Deverão ser apresentados aos Inspectores da CONTRATANTE os certificados de calibração das balanças utilizadas para pesagem do material.
- 8.9 O Fornecedor deverá preparar e entregar aos Inspectores, em 3 (três) vias, os romaneios de cada embarque de material incluindo a identificação de cada peça, o número de peças embarcadas, número de volumes e seus pesos líquido e bruto.
- 8.10 Deverá ser preparada uma lista das embalagens com todas as informações indicadas no item 8.9


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
		Folha 23/94
		Revisão 0A

anterior. Nesta lista deverá constar o total de peças do fornecimento e o saldo restante. Essa lista deverá ser enviada junto com cada embarque e protegida contra intempéries e manuseio grosseiro para que não se perca nem fique inutilizada em decorrência das operações de embarque, transporte e desembarque.

- 8.11 Todas as embalagem serão do tipo tropical, sendo de responsabilidade e ônus do Fornecedor as perdas e danos ao material causados por insuficiência de proteção ou por embalagens em desacordo com estas Especificações, assim como as despesas necessárias para substituição do material danificado.


9. ENTREGAS

- 9.1 As listas de embarque de materiais indicarão o número e tipo de peça, tipo de torre, quantidades por atado ou caixa e peso bruto e líquido.


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
		Folha 24/94
		Revisão 0A

ANEXO A1: TIPOS, APLICAÇÕES E ALTURAS

TIPO		ESTAIADA	AUTOPORTANTES			
		LMEL	LMSL	LMSP	LMSM	
Características		LEVE	LEVE	PESADA	SUSPENSÃO PARA MATAS	
Ângulo de deflexão		1º	1º	7º	1º	
Vão de vento com vento (m) a 0º		550	575	750	575	
Vão de peso sem vento / com vento (m)	Condutor	800	800	1000	950	
	Para-raios	950	950	1100	1200	
Alturas úteis ⁽²⁾ (m)		27,0 a 45,0	15,0 a 46,0	16,5 a 51,0	48,0 a 67,5	
Pernas ⁽¹⁾ (m)		1,5 a 6,0	1,5 a 9,0	4,5 a 9,0	3.0 a 10.5	
Obs.:	1. As pernas e os mastros têm alturas variando em intervalos de 1,5 m 2. As alturas dos mastros e cabo/solo das estruturas de suspensão estão referidas ao nível do condutor mais baixo (altura útil).					
ESTRUTURAS DE ANCORAGEM						
TIPO		LMAA	LMAT		LMTR	
		MEIO DE LINHA	MEIO DE LINHA	FIM DE LINHA		TRANSPOSIÇÃO
Ângulo de deflexão		30º	60º	30º (LT)	30º (SE)	5º
Vão de vento (m) a 0º		450	450			550
Vão de peso sem vento / com vento	Condutor	-450 a 800	-500 a 800			800
	Para-raios	-500 a 900	-550 a 900			900
Alturas úteis (m)		13,5 a 39,0	13,5 a 33,0			15,0 a 43,5
Pernas ⁽³⁾ (m)		1,5 a 9,0	1,5 a 9,0			3,0 a 9,0
Obs.:	3. As pernas têm alturas variando em intervalos de 1,5 m					

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 26/94	Revisão 0A

ANEXO B1: CARGAS

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS		Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
			Folha 27/94 Revisão 0A

1. CABOS CONDUTOR E PARA RAIOS

1.1. CONDUTOR

Tipo	AAAC
Código	LIGA 1120
Bitola	815 kcmil
Formação	37 FIOS
Quantidade por fase	2
Feixe	1230 mm
Área do cabo	413,02 mm ²
Peso unitário	1,1375 kgf/m
Diâmetro	26,39 mm
Carga de ruptura	9.205 kgf
Resistência Elétrica CC 20°C	0,0724 Ω/km


1.2. PARA RAIOS

TIPO	BITOLA	FORMAÇÃO	Classe Galvan.	Seção (mm ²)	Diâm. (mm)	Peso (kgf/m)	Carga de Ruptura (kgf)
CAA DOTTEREL	176,9 kcmil	12/7	A	141,89	15,42	0,657	7.857
Aço zinc. EHS	3/8"	7 fios	B	51,08	9,14	0,407	6.985
OPGW1(Loose)	14,4 mm	9 fios aço-alumínio Tubo óptico metálico	-	120	14,4	0,700	11.310
OPGW2(Loose)	13,4 mm	9 fios aço-alumínio Tubo óptico metálico	-	103	13,4	0,682	9.477

2. CARREGAMENTO DEVIDO AO VENTO

2.1. Velocidade do vento

período de retorno/ tempo de média	Laranjal do Jari – Macapá III C1
150 anos, 10 minutos	90
150 anos, 3 segundos	155
50 anos, 10 minutos	85
50 anos, 30 segundos	110
2 anos, 30 segundos	70

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 28/94	Revisão 0A

2.2. Pressão de vento nos cabos e cadeia de Isoladores

✓ Pressão de Vento extremo Transversal

– Condutores	73 kgf/m ²
– Para-raios	77 kgf/m ²
– Cadeias de isoladores	110 kgf/m ²

✓ Vento de Tormentas Elétricas Transversal

– Condutores e para-raios, sentido transversal	28 kgf/m ²
– Cadeias de isoladores	133 kgf/m ²

2.3. Cargas de vento nas estruturas

2.3.1. Vento Extremo

$$F_{Estrutura} = q_0 \cdot G_T \cdot (1 + 0,2 \sin^2 2 \Theta) (S_{T1} C_{XT1} \cos^2 \Theta + S_{T2} C_{XT2} \sin^2 \Theta) \text{ kgf}$$

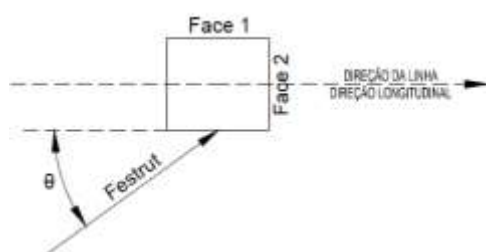
q₀ **38 kgf/m²**

G_T Fator de vento combinado, obtido da figura 5 da norma IEC 60826 em função da altura em relação ao solo do centro de gravidade do painel em consideração

S_{T1} e S_{T2} Área líquida das faces 1 e 2 do painel em consideração, em m²

C_{XT1} e C_{XT2} Coeficiente de arrasto das faces 1 e 2 do painel em consideração, obtido da figura 7 da norma IEC 60826

Θ Ângulo formado pela direção do vento com a perpendicular à face 1, conforme figura 6 da norma IEC 60826



-Para **Θ = 0°** (vento transversal), obtém-se:

$$F_{Estrutura} = 38 \cdot G_T \cdot S_{T1} \cdot C_{XT1} \text{ kgf}$$

-Para **Θ = 15°**, obtém-se:


$$F_{Estrutura} = 40 \cdot G_T \cdot (0,933 S_{T1} C_{XT1} + 0,067 S_{T2} C_{XT2}) \text{ kgf}$$

-Para **Θ = 30°**, obtém-se:

$$F_{Estrutura} = 44 \cdot G_T \cdot (0,75 S_{T1} C_{XT1} + 0,25 S_{T2} C_{XT2}) \text{ kgf}$$

- Para **Θ = 45°**, obtém-se:

$$F_{Estrutura} = 23 \cdot G_T \cdot (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2}) \text{ kgf}$$

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 29/94	Revisão 0A

2.3.2. Vento de Tormentas Elétricas

A carga de vento de alta intensidade atuante na estrutura será determinada de modo similar ao indicado no item 2.3.1, utilizando-se a expressão abaixo:

$$F_{\text{estrut}} = 110 (1 + 0.2 \sin^2 2\theta) (S_{T1} C_{XT1} \cos^2 \theta + S_{T2} C_{XT2} \sin^2 \theta) \text{ (carga em kgf)}$$

As cargas calculadas conforme indicadas nos itens 2.3.1 e 2.3.2 acima atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for dividida.

$$F_{\text{Estrutura}} = q_0 \cdot (1 + 0,2 \sin^2 2 \Theta) (S_{T1} C_{XT1} \cos^2 \Theta + S_{T2} C_{XT2} \sin^2 \Theta) \text{ kgf}$$

- **Para $\Theta = 0^\circ$** (vento transversal), obtém-se:

$$F_{\text{Estrutura}} = 110 \cdot S_{T1} \cdot C_{XT1} \text{ kgf}$$

- **Para $\Theta = 15^\circ$** , obtém-se:


$$F_{\text{Estrutura}} = 116 \cdot (0,933 S_{T1} C_{XT1} + 0,067 S_{T2} C_{XT2}) \text{ kgf}$$

- **Para $\Theta = 30^\circ$** , obtém-se:

$$F_{\text{Estrutura}} = 127 \cdot (0,75 S_{T1} C_{XT1} + 0,25 S_{T2} C_{XT2}) \text{ kgf}$$

- **Para $\Theta = 45^\circ$** , obtém-se:


$$F_{\text{Estrutura}} = 66 \cdot (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2}) \text{ kgf}$$

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 30/94	Revisão 0A


3.Tração nos cabos

1. Trações nos cabos

Condição de carregamento	CONDUTOR	PARA – RAIOS
	(kgf)	DOTTEREL (kgf)
Vento extremo transversal	3470	2290
Vento extremo a 15°	3350	2190
Vento extremo a 30°	2910	1920
Vento extremo a 45°	2410	1570
Vento de tormentas transversal	2190	1410
Vento de tormentas a 15°	2170	1390
Vento de tormentas a 30°	2060	1320
Vento de tormentas a 45°	1950	1250
Nivelamento sem vento (1,25 x EDS)	2301	1476
Condição de maior ocorrência sem vento (EDS)	1841	1181
-Valores acima de carga de vento foram arredondados -Valores em kgf. * A estrutura será dimensionada de acordo com o cabo para – raios de maior relevância em relação ao peso (OPGW 14,4) e em relação ao diâmetro 15,42 mm (CAA Dotterel). Conforme dados do item 3 da página 4.		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
		Folha 31/94
		Revisão 0A

ANEXO C1: HIPÓTESES DE CARREGAMENTO

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001
		Folha 32/94
		Revisão 0A

1. Fatores de Sobrecarga


As cargas atuantes em cada uma das hipóteses de carga indicadas devem ser majoradas pelos seguintes fatores de sobrecarga:

Tipo de Carregamento	FS
Vento Máximo, Vento de Alta Intensidade, Ruptura de Cabo e Contenção Cascata:	
- Cargas Transversais:	1,00
- Cargas Longitudinais:	1,00
- Cargas Verticais normais (inclusive peso próprio da estrutura):	1,15
- Cargas Verticais reduzidas (inclusive peso próprio da estrutura):	0,87(*)
Construção/Manutenção e Grampeamento:	
- Cargas Transversais:	1,50
- Cargas Longitudinais:	1,50
- Cargas Verticais normais (inclusive peso próprio da estrutura):	1,50
- Cargas Verticais reduzidas (inclusive peso próprio da estrutura):	0,67(**)
(*) Cargas verticais reduzidas de arrancamento (vão gravante negativo):	1,15
(**) Cargas verticais reduzidas de arrancamento (vão gravante negativo):	1,50

2. Hipóteses de Carregamento

2.1 Estruturas de Suspensão LMEL, LMSL, LMSP e LMSM

HIP.	CARREGAMENTO
1	VENTO TRANSVERSAL EXTREMO (T= 250 anos) Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).
2, 3 e 4	VENTO EXTREMO ATUANDO A 15°, 30° e 45° (T= 250 anos) Cargas decorrentes da ação do vento extremo a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).
5	VENTO LONGITUDINAL EXTREMO (T= 250 anos) Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando longitudinalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).
6	LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE Carga longitudinal atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 33/94	Revisão 0A

7 LONGITUDINAL EM QUALQUER PÁRA-RAIOS

Carga longitudinal atuando em um qualquer dos cabos para-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).

8 CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

Carga vertical de construção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e para-raios e peso próprio da estrutura.

9 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL

Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).

10, 11 e 12 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°, 30° e 45°

Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).

13 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL


Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando longitudinalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).

14 CONTENÇÃO DE CASCATA

Carga longitudinal correspondente a 35% da tração EDS, reduzida atuando simultaneamente em todos os cabos, verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).

2.2 Estruturas de Ancoragem LMAA, LMAT e LMTR

HIP.	CARREGAMENTO
1	VENTO TRANSVERSAL EXTREMO (T= 250 anos) <p>Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.</p>
2, 3 e 4	VENTO EXTREMO ATUANDO A 15°, 30° e 45° (T= 250 anos) <p>Cargas decorrentes da ação do vento extremo a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).</p>
5	VENTO LONGITUDINAL EXTREMO (T= 250 anos) <p>Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando longitudinalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada,</p>

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 34/94	Revisão 0A

também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

6 DESEQUILÍBRIO LONGITUDINAL

Carga longitudinal de construção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e pára-raios e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

7 VERTICAL DE CONSTRUÇÃO

Carga vertical de construção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e pára-raios e peso próprio da estrutura.

8 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL

Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

9, 10 e 11 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°, 30° e 45°


Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).

12 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL

Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando longitudinalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

13 CONTENÇÃO DE CASCATA

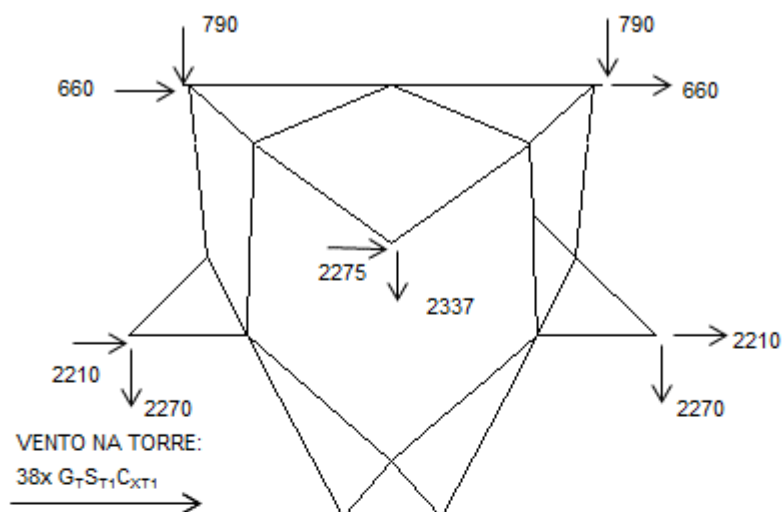
Carga longitudinal correspondente a 35% da tração EDS, reduzida atuando simultaneamente em todos os cabos, verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (40% do valor máximo).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 35/94	Revisão 0A

Notas Gerais

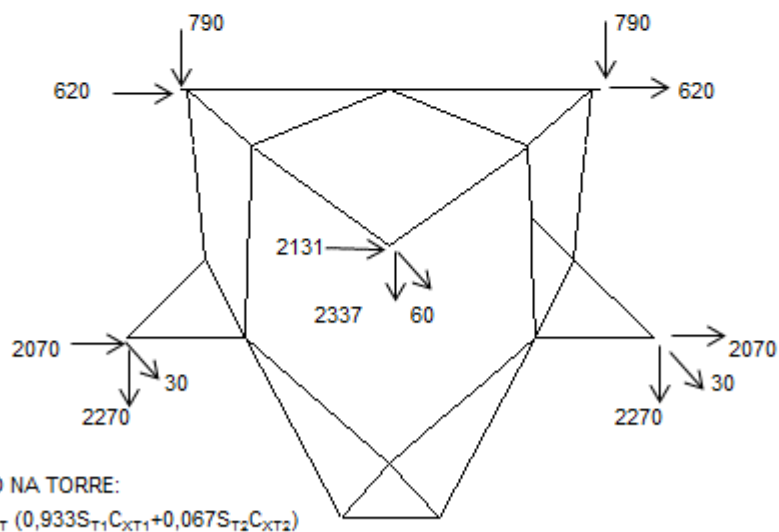
- 1) Condutor: 2 x AAAC 815 kcmil
Pára-raios: CAA DOTTEREL + OPGW 14,4mm
- 2) As cargas indicadas já incluem os fatores de sobrecarga aplicáveis.
- 3) Todas as cargas estão expressas em kgf.
- 4) As cargas atuando nas fases e nos pára-raios devem ser aplicadas nos pontos de fixação dos cabos e estão representadas, conforme a hipótese de carregamento, por suas projeções na vertical e nos eixos transversal e longitudinal da estrutura.
- 5) Nas fórmulas para cálculo do vento atuando nas estruturas, a variável H corresponde à altura em relação ao solo do centro de gravidade do painel em consideração (ver item 2)
- 6) As cargas devidas ao vento na torre atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for subdividida.
- 7) As hipóteses 6, 7, 8, 9 e 10 das estruturas de suspensão também deverão ser verificadas para a combinação especial de cargas detalhada na folha 31.
- 8) Para cada direção mostrada nos diagramas de carregamento, o vento sobre a estrutura e as cargas transversais e longitudinais atuando sobre os cabos devem ser aplicados nos dois sentidos possíveis, prevalecendo a combinação que for mais desfavorável no que se refere ao dimensionamento das barras e ligações. O mesmo princípio deve ser aplicado às cargas transversais nas hipóteses sem vento.

Carregamento da Estrutura tipo LMEL



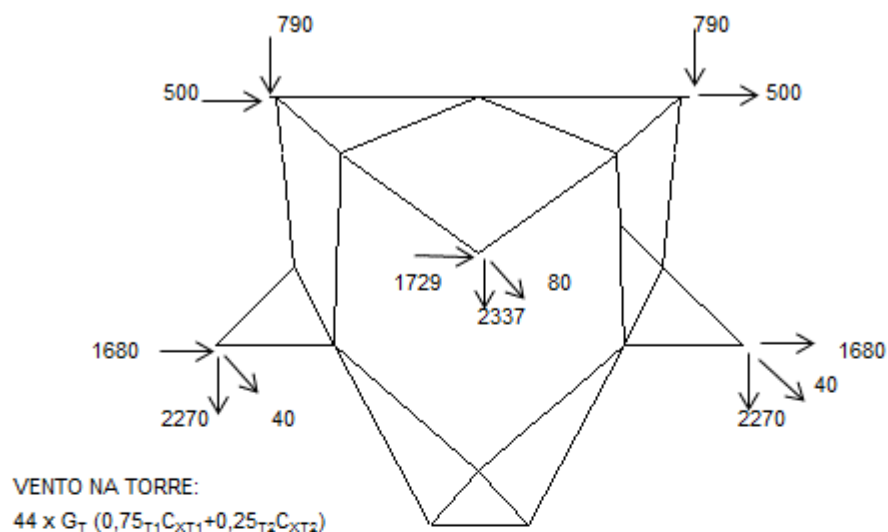
↓ 1,0 PP

HIPÓTESE 1
VENTO TRANSVERSAL EXTREMO



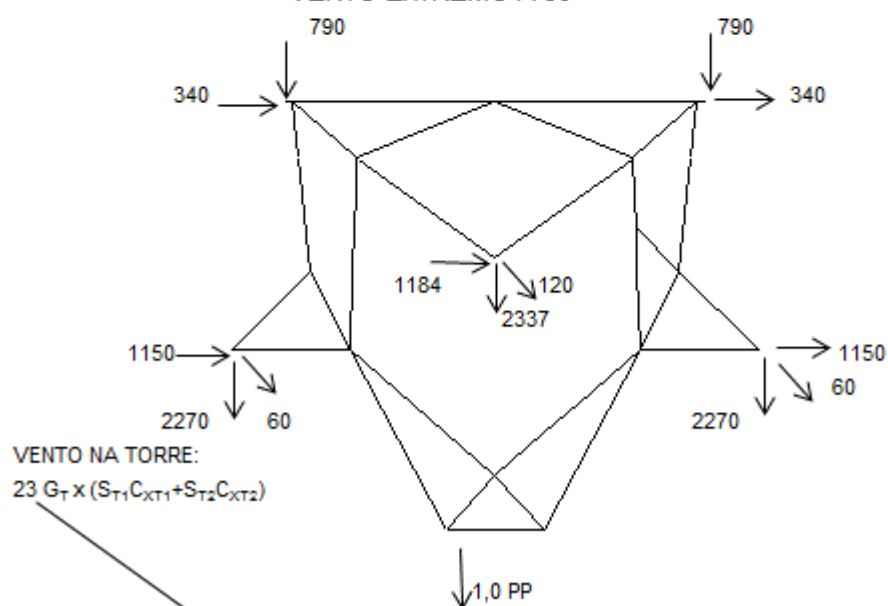
↓ 1,0 PP

HIPÓTESE 2
VENTO EXTREMO A 15°



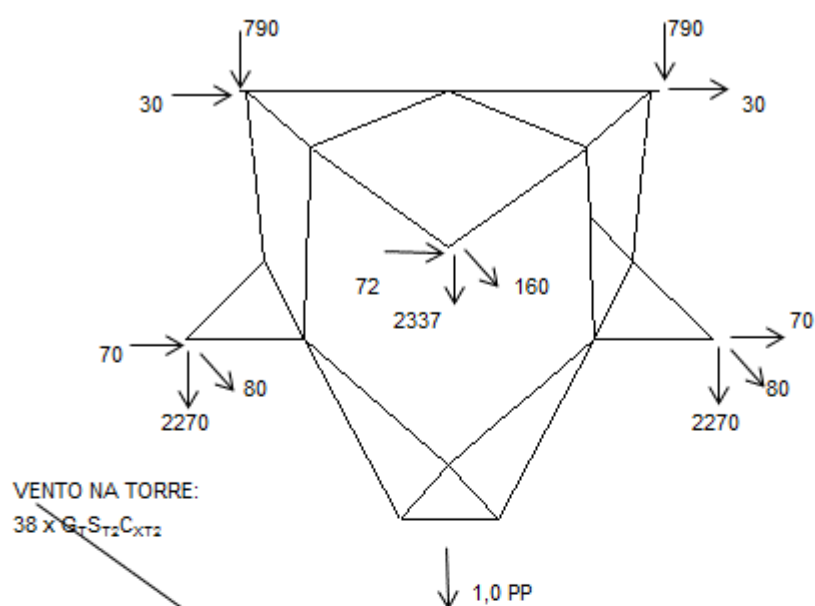
↓ 1,0 PP

HIPÓTESE 3
VENTO EXTREMO A 30°

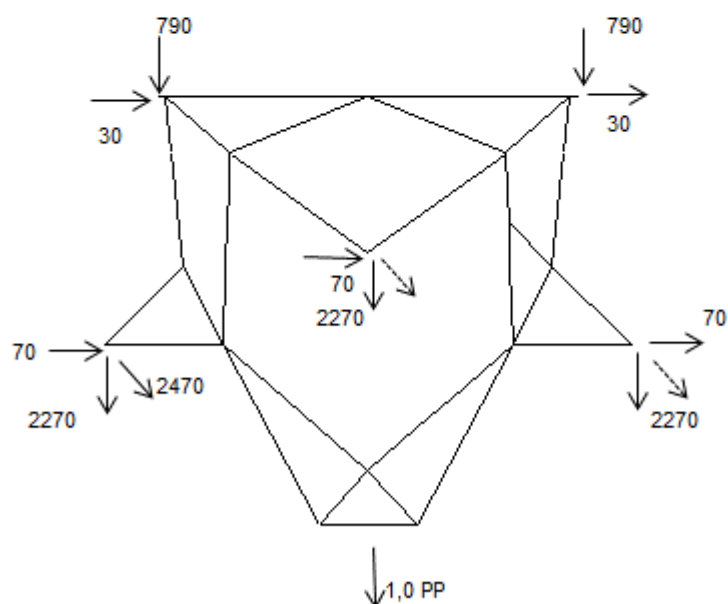


↓ 1,0 PP

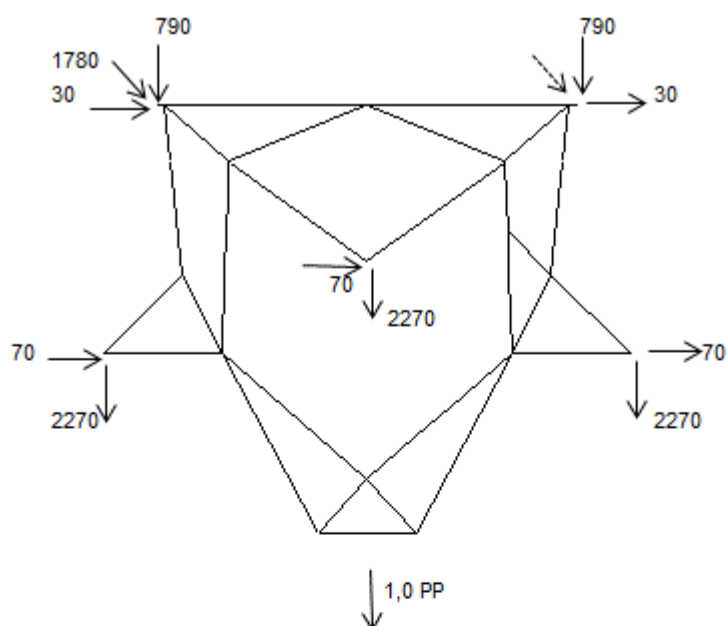
HIPÓTESE 4
VENTO EXTREMO A 45°



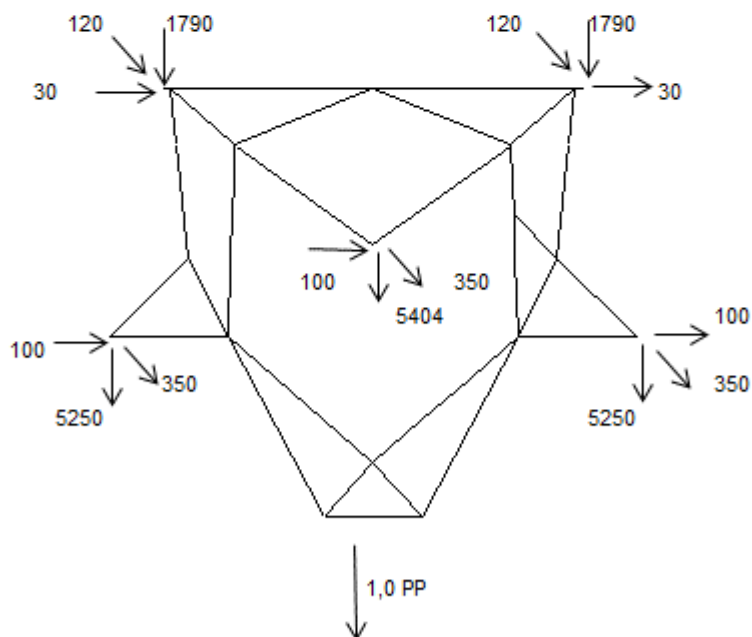
HIPÓTESE 5
VENTO LONGITUDINAL EXTREMO



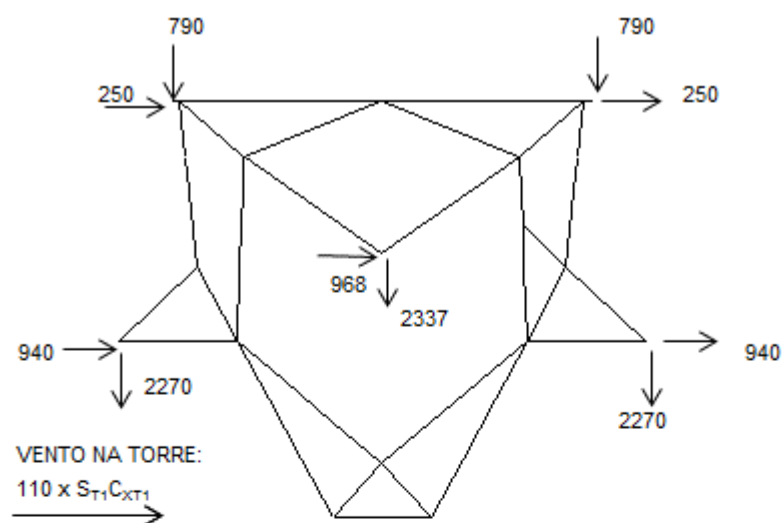
HIPÓTESE 6
LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE



HIPÓTESE 7
LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS



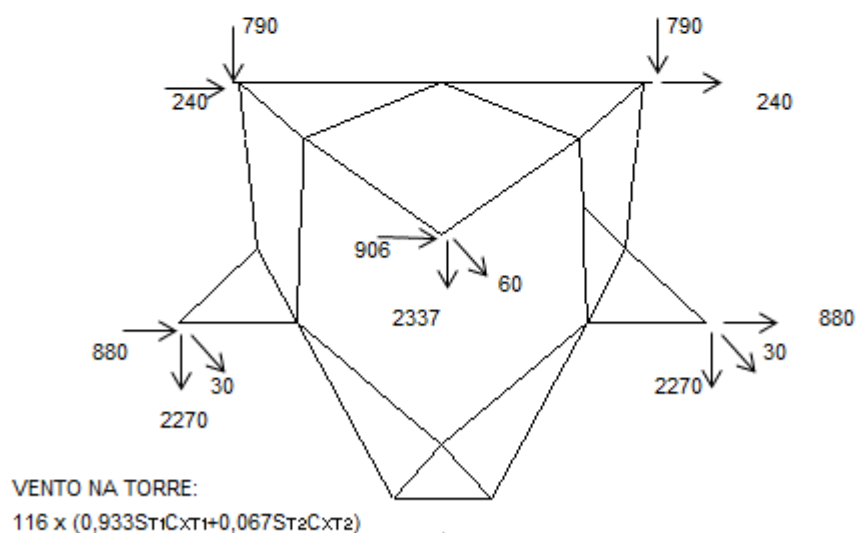
HIPÓTESE 8
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM



1,0 PP

HIPÓTESE 9

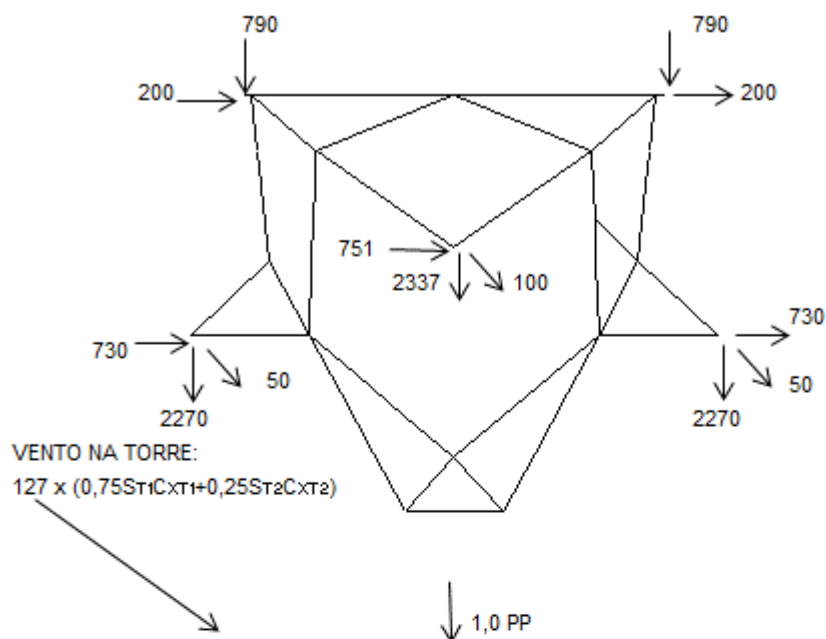
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL



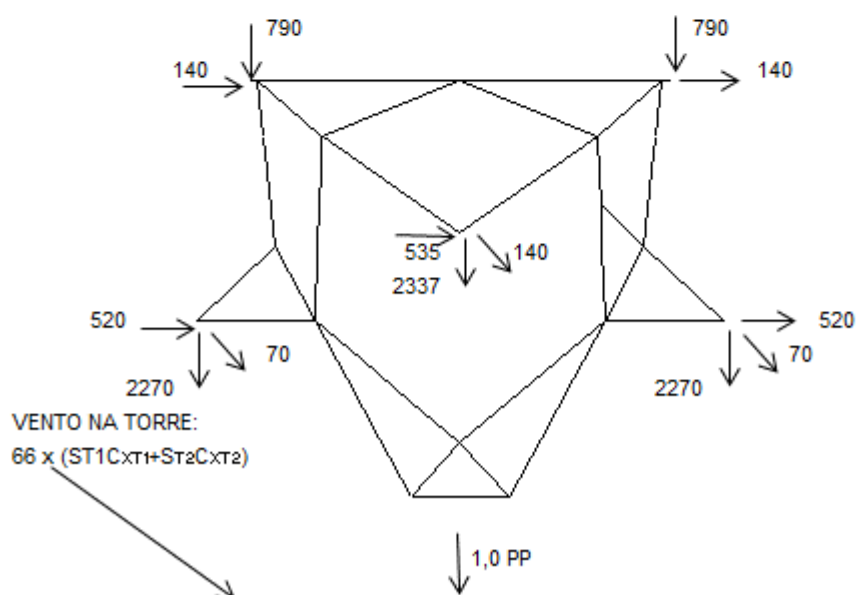
1,0 PP

HIPÓTESE 10

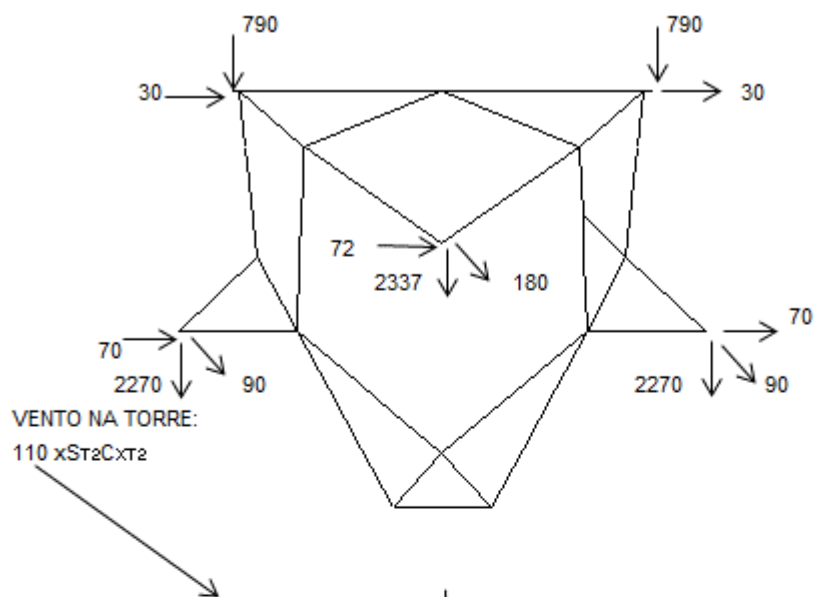
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°



HIPÓTESE 11
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 30°

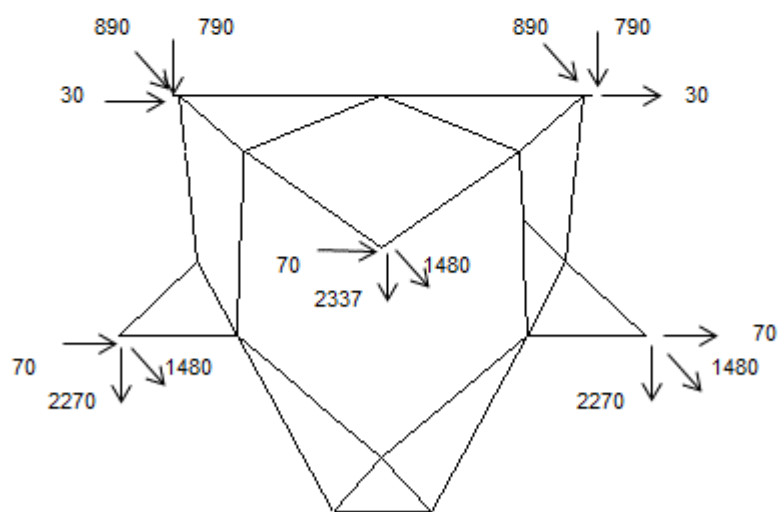


HIPÓTESE 12
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 45°



1,0 PP

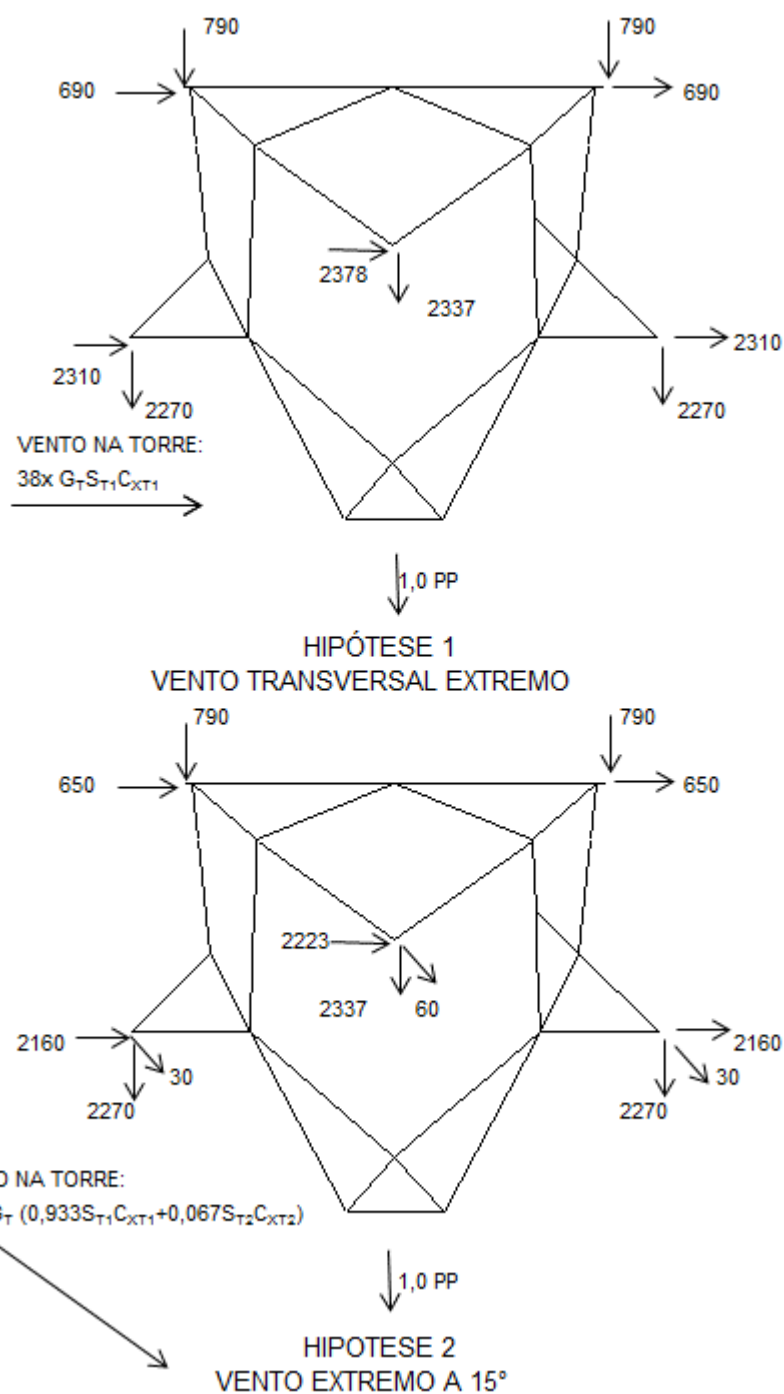
HIPÓTESE 13
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL

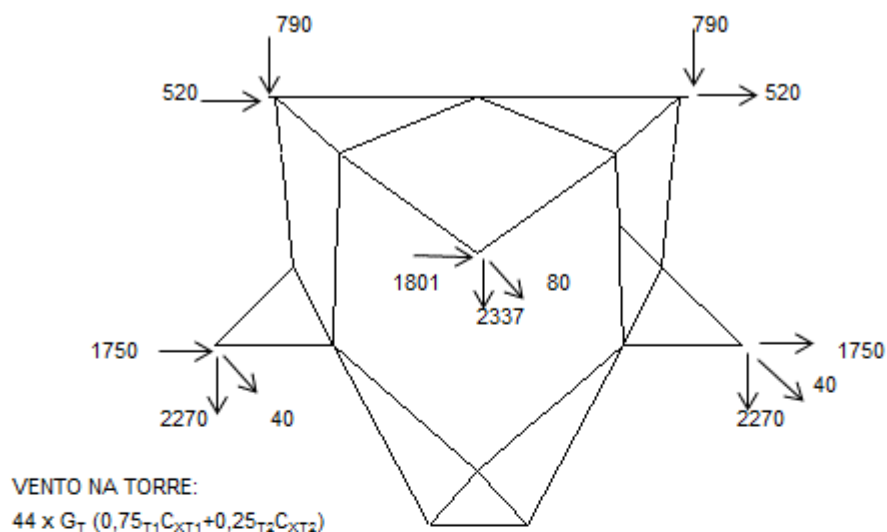


1,0 PP

HIPÓTESE 14
CONTENÇÃO EM CASCATA

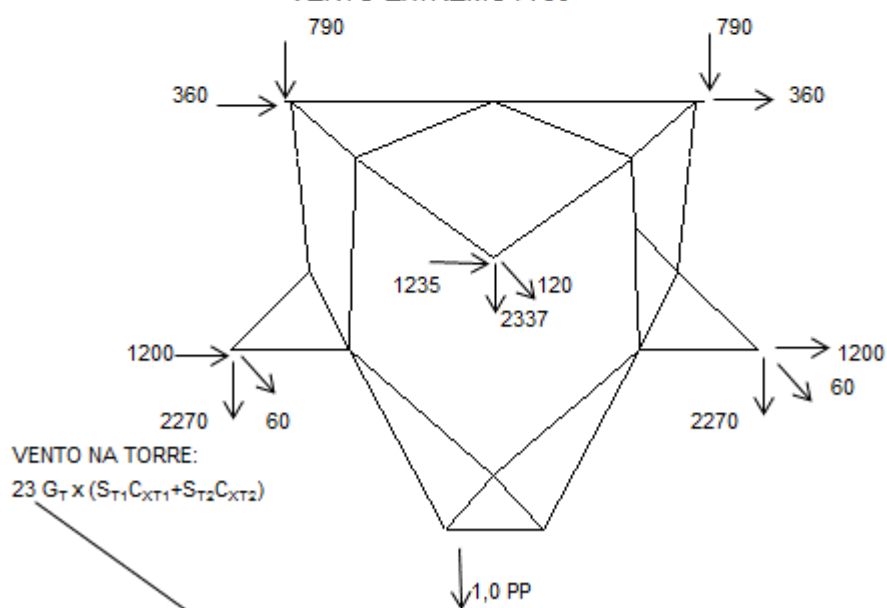
Carregamento da Estrutura tipo LMSL





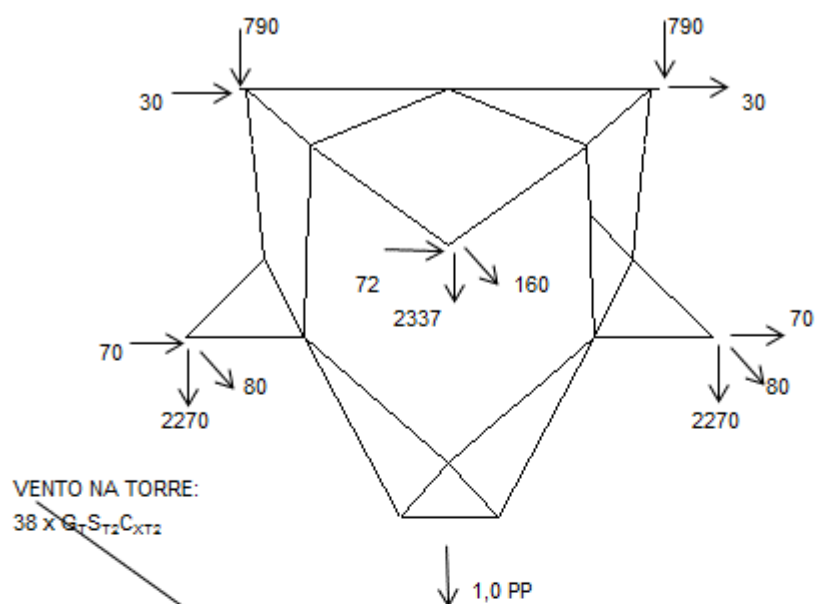
↓ 1,0 PP

HIPÓTESE 3
VENTO EXTREMO A 30°

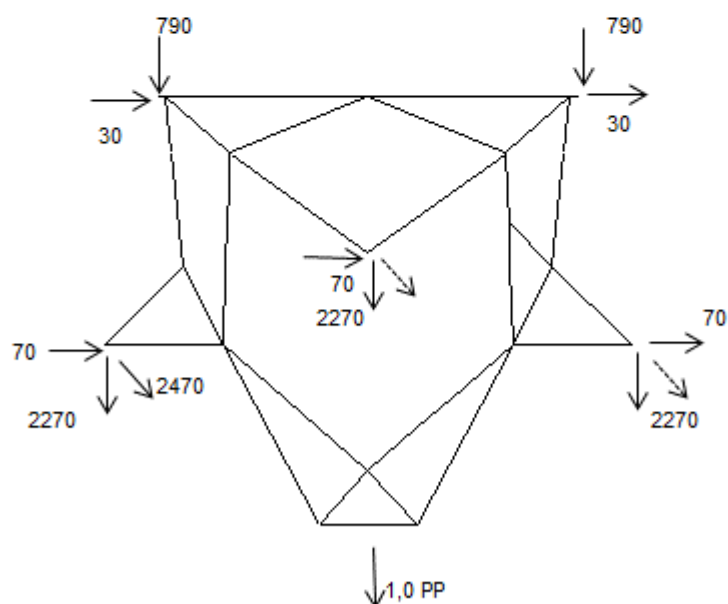


↓ 1,0 PP

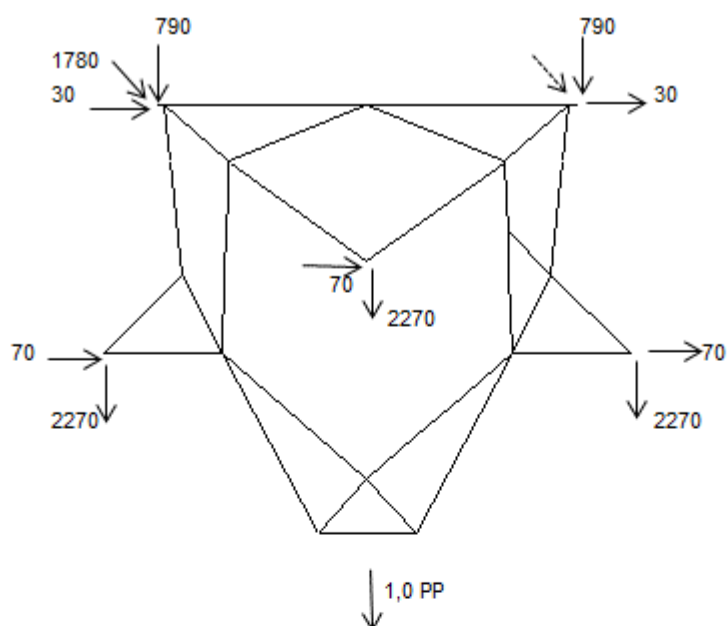
HIPÓTESE 4
VENTO EXTREMO A 45°



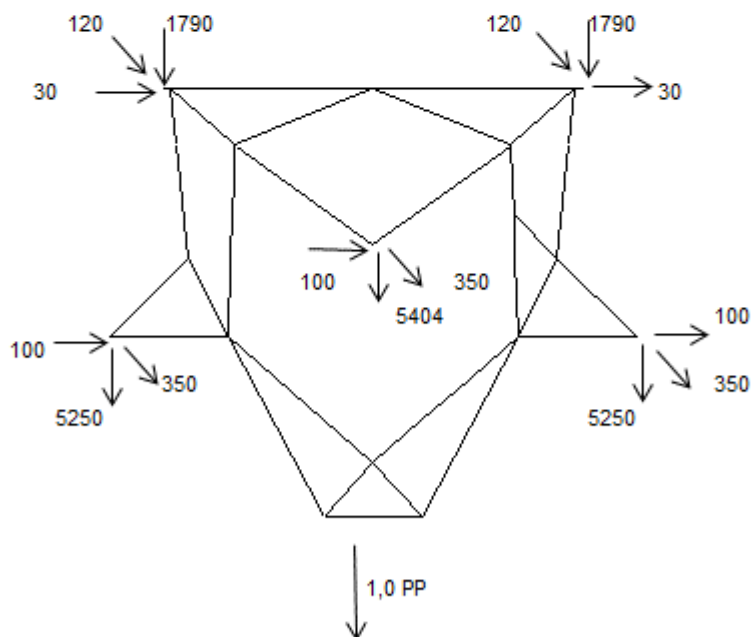
HIPÓTESE 5
VENTO LONGITUDINAL EXTREMO



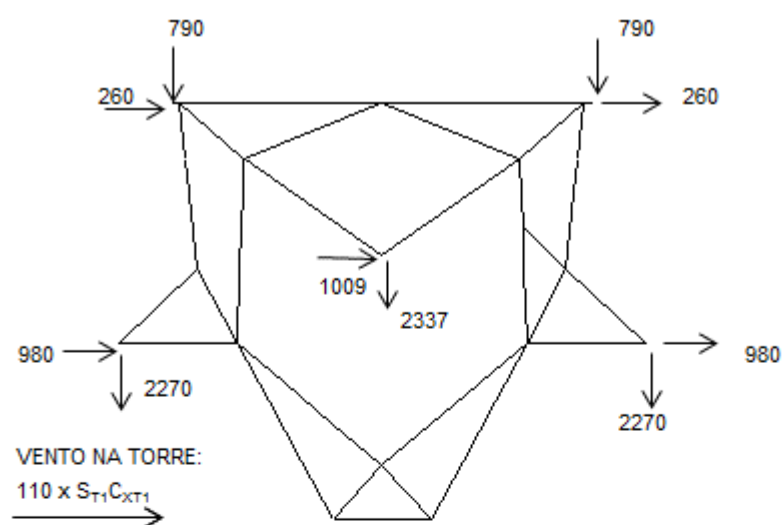
HIPÓTESE 6
LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE



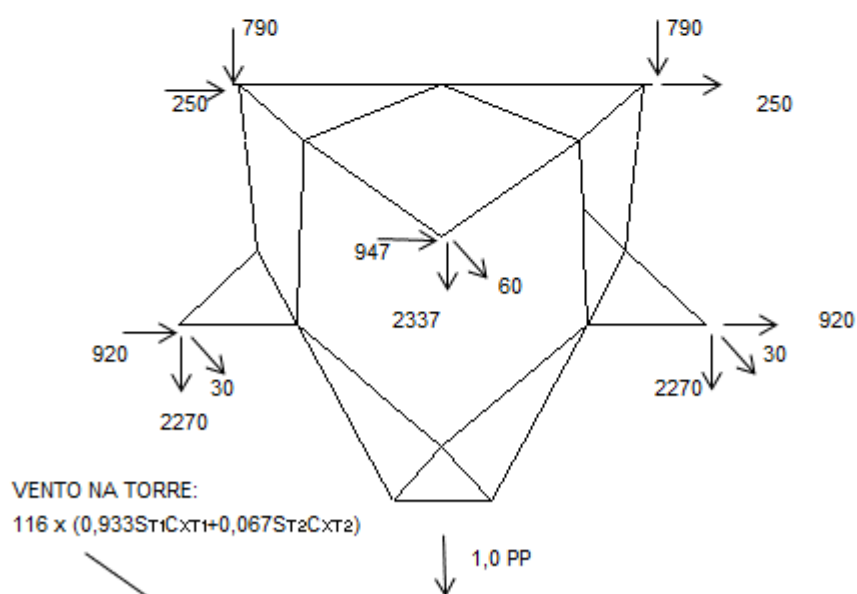
HIPÓTESE 7
LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS



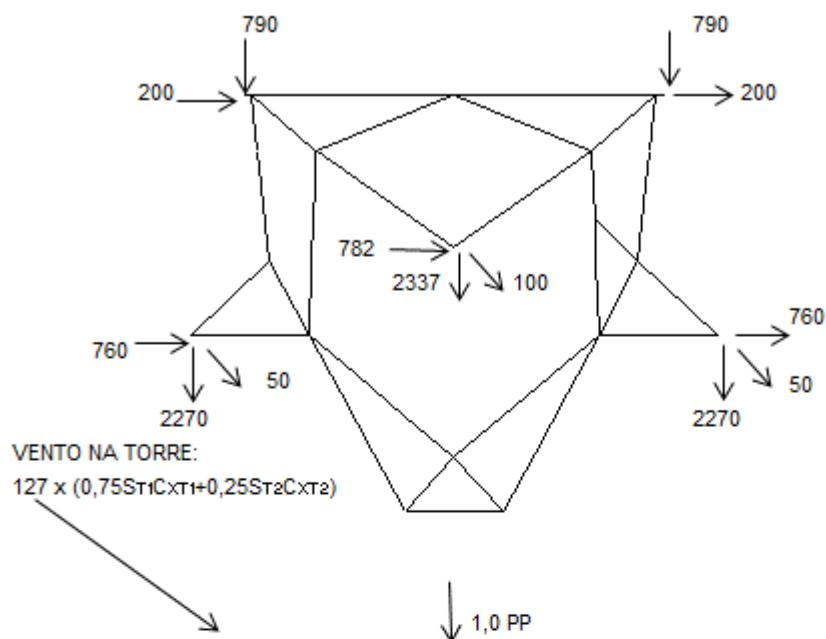
HIPÓTESE 8
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM



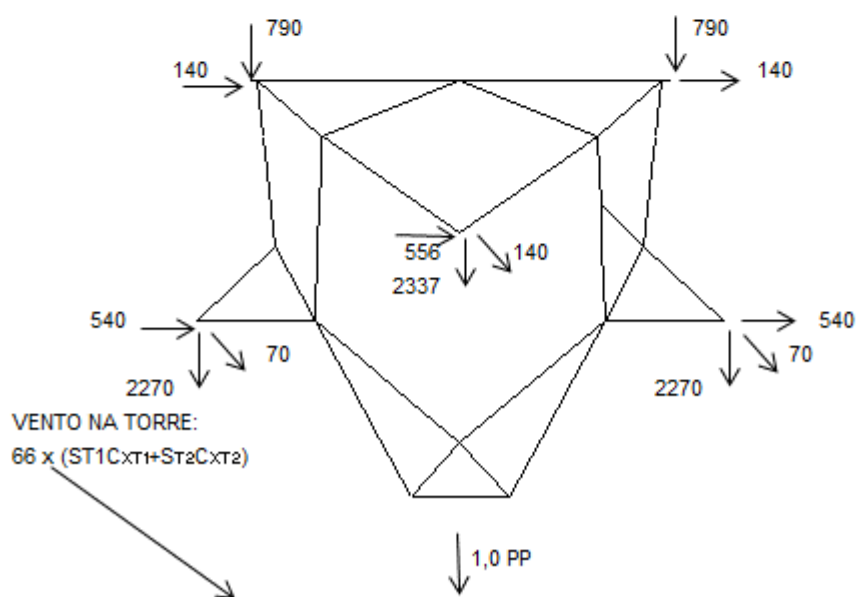
1,0 PP
HIPÓTESE 9
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL



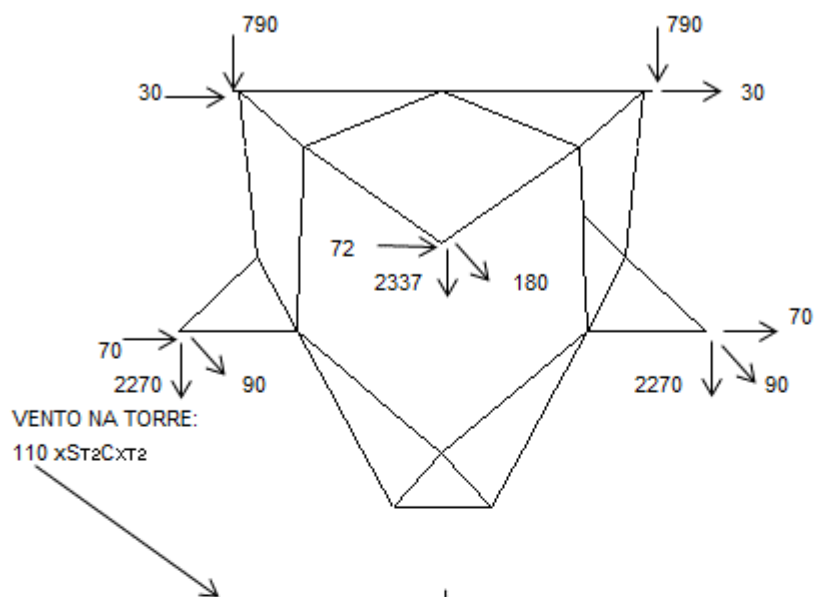
1,0 PP
HIPÓTESE 10
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°



HIPÓTESE 11
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 30°

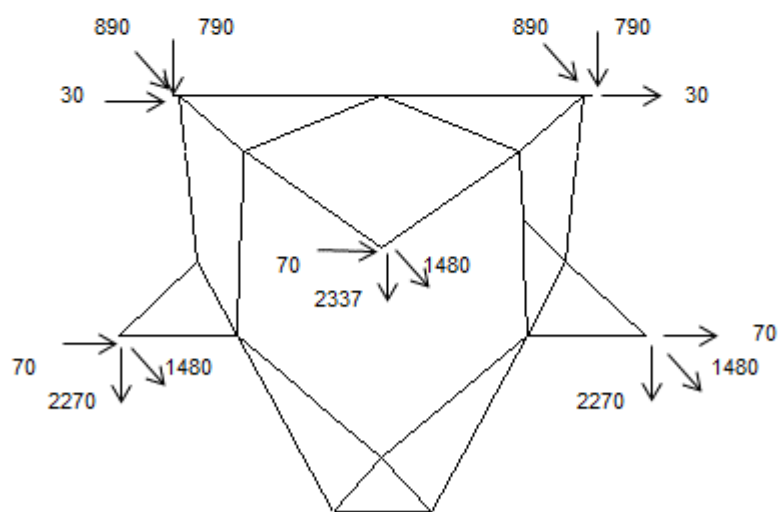


HIPÓTESE 12
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 45°



1,0 PP

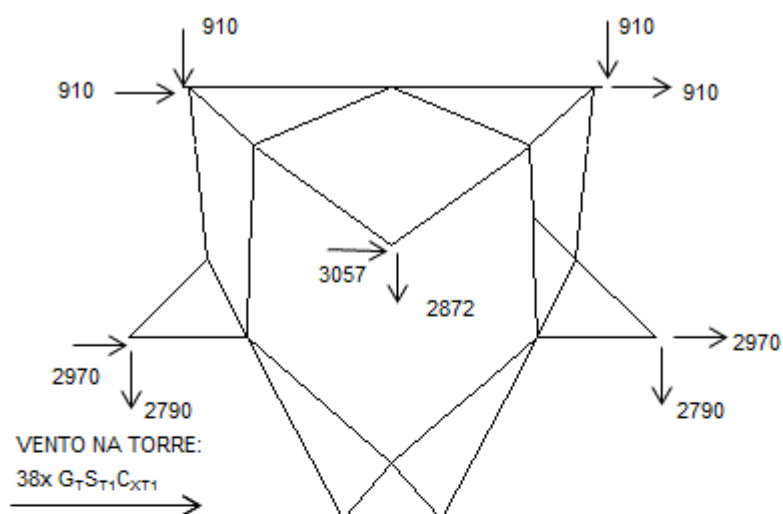
HIPÓTESE 13
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL



1,0 PP

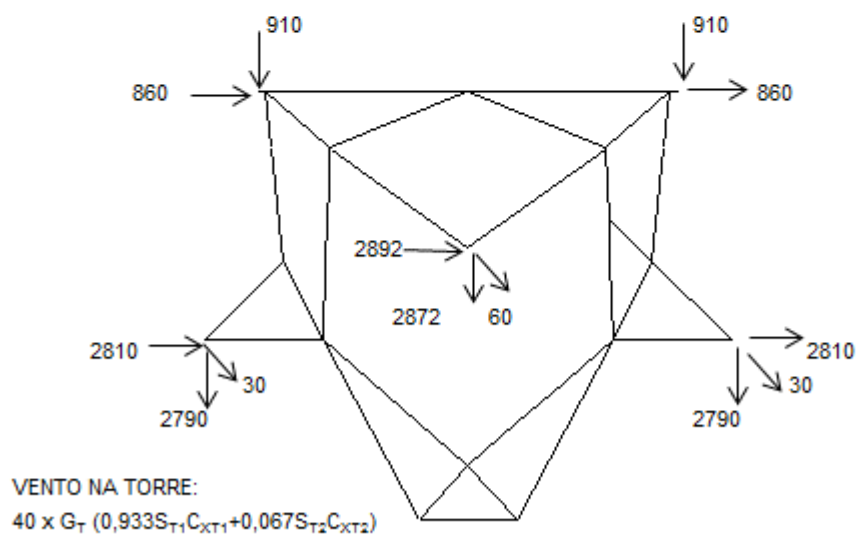
HIPÓTESE 14
CONTENÇÃO EM CASCATA

Carregamento da Estrutura tipo LMSP



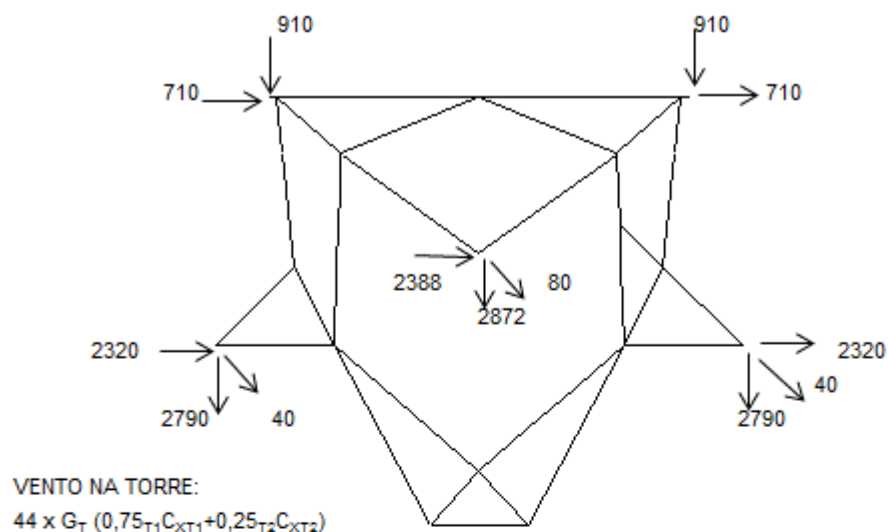
↓ 1,0 PP

HIPÓTESE 1
VENTO TRANSVERSAL EXTREMO



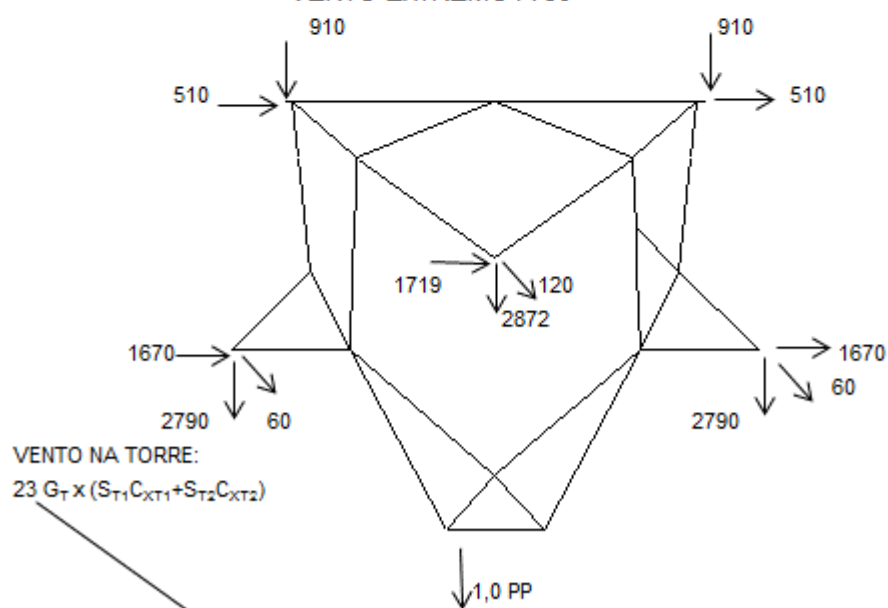
↓ 1,0 PP

HIPÓTESE 2
VENTO EXTREMO A 15°



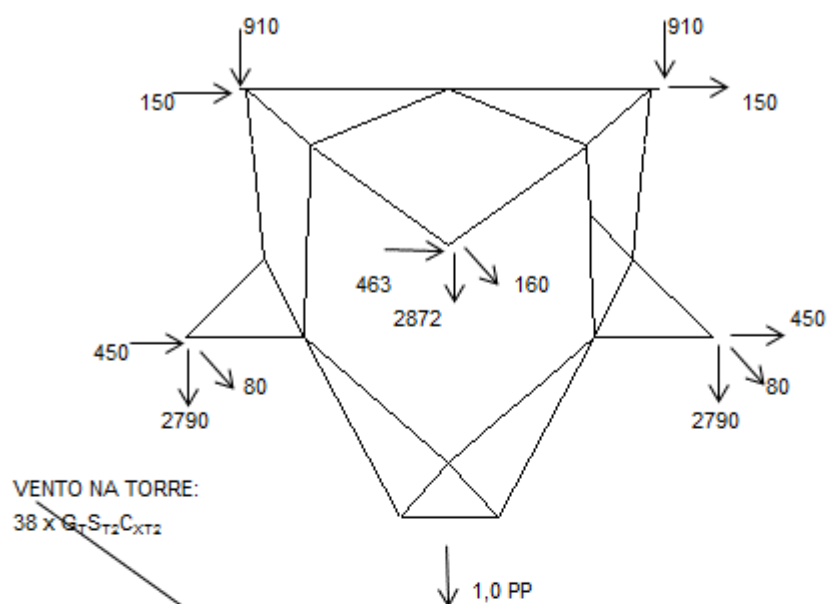
↓ 1,0 PP

HIPÓTESE 3
VENTO EXTREMO A 30°

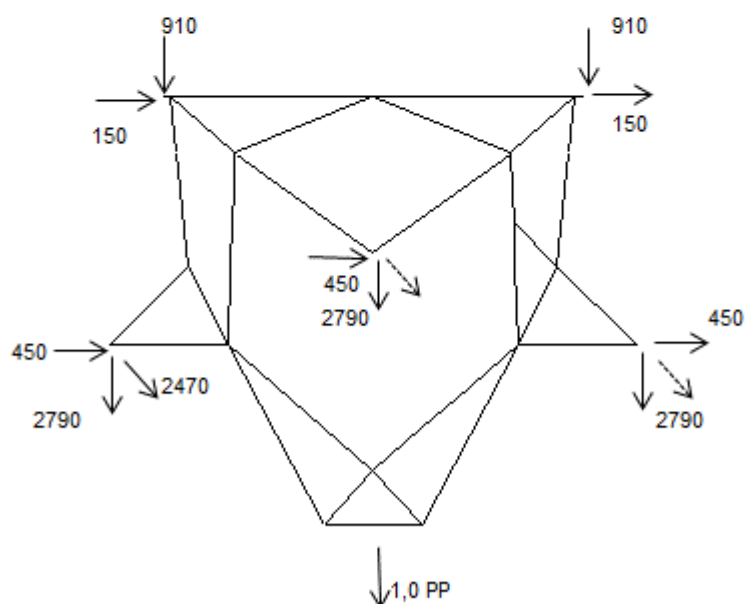


↓ 1,0 PP

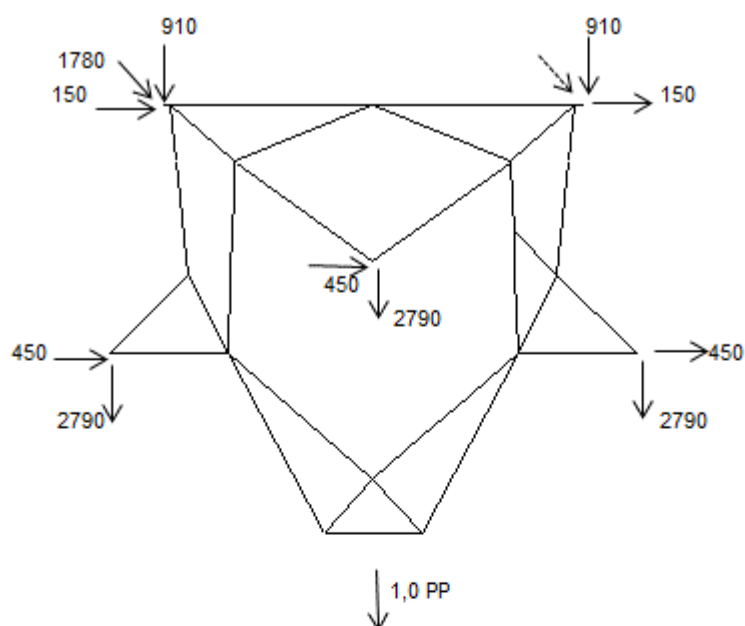
HIPÓTESE 4
VENTO EXTREMO A 45°



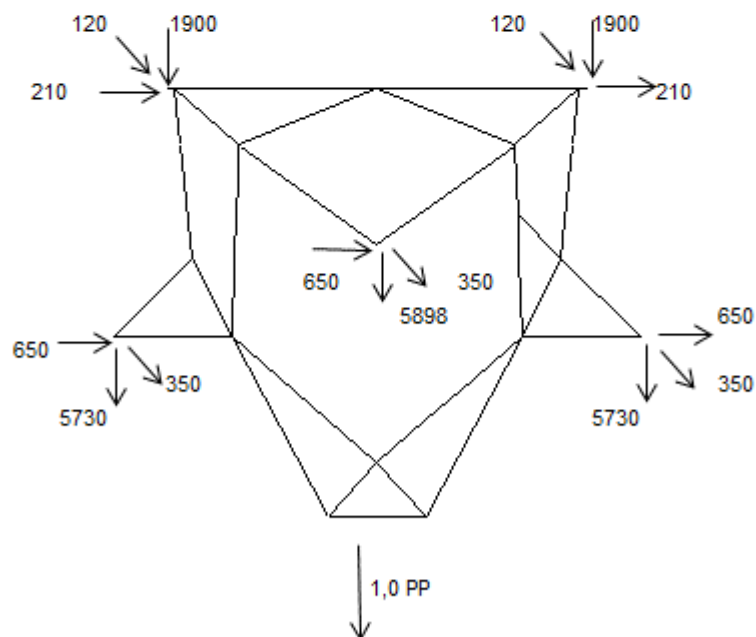
HIPÓTESE 5
VENTO LONGITUDINAL EXTREMO



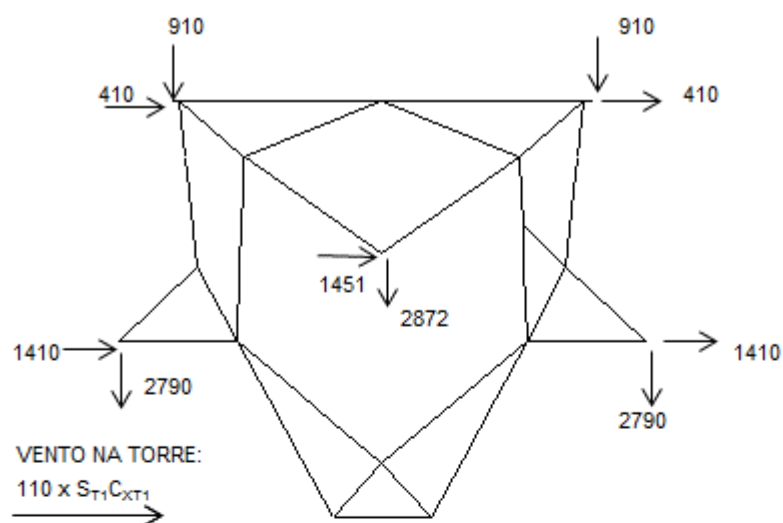
HIPÓTESE 6
LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE



HIPÓTESE 7
LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS



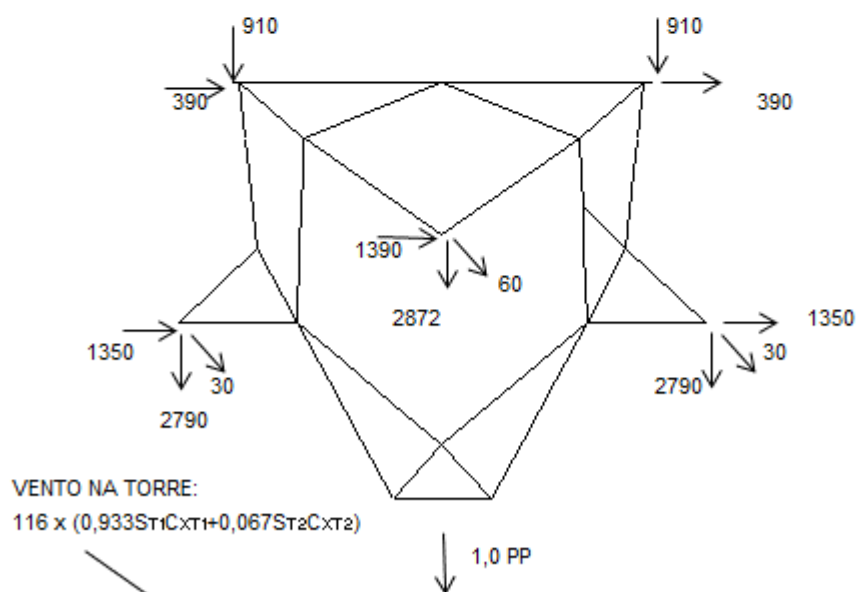
HIPÓTESE 8
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM



1,0 PP

HIPÓTESE 9

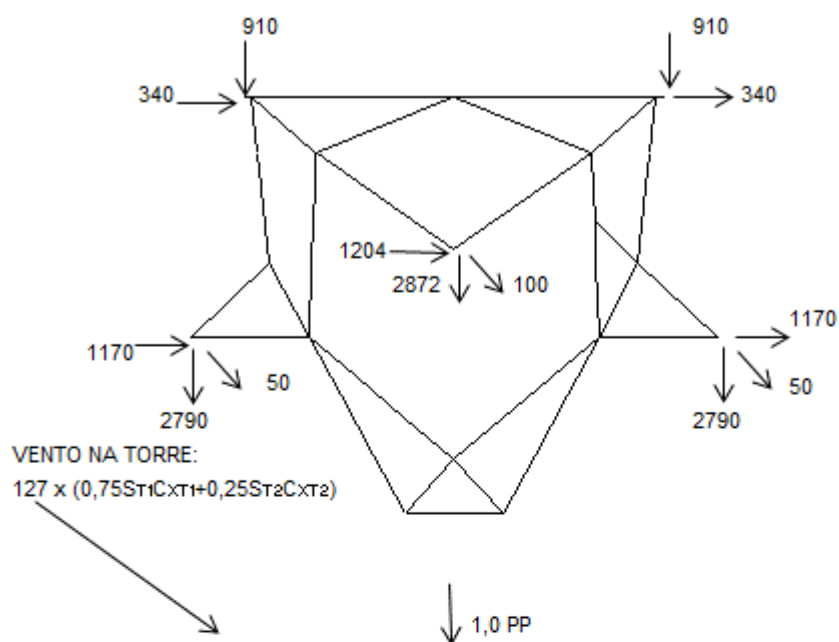
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL



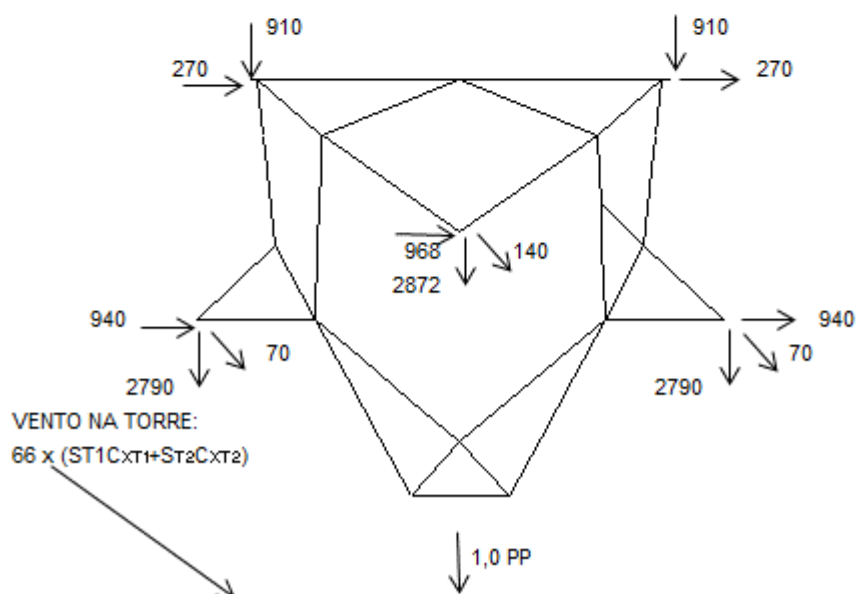
1,0 PP

HIPÓTESE 10

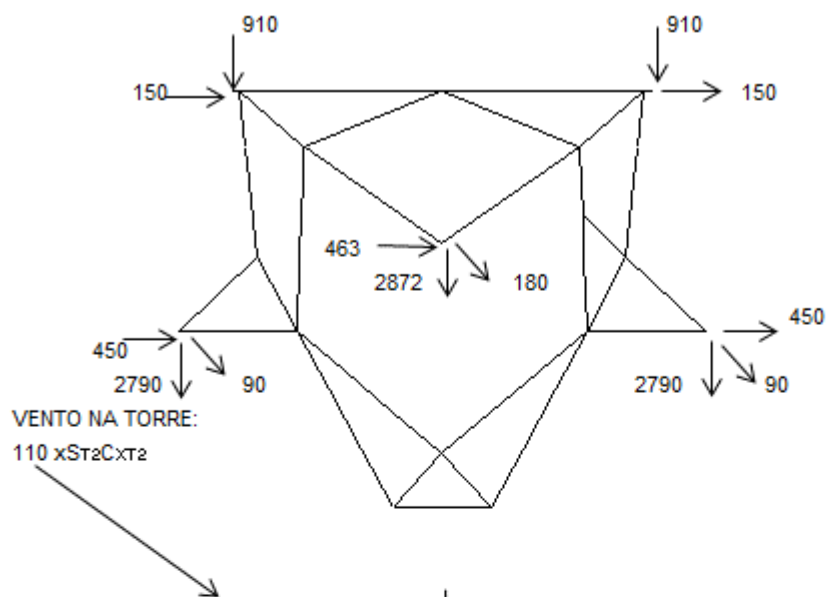
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°



HIPÓTESE 11
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 30°

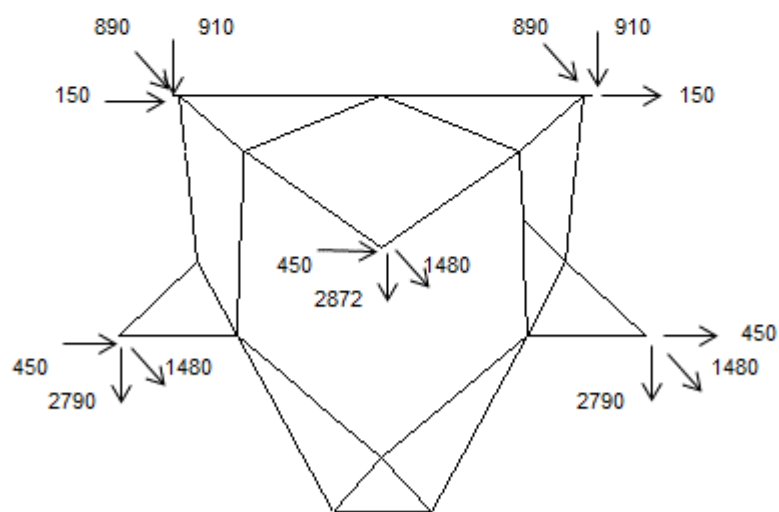


HIPÓTESE 12
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 45°



1,0 PP

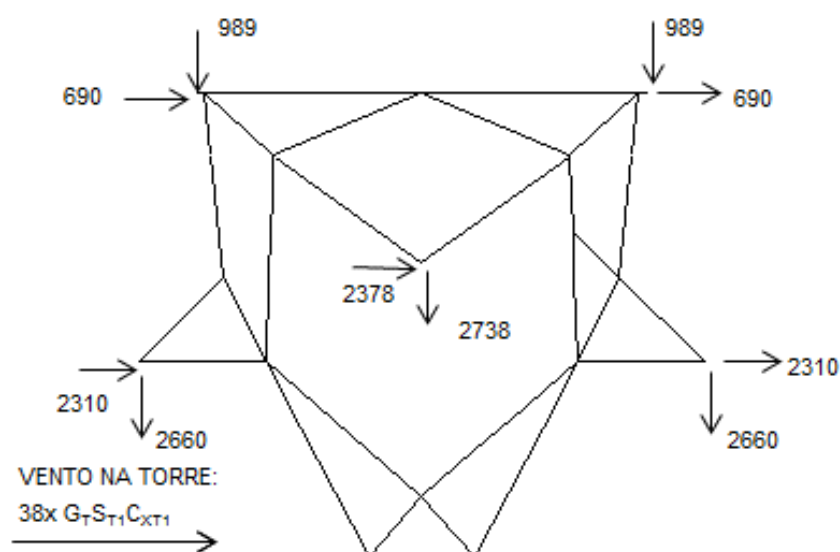
HIPÓTESE 13
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL



1,0 PP

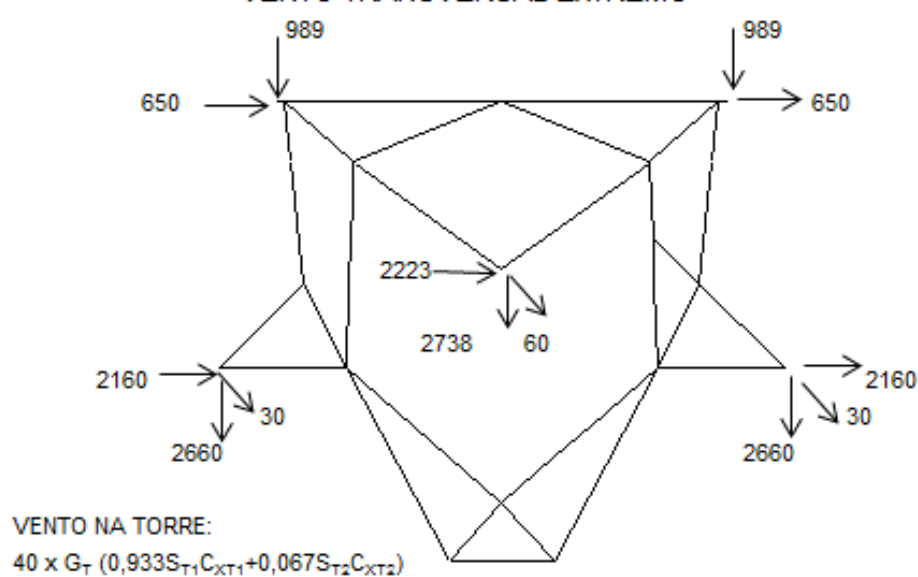
HIPÓTESE 14
CONTENÇÃO EM CASCATA

Carregamento da Estrutura tipo LMSM



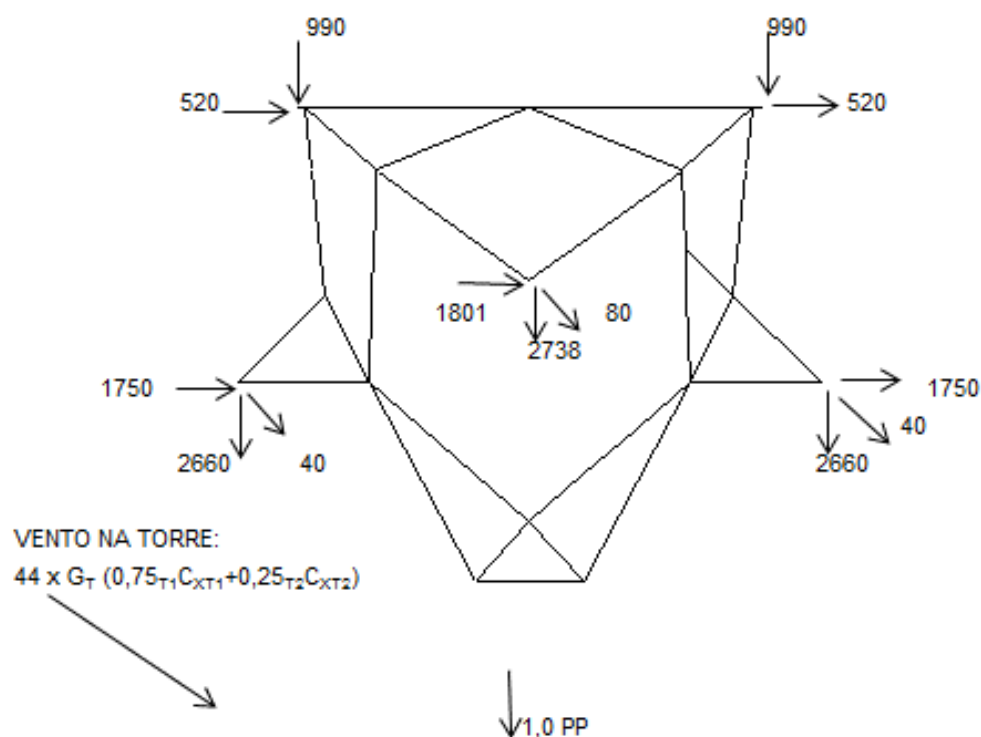
↓ 1,0 PP

HIPÓTESE 1 VENTO TRANSVERSAL EXTREMO

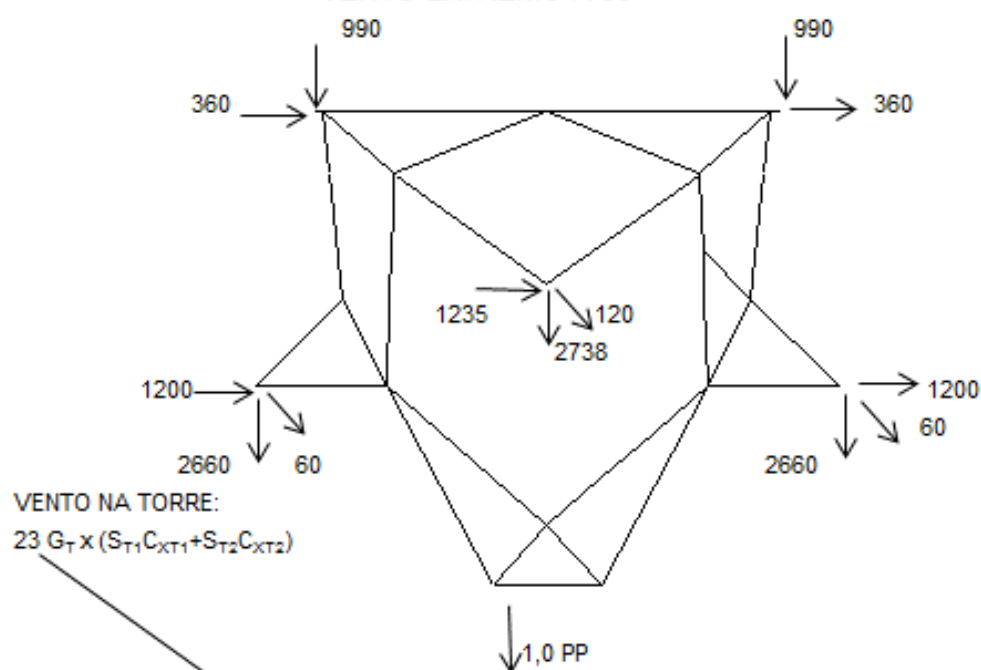


↓ 1,0 PP

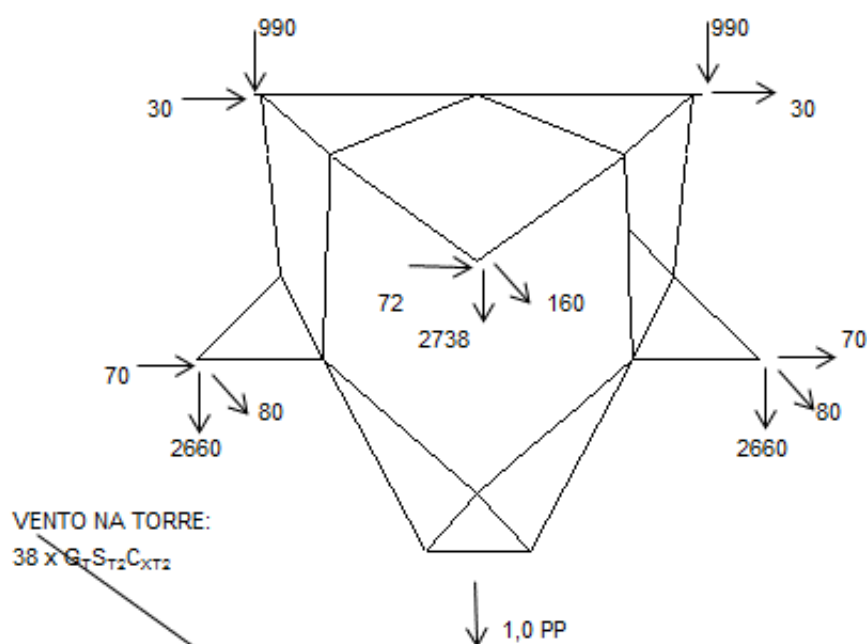
HIPÓTESE 2 VENTO EXTREMO A 15°



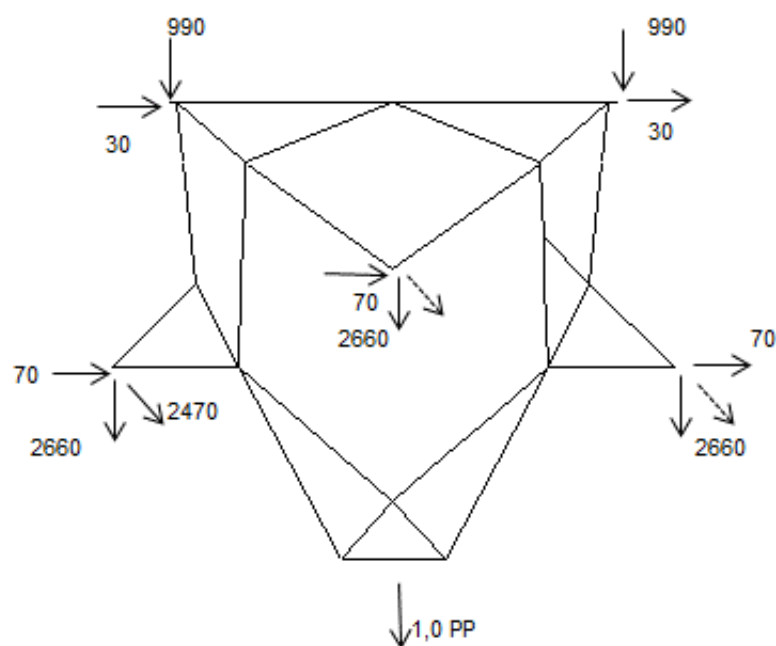
HIPÓTESE 3
VENTO EXTREMO A 30°



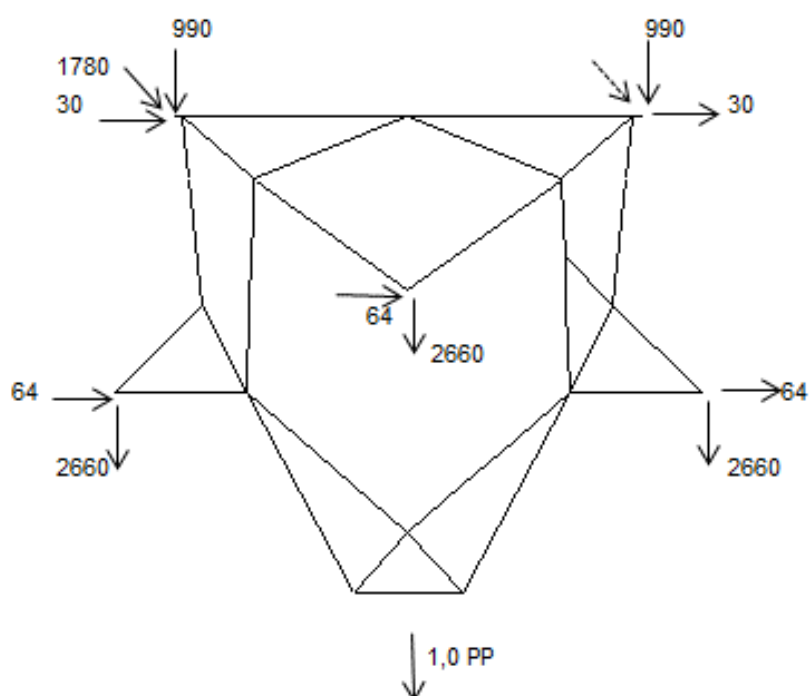
HIPÓTESE 4
VENTO EXTREMO A 45°



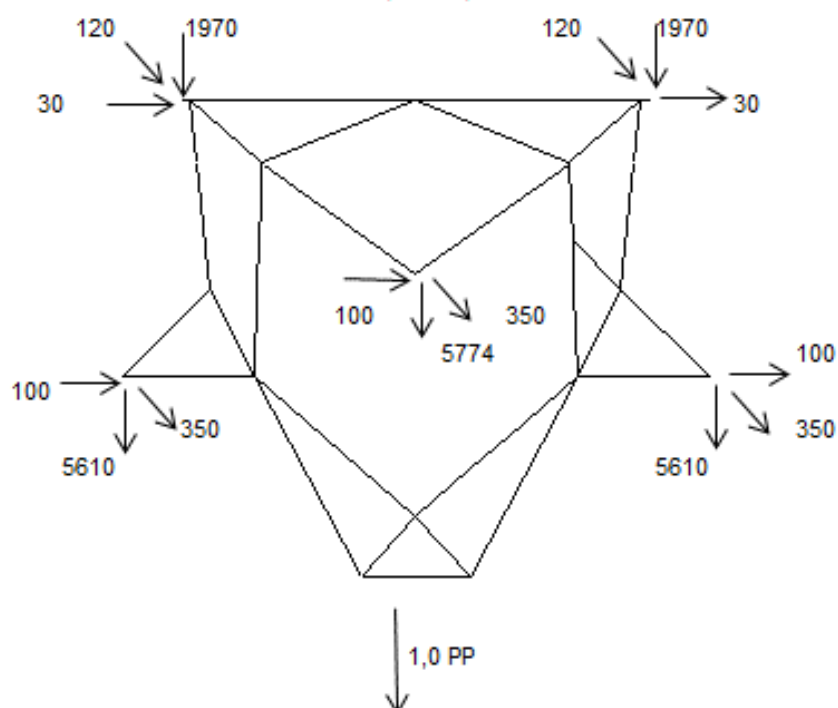
HIPÓTESE 5
VENTO LONGITUDINAL EXTREMO



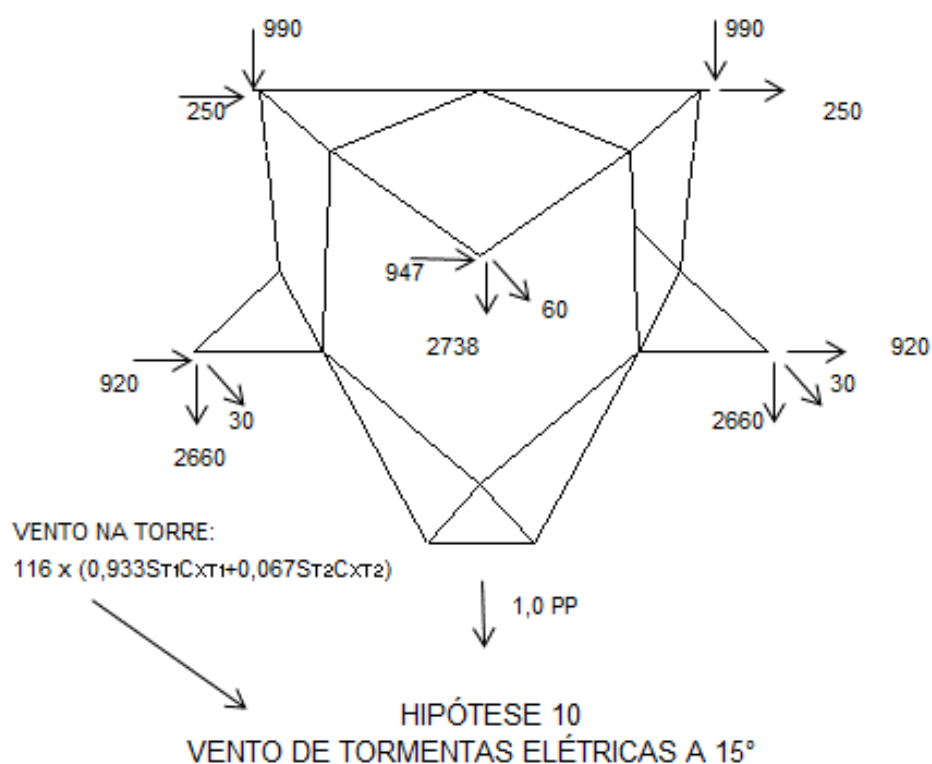
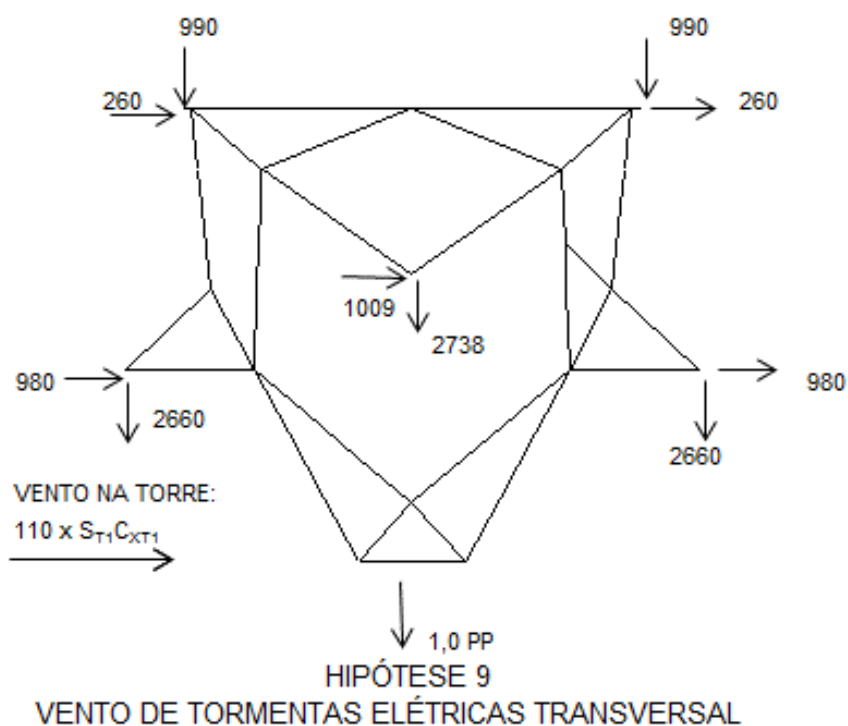
HIPÓTESE 6
LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE

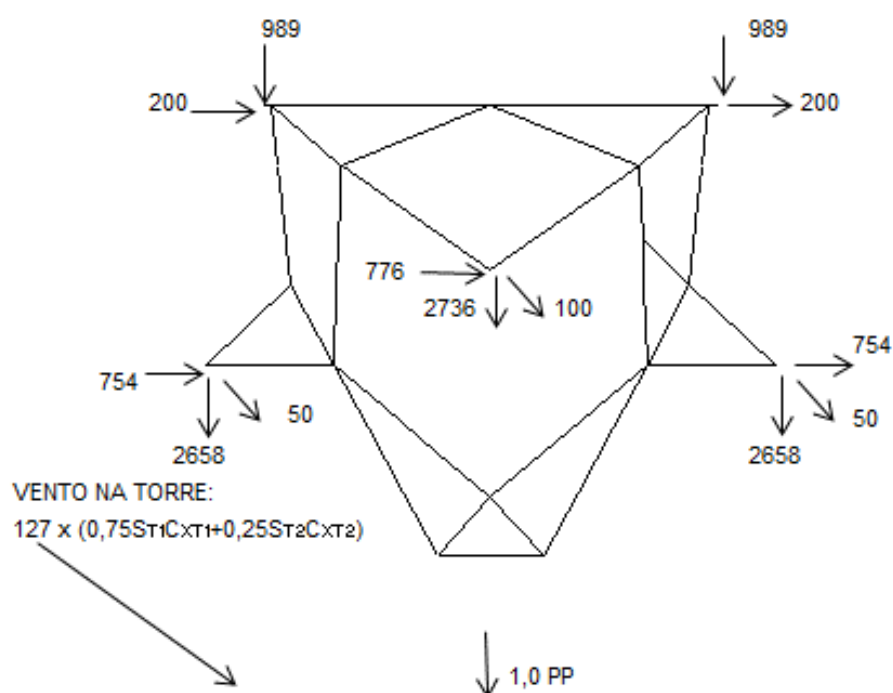


HIPÓTESE 7
LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS

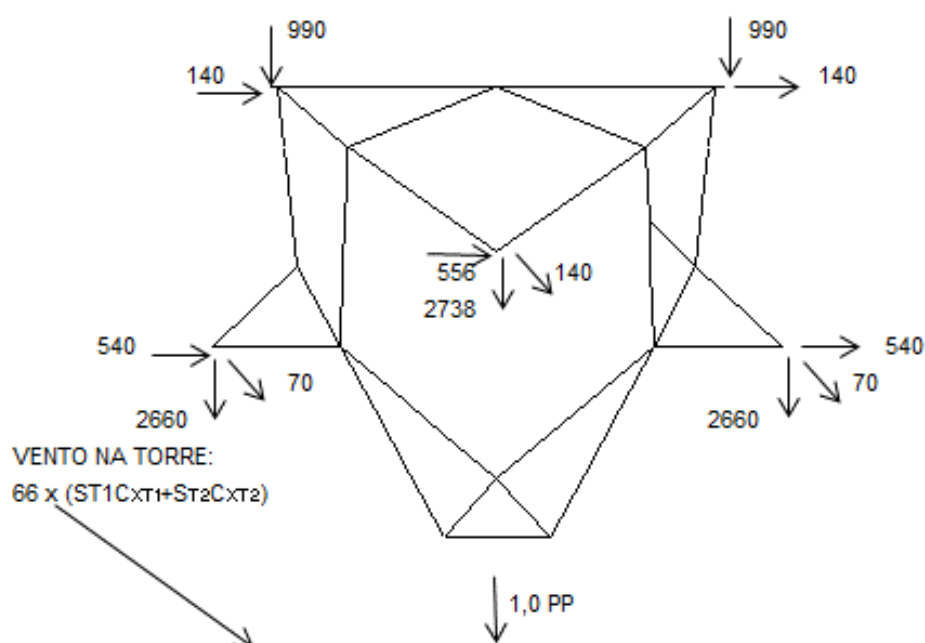


HIPÓTESE 8
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

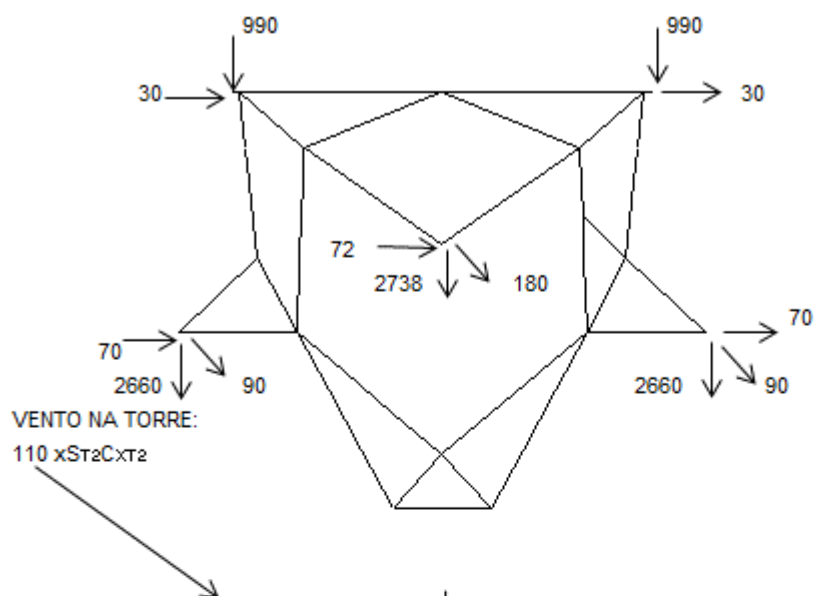




HIPÓTESE 11
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 30°

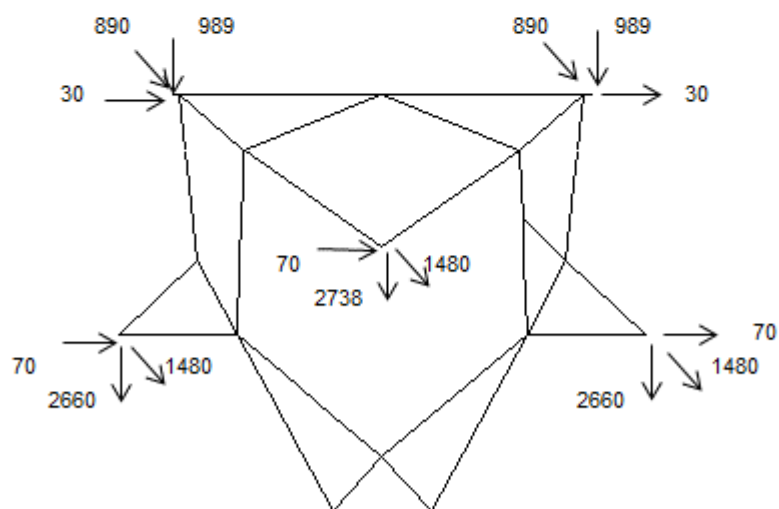


HIPÓTESE 12
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 45°




1,0 PP

HIPÓTESE 13
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL



1,0 PP

HIPÓTESE 14
CONTENÇÃO EM CASCATA

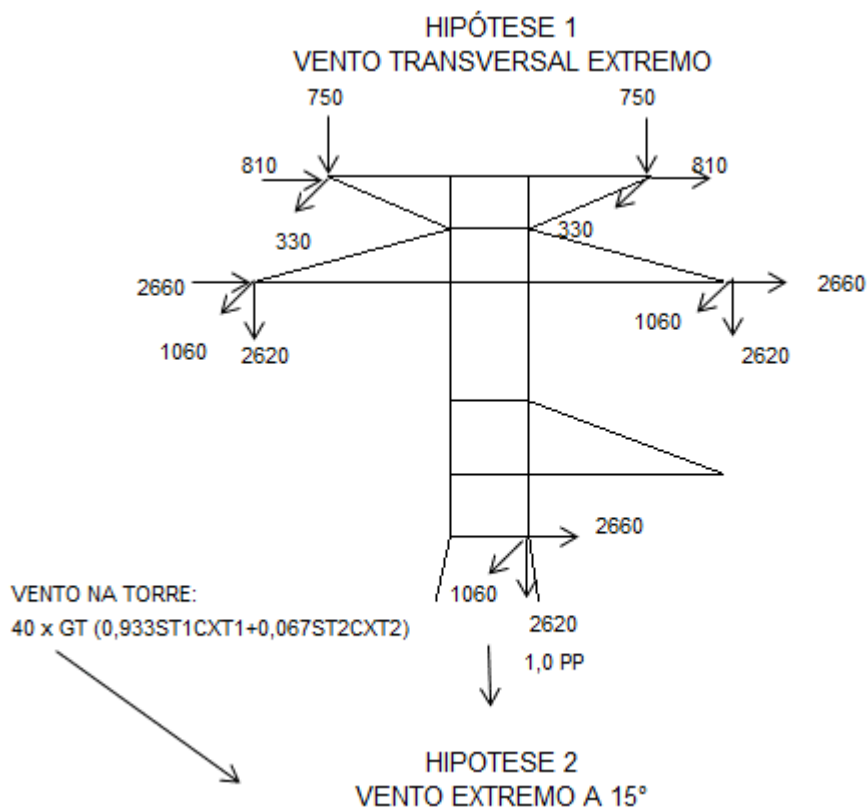
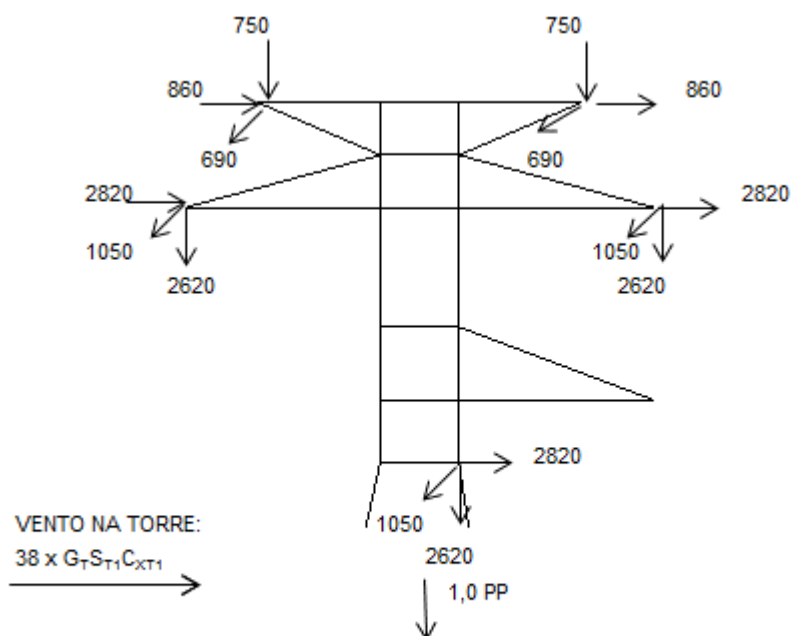
	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 64/94	Revisão 0A

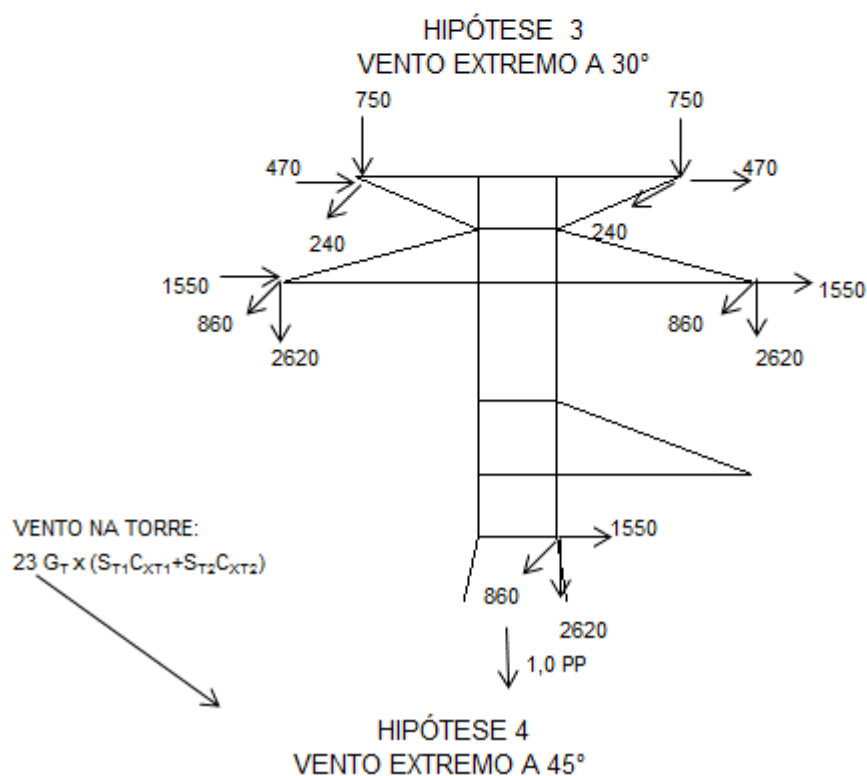
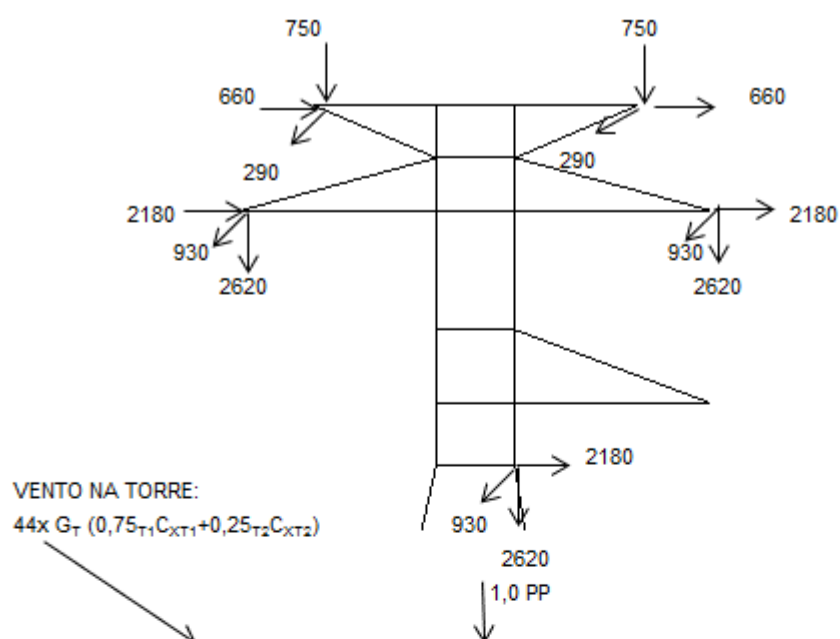
Estruturas de Suspensão Tipo LMEL, LMSL, LMSP e LMSM

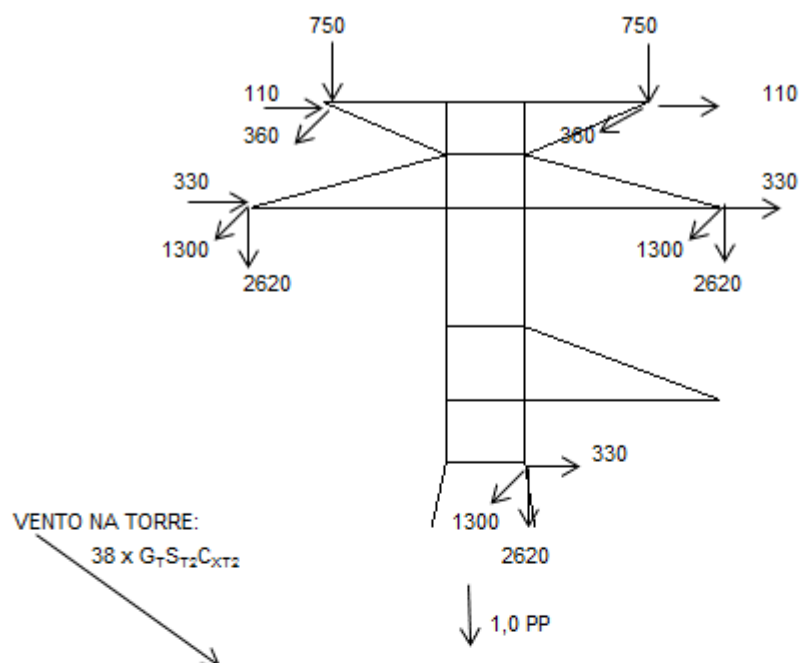
NOTAS:

- 1) Para informações gerais sobre os diagramas de carregamento ver folha 35.
- 2) Todas as hipóteses devem ser também verificadas supondo a instalação de apenas um circuito (duas fases e um cabo pára-raios do mesmo lado da torre).
- 3) Todas as hipóteses, exceto hipótese 13, devem ser verificadas com 40% das cargas verticais indicadas.
- 4) As hipóteses 6 a 10 deverão ser verificadas considerando a seguinte combinação de cargas:
 - a) cargas verticais indicadas nos diagramas de carregamento;
 - b) sem cargas transversais e longitudinais nos condutores e cabos para-raios;

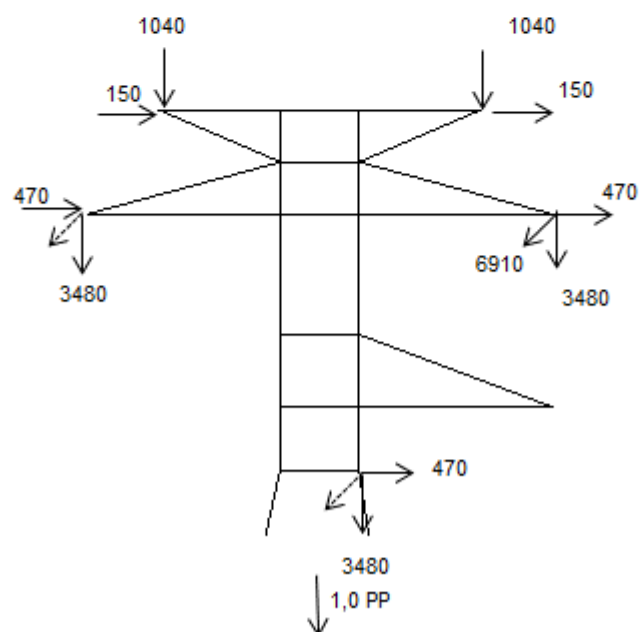
Carregamento da Estrutura tipo LMTR



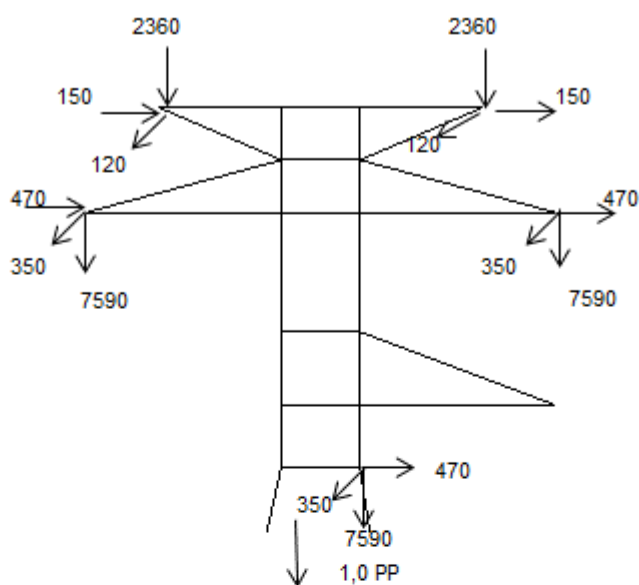




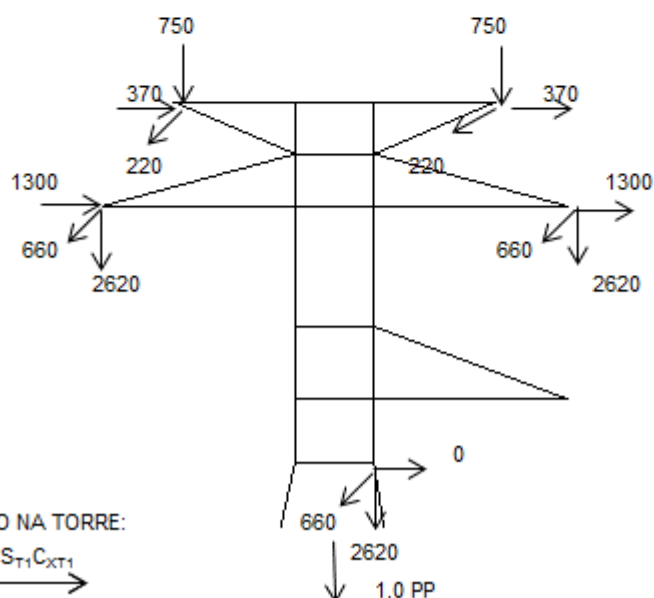
HIPÓTESE 5
VENTO LONGITUDINAL EXTREMO



HIPÓTESE 6
DESEQUILÍBRIO LONGITUDINAL



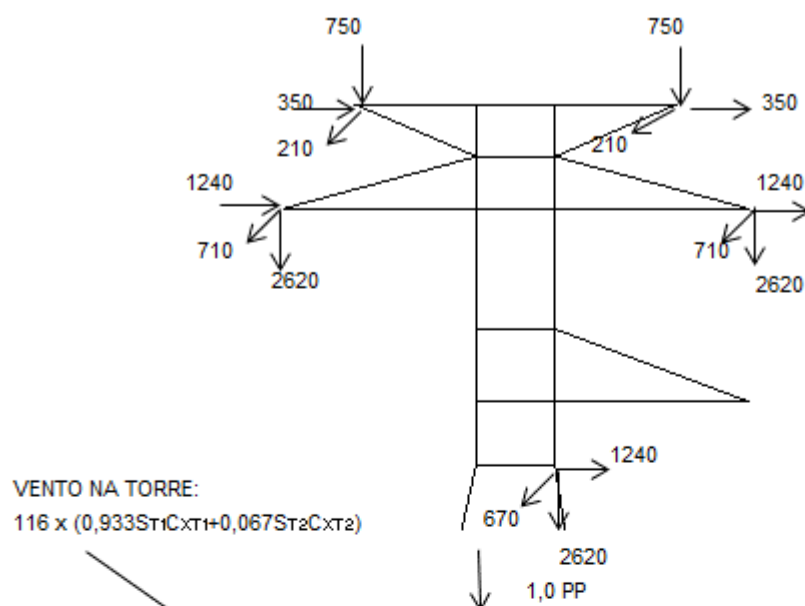
HIPÓTESE 7
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM



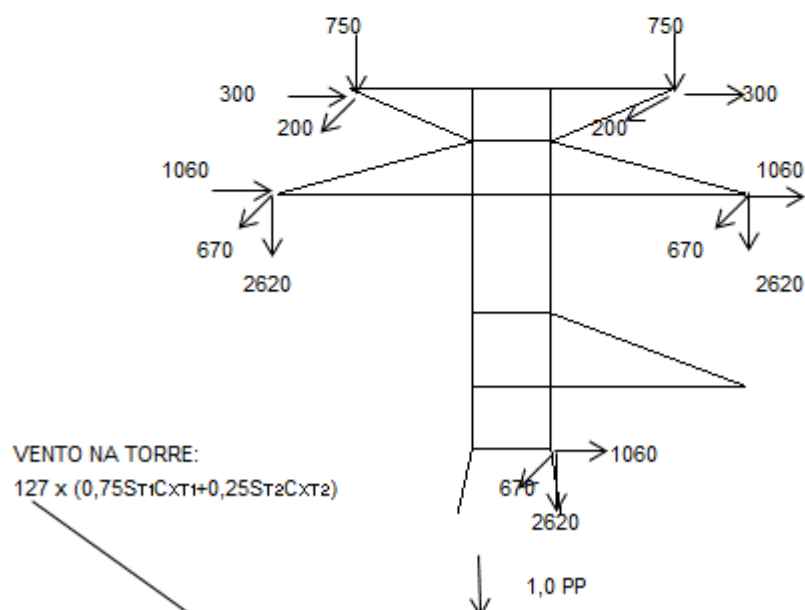
VENTO NA TORRE:
 $110 \times S_{T1} C_{XT1}$

HIPÓTESE 8

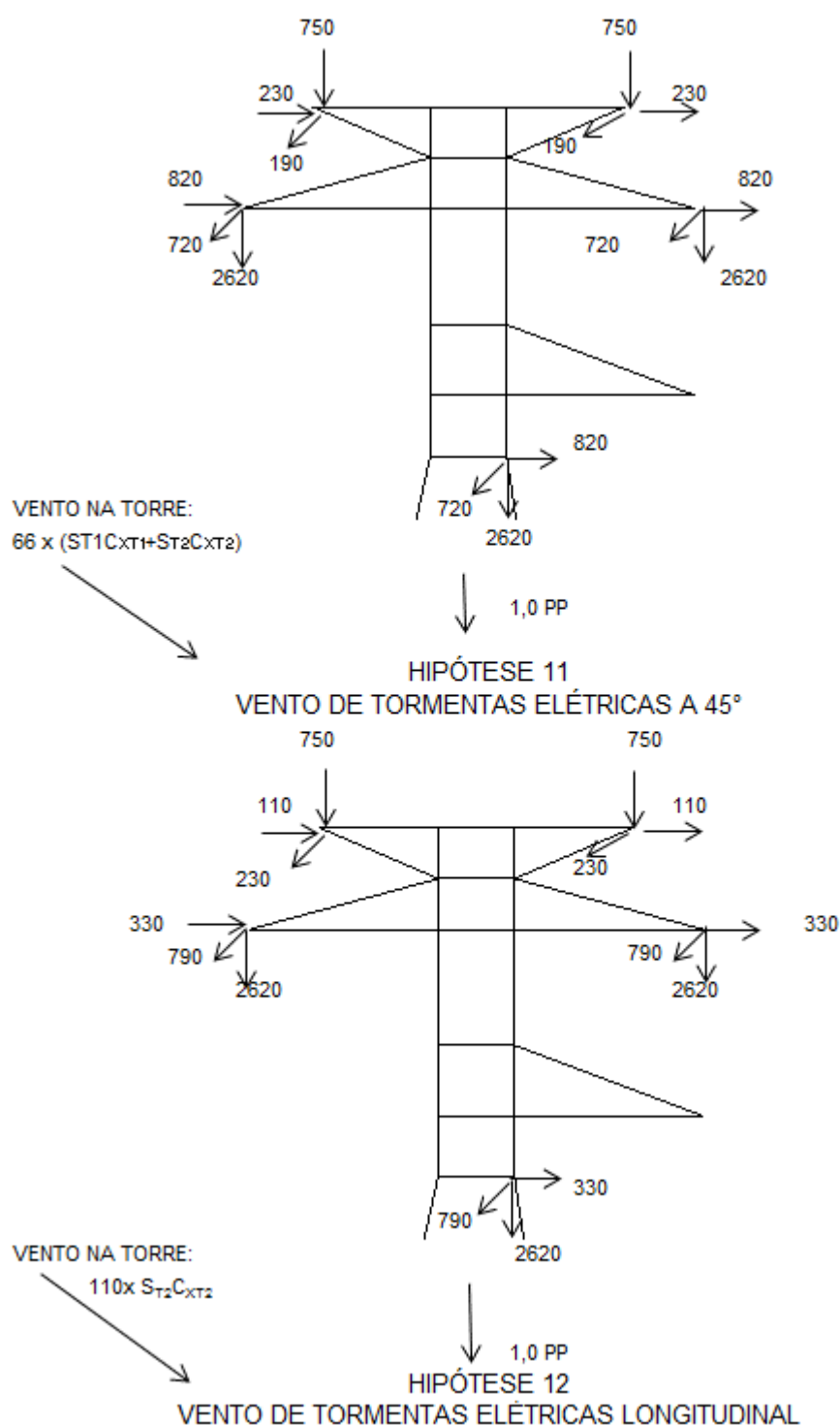
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL

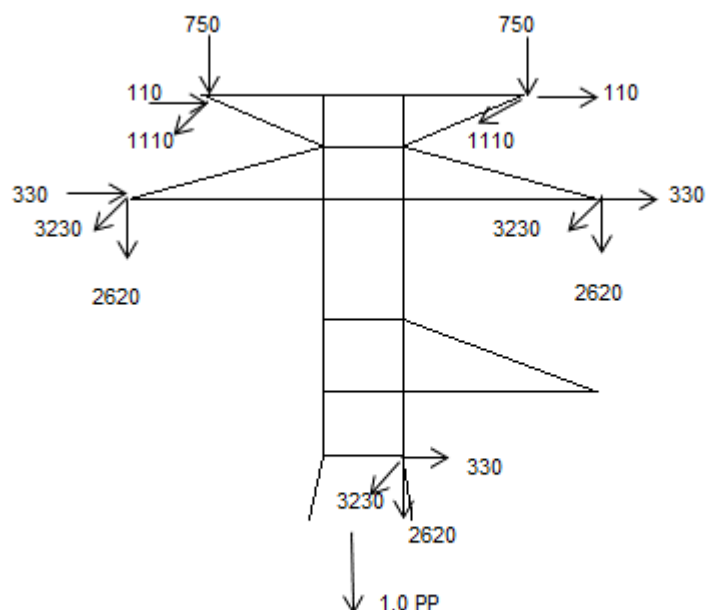


HIPÓTESE 9
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°



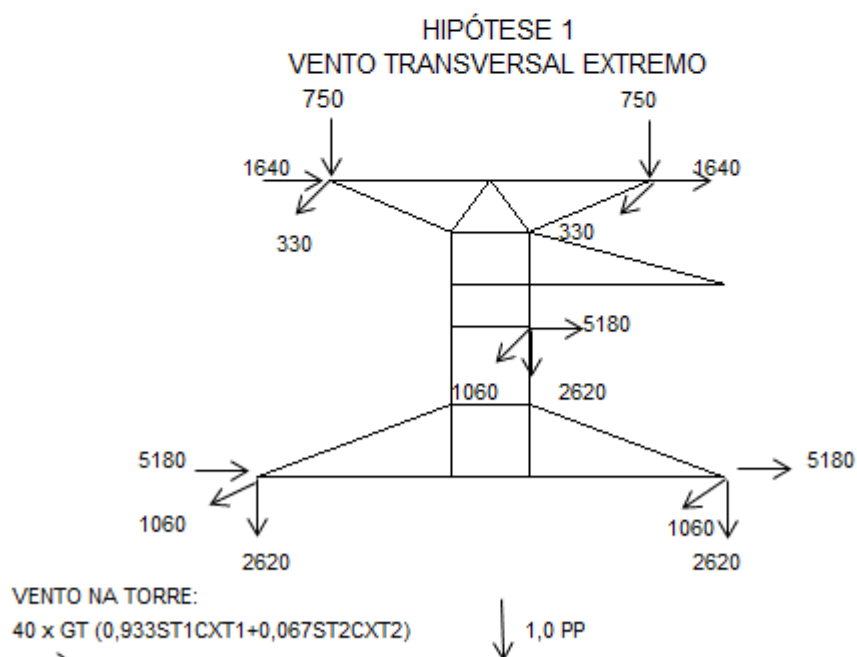
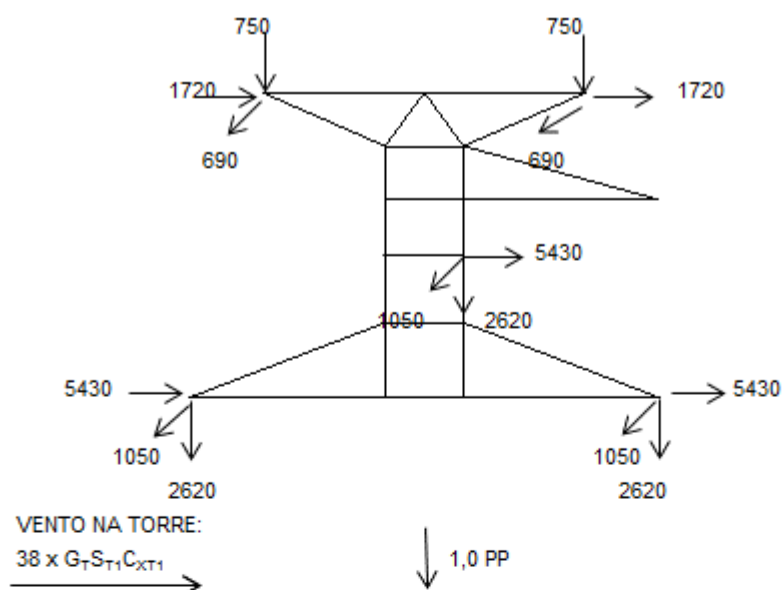
HIPÓTESE 10
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 30°



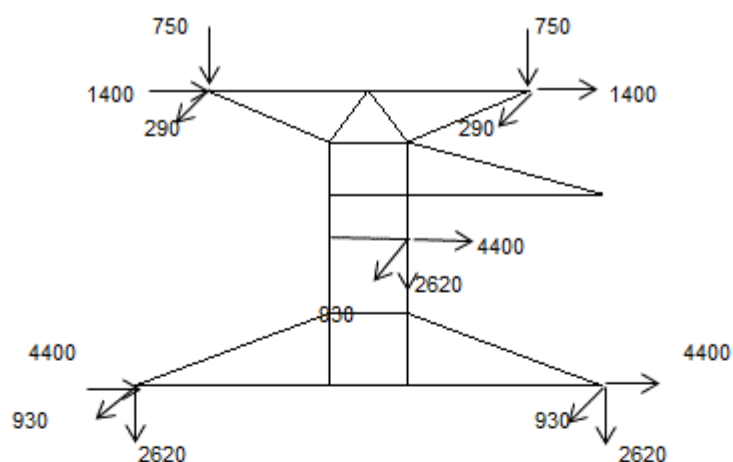


HIPÓTESE 13
CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA

Carregamento da Estrutura tipo LMAA



HIPOTESE 2
VENTO EXTREMO A 15°

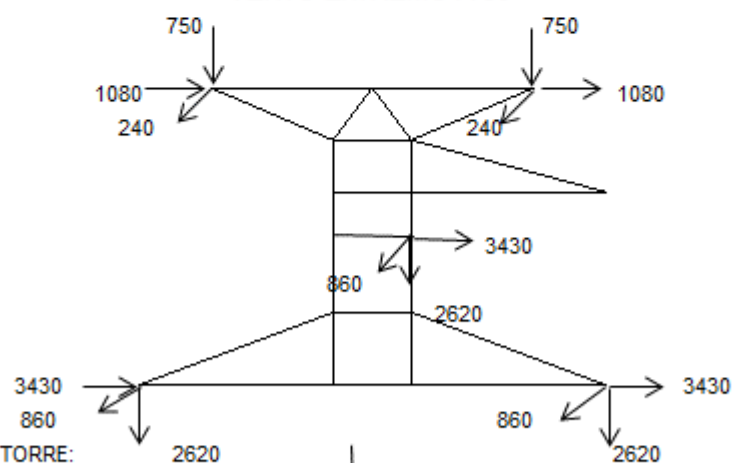


VENTO NA TORRE:

$$44 \times G_T (0,75 T_1 C_{XT1} + 0,25 T_2 C_{XT2})$$

1,0 PP

HIPÓTESE 3
VENTO EXTREMO A 30°

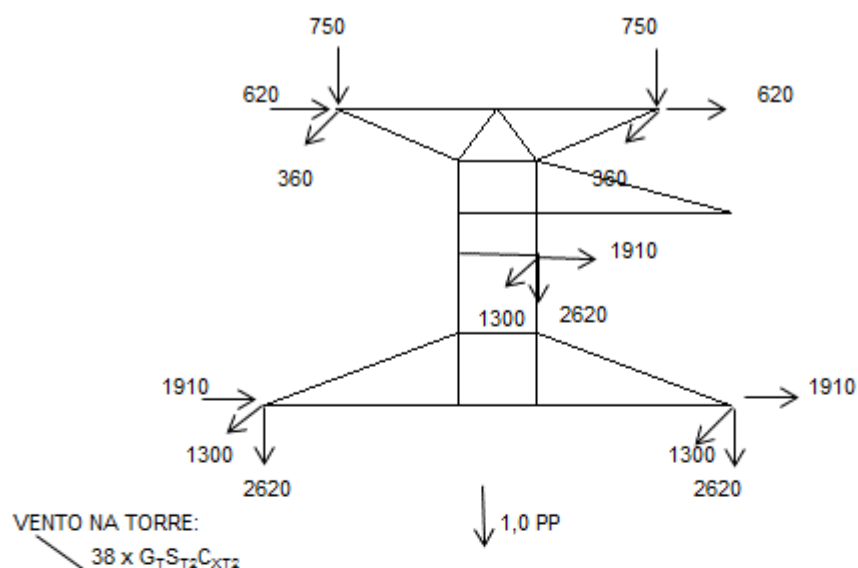


VENTO NA TORRE:

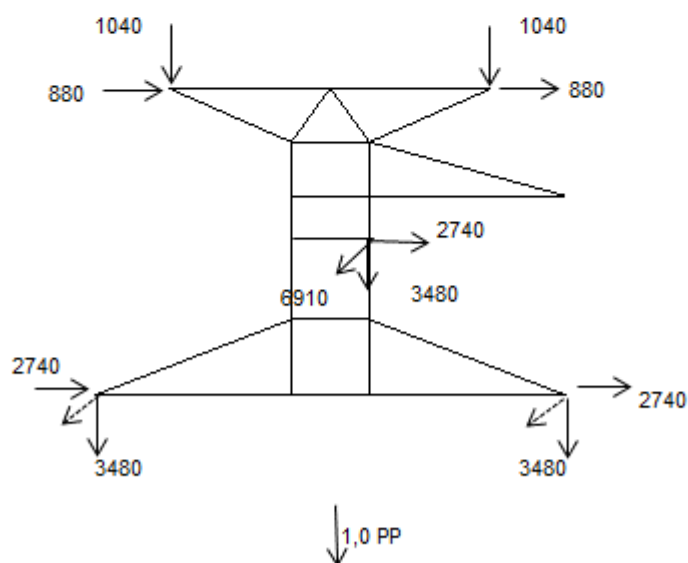
$$23 \times G_T \times (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$$

1,0 PP

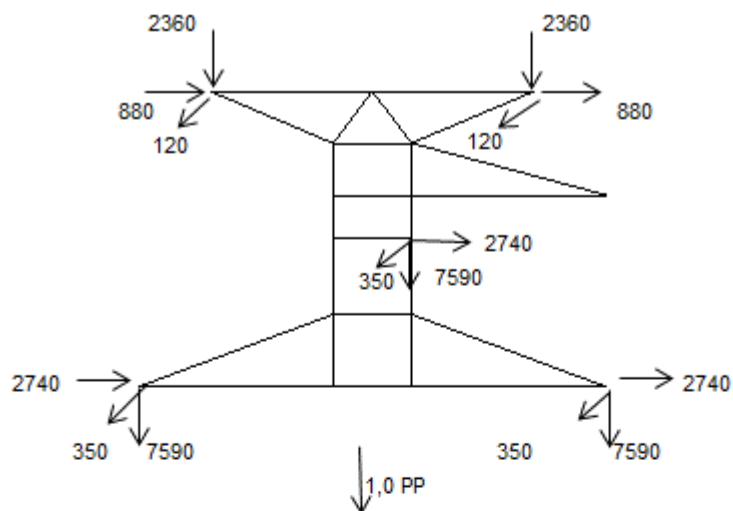
HIPÓTESE 4
VENTO EXTREMO A 45°



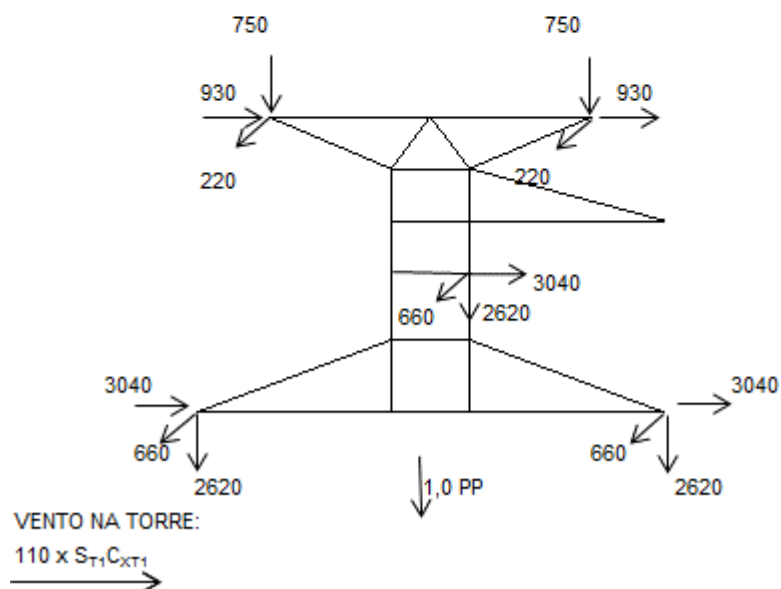
HIPÓTESE 5
VENTO LONGITUDINAL EXTREMO



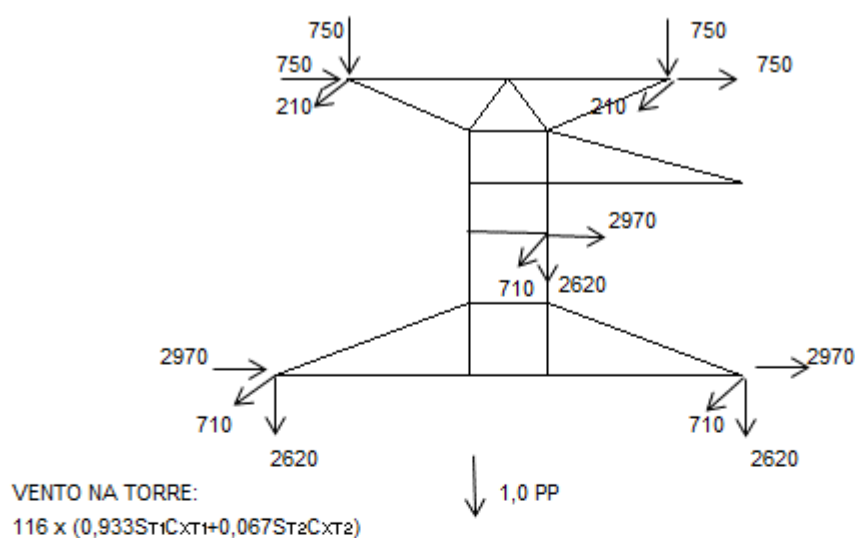
HIPÓTESE 6
DESEQUILIBRIO LONGITUDINAL



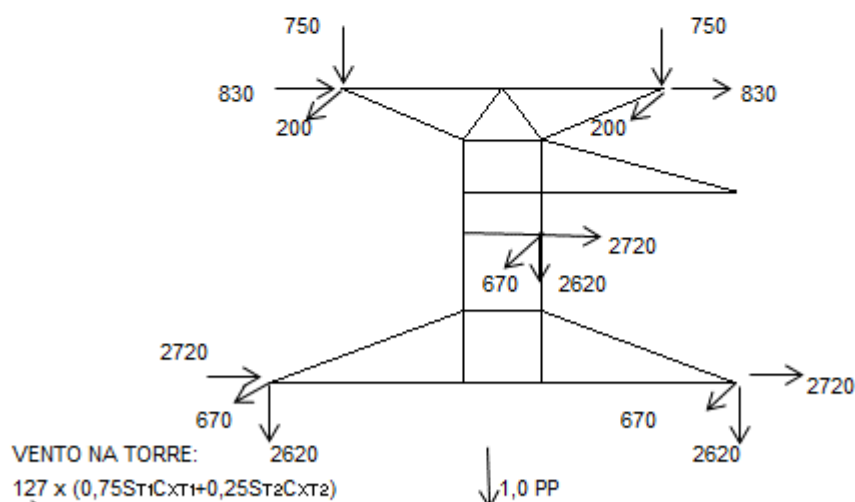
HIPÓTESE 7
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM



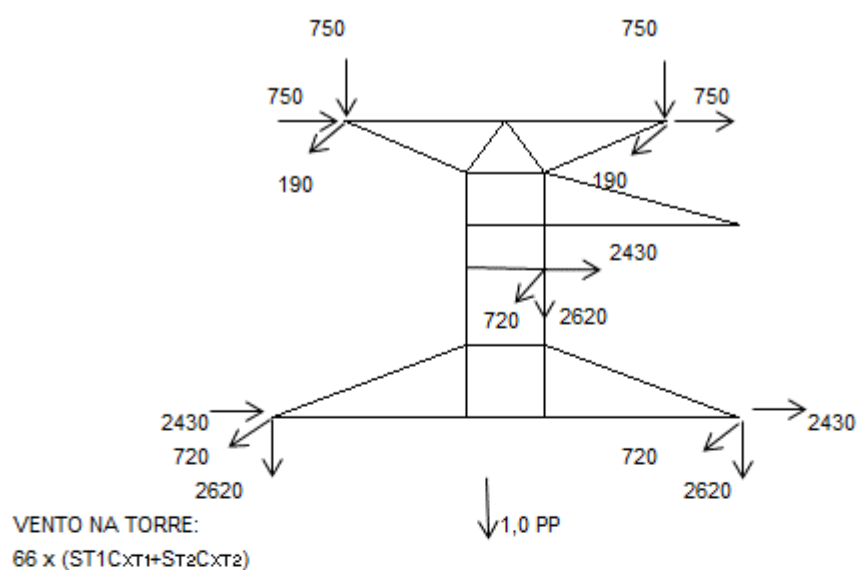
HIPÓTESE 8
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL



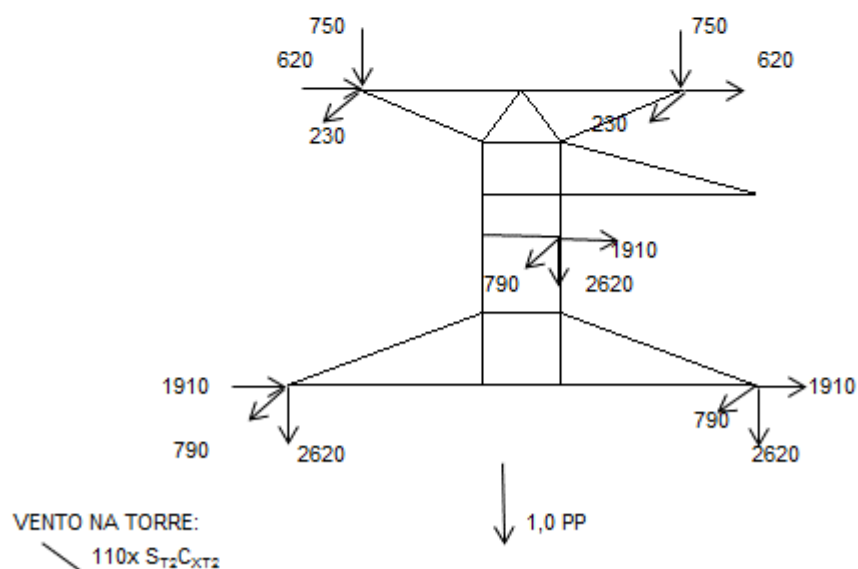
HIPÓTESE 9
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°



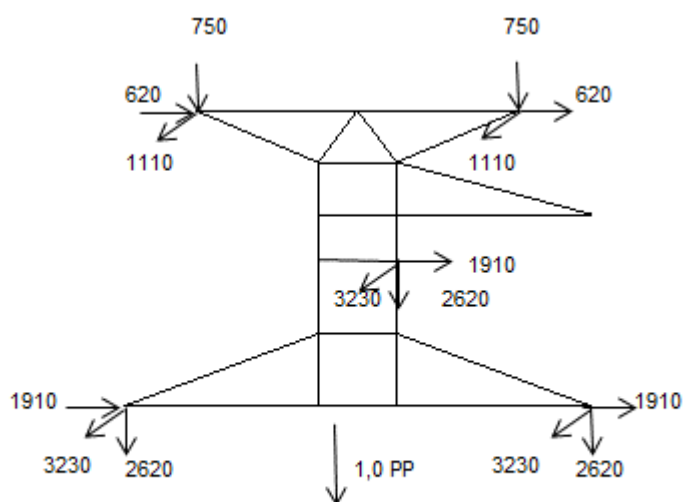
HIPÓTESE 10
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 30°



HIPÓTESE 11
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 45°

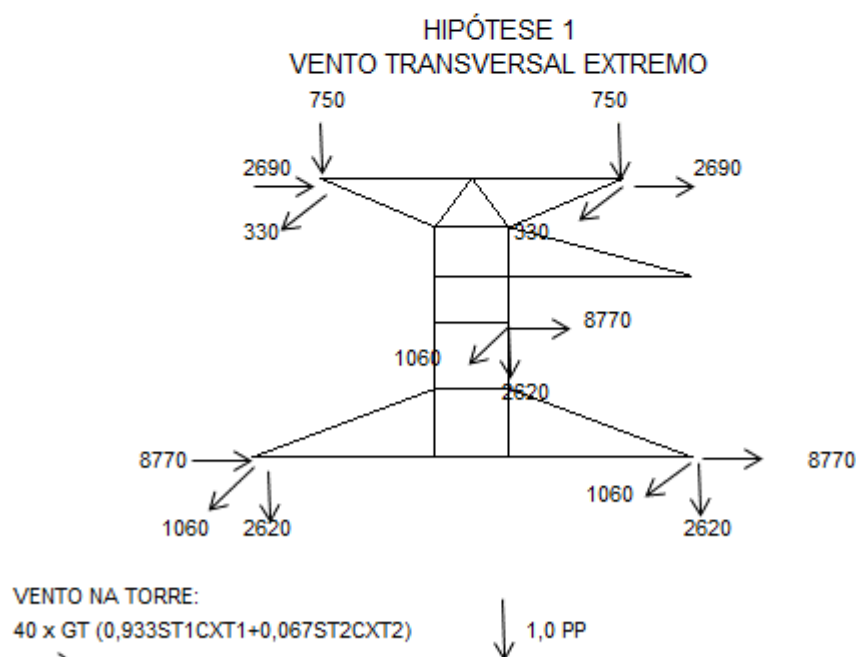
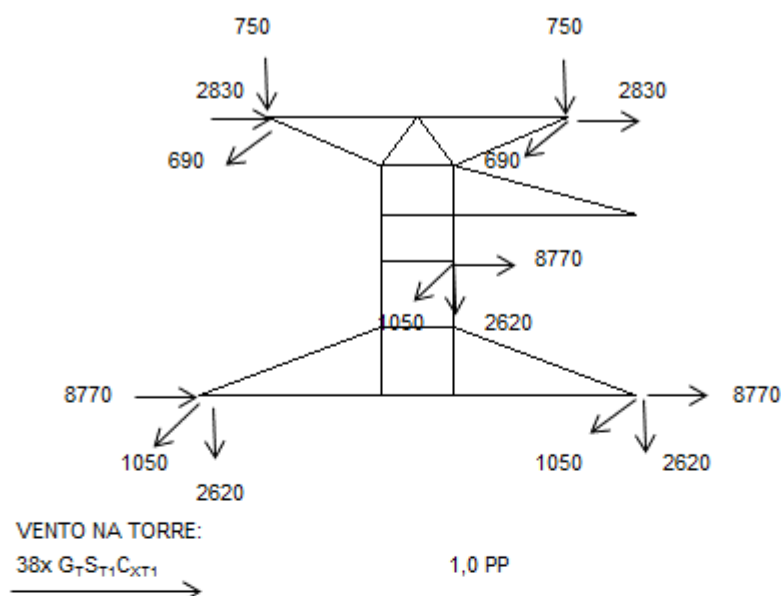


HIPÓTESE 12
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL

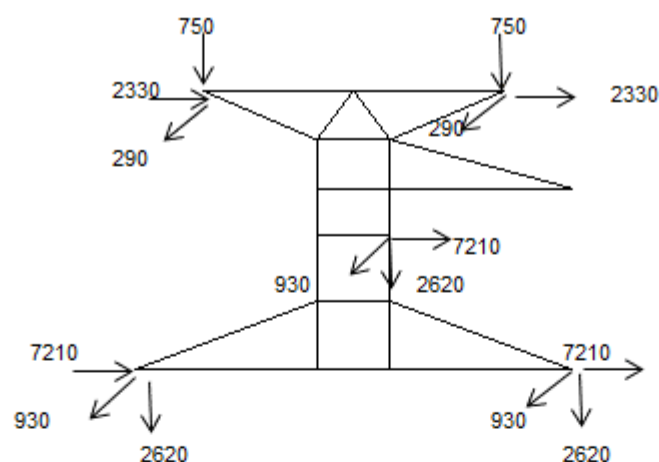


HIPÓTESE 13
CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA

Carregamento da Estrutura tipo LMAT



HIPÓTESE 2
VENTO EXTREMO A 15°

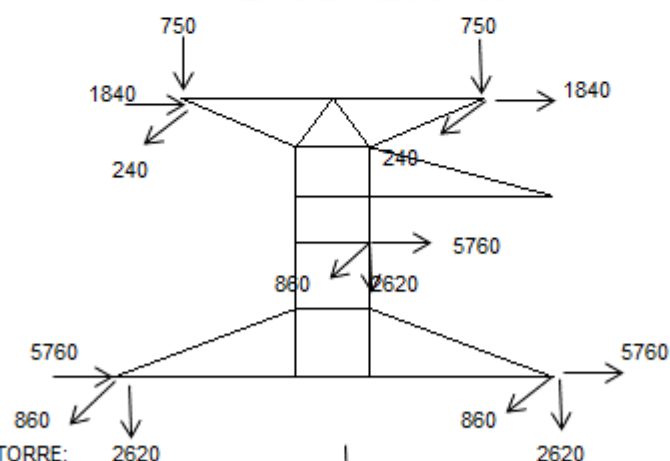


VENTO NA TORRE:

$$44 \times G_T (0,75T_1C_{XT1}+0,25T_2C_{XT2})$$

1,0 PP

HIPÓTESE 3
VENTO EXTREMO A 30°

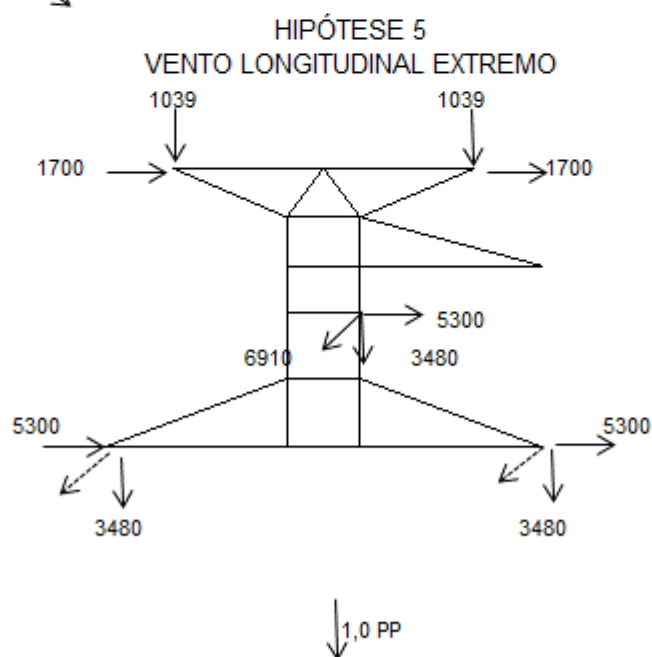
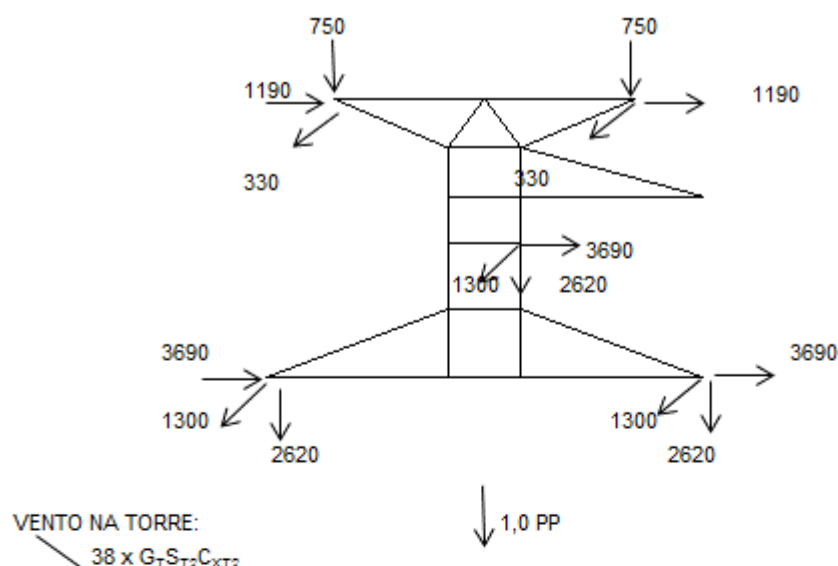


VENTO NA TORRE:

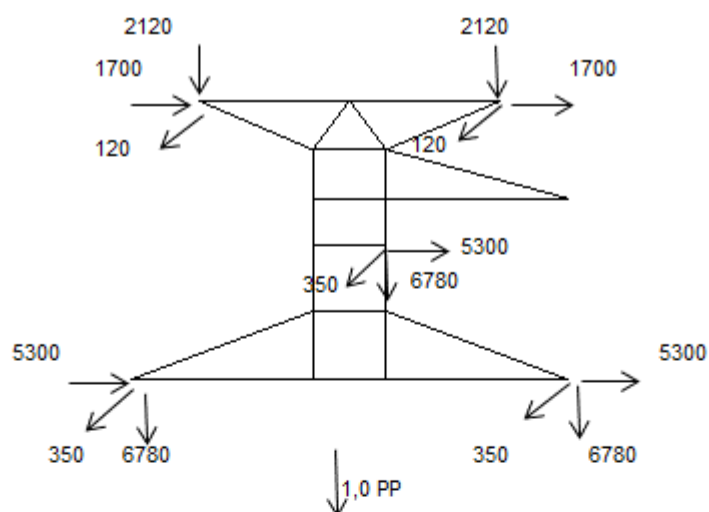
$$23 G_T \times (S_{T1}C_{XT1}+S_{T2}C_{XT2})$$

1,0 PP

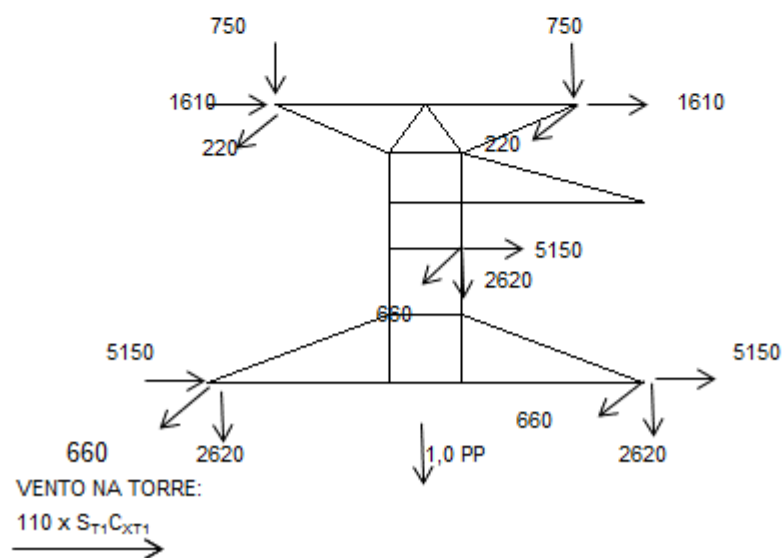
HIPÓTESE 4
VENTO EXTREMO A 45°



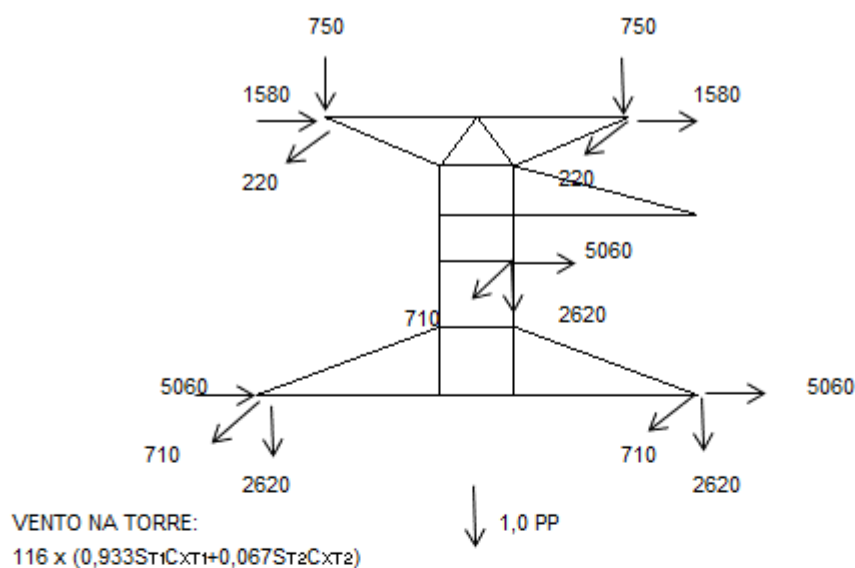
HIPÓTESE 6
DESEQUILIBRIO LONGITUDINAL



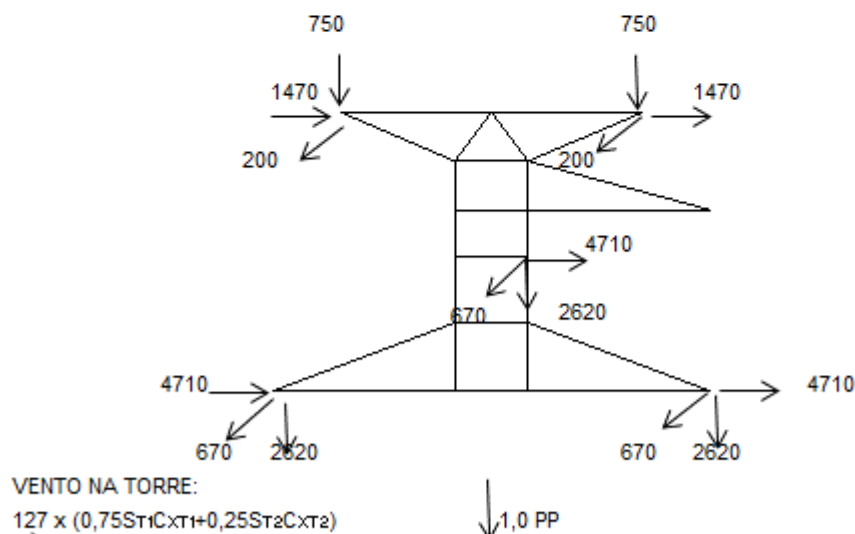
HIPÓTESE 7
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM



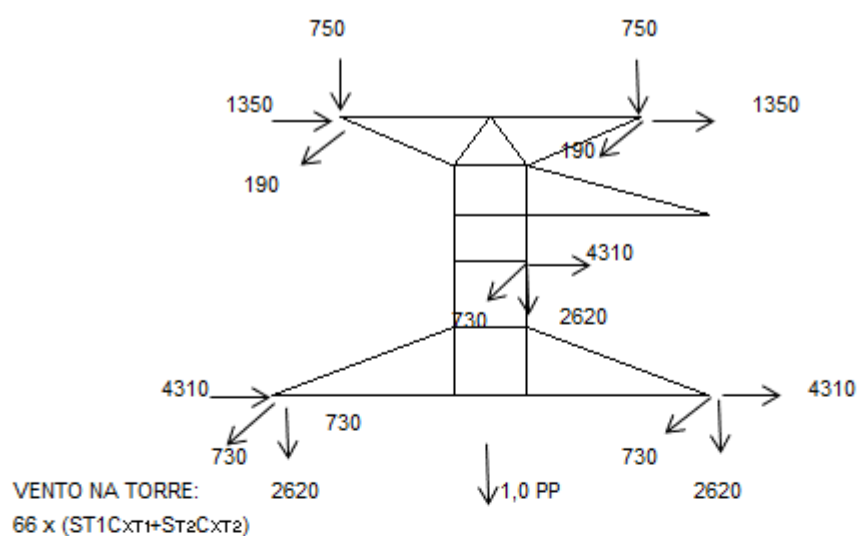
HIPÓTESE 8
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL



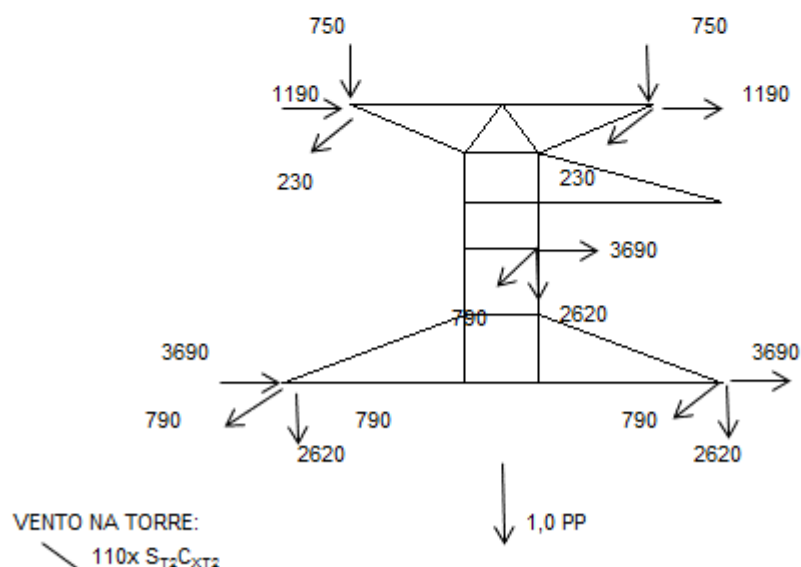
HIPÓTESE 9
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°



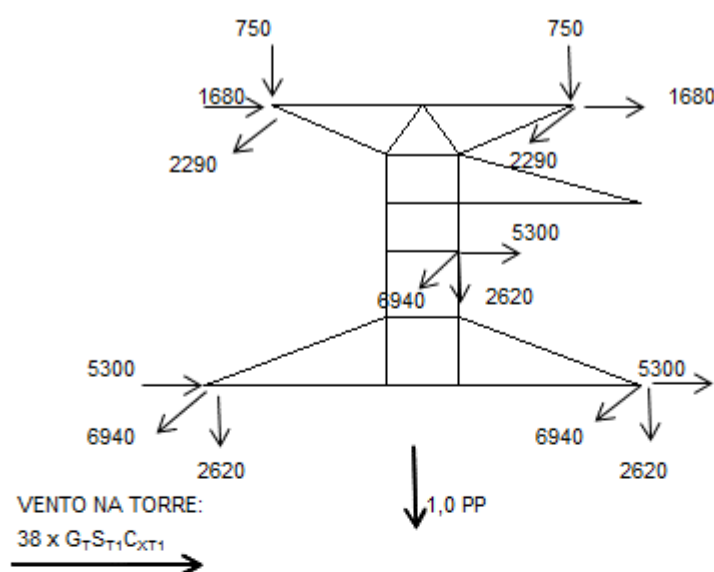
HIPÓTESE 10
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 30°



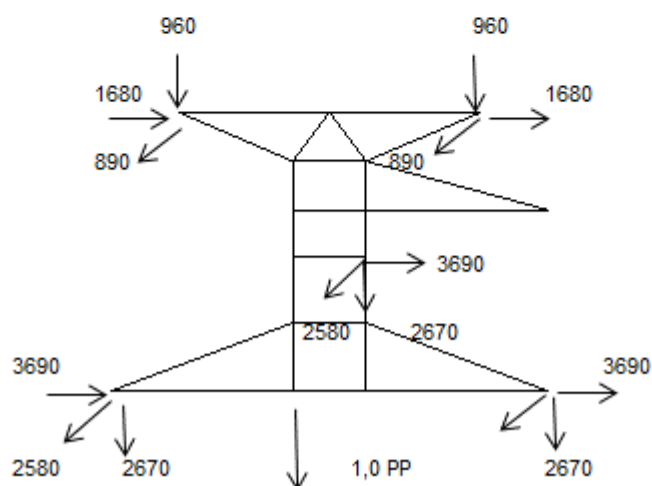
HIPÓTESE 11
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 45°




HIPÓTESE 12
VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL



HIPÓTESE 13
VENTO TRANSVERSAL EXTREMO - TERMINAL



HIPÓTESE 14
CONTENÇÃO DE QUEDA E CASCATA

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 86/94	Revisão 0A

Estrutura de Ancoragem Tipo LMAA, LMAT e LMTR

NOTAS

- 1) Para informações gerais sobre os diagramas de carregamento ver folha 35.
- 2) Todas as hipóteses de carregamento, exceto hipótese 12, devem ser verificadas com cargas verticais atuando no sentido contrário (arrancamento), com valor igual a 50% das cargas verticais indicadas.
- 3) As cargas verticais de arrancamento devem ser aplicadas nas faces da estrutura conforme indicado na nota 4 a seguir.
- 4) As hipóteses de carregamento devem ser verificadas supondo a seguinte distribuição das cargas entre as faces da estrutura:
 - 4.1) Hipóteses 1 a 10
 - a) Cargas transversais 2/3 em uma face, 1/3 na outra face;
 - b) Cargas verticais 3/4 em uma face, 1/4 na outra face, ou


3/4 aplicados em uma face no sentido inverso

(arrancamento), combinados com 1/4 do vertical normal

na outra face, tendo como resultante carga de

arrancamento igual a 50% do vertical.
 - c) Cargas longitudinais 100% na face que resultar na condição de

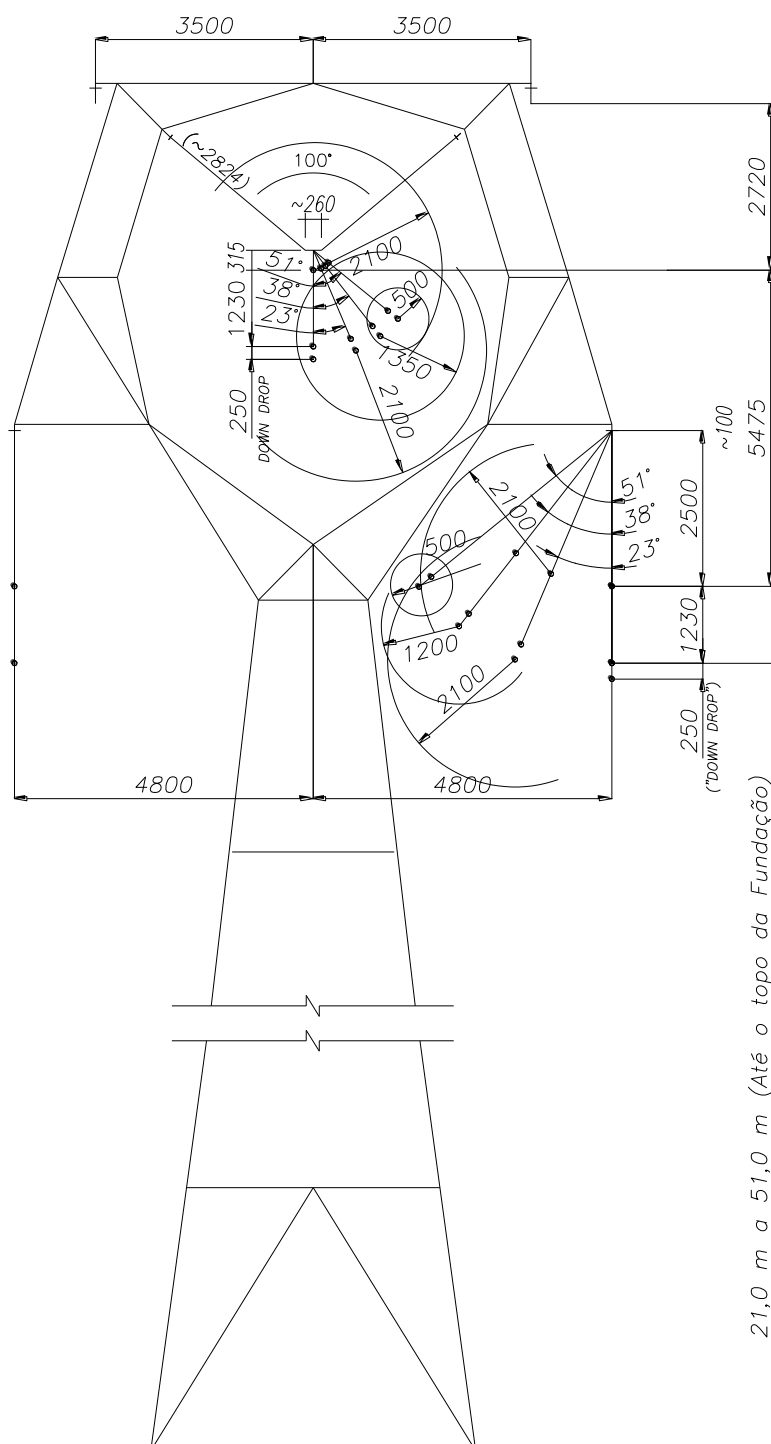
carregamento mais desfavorável.
 - 4.2) As hipóteses 11 e 12 devem ser verificadas para todas as cargas aplicadas na mesma face da estrutura. Adicionalmente, a hipótese 11 deve ser verificada para cargas verticais de arrancamento iguais a 50% das cargas verticais indicadas.
- 5) Todos os pontos de fixação das cadeias de passagem devem resistir às cargas verticais da hipótese 12.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA AQUISIÇÃO DE ESTRUTURAS	Nº Doc. AP2-LT1-PE-ET-MET-001	
		Folha 87/94	Revisão 0A

ANEXO D1: CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA DAS ESTRUTURAS





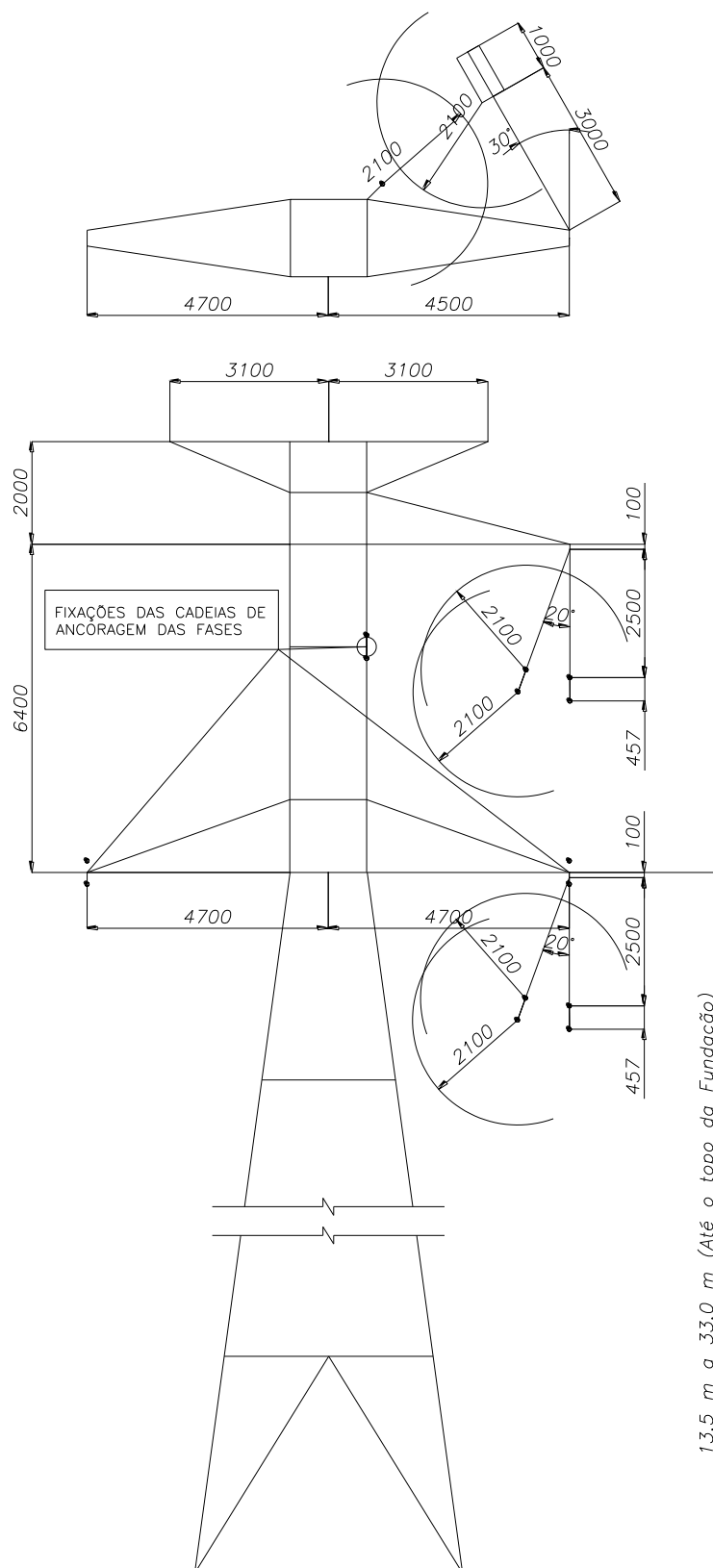


Silhueta da Estrutura tipo LMSP









Silhueta da Estrutura tipo LMAT