



Anexo 6.B Projeto Básico – Estruturas

CPFL TRANSMISSÃO


LEILÃO ANEEL 004/2018 - LOTE 5

LINHAS DE TRANSMISSÃO 230 kV CIRCUITO DUPLO

ITÁ / PINHALZINHO 2 C1 e C2
ITÁ / XANXERÊ C1 e C2

PROJETO BÁSICO

ESTRUTURAS

C	FGS	RCM	PRRLS	17/09/19	ALTERADO CABO CONDUTOR				
B	FGS	RCM	PRRLS	15/07/19	ALTERADO CLEARANCE SURTO DE MANOBRA				
A	FGS	RCM	PRRLS	24/06/19	EMISSÃO INICIAL				
REV.	FEITO	VERIF.	APROV.	DATA	DESCRIÇÃO				
PROJETO ESTRUTURAL:					CLIENTE:				
					 				
FEITO	VERIF.	V. PROJ.	APROV.	DATA	O.S.	Nº ENGETOWER	Nº CLIENTE	REV.	TOT. FOLHAS
FGS	RCM	RCM	PRRLS	24/06/19	1731	154.45-B1001	YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0001	C	1/55

ÍNDICE

1 OBJETIVO	Pág.	3		
2 DADOS BÁSICOS	Pág.	4	a	8
3 SÉRIE DE ESTRUTURAS	Pág.	9	a	11
4 SILHUETAS TÍPICAS	Pág.	12	a	18
5 HIPÓTESES DE CARGA	Pág.	19	a	53
6 DIRETRIZES PARA O DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	Pág.	54	a	55

1 OBJETIVO

Definir a série de estruturas a ser utilizada nas LT's 230 kV C.D. Itá / Pinhalzinho 2 C1 e C2 e Itá / Xanxerê C1 e C2, o que inclui as silhuetas típicas de cada tipo estrutural empregado, as hipóteses de carga para o respectivo cálculo estrutural e as diretrizes a serem observadas no dimensionamento estrutural.

2 DADOS BÁSICOS

2.1 CONDUTOR E PÁRA-RAIOS

Característica	Unid.	Condutor		Pára-raios		
		(2 cabos/fase)				
Tipo		CAL (Al 6201)	OPGW	OPGW	CAA	aço galvaniz. EHS
Código			15.5	14.1	DOTTEREL	
Bitola		650 kcmil	15.5 mm	14.1 mm	176.9 kcmil	Ø3/8"
Formação					12/7 fios	7 fios
Área total	cm ²	3.3003	1.4100	1.1500	1.4193	0.5114
Diâmetro	cm	2.3590	1.5500	1.4100	1.5420	0.9520
Peso unitário	kgf/m	0.9055	0.8120	0.6080	0.6560	0.4060
Carga de ruptura	kgf	9708	11860	7687	7857	6990
Mód. de Elast. final	kgf/cm ²	0.6322×10^6	1.3665×10^6	1.2003×10^6	1.0605×10^6	1.8500×10^6
Coef. Dilat. Térm. final	°C ⁻¹	2.3000×10^{-5}	1.4300×10^{-5}	1.4800×10^{-5}	1.5300×10^{-5}	1.1500×10^{-5}

2.2 CADEIAS DE ISOLADORES POLIMÉRICOS

TIPO	ISOLADORES		ÁREA EXPOSTA (m ²)	PESO (kgf)
	DIMENSÃO (m)	CARGA RUPTURA (t)		
SUSPENSÃO	0.138x2.460	12	0.339	20
ANCORAGEM DUPLA	0.138x2.460	24	0.678	80

2.3 AÇÃO DO VENTO

2.3.1 As velocidades de vento a serem utilizadas no projeto da LT e as respectivas pressões e cargas atuantes nos cabos, isoladores e estruturas serão calculadas de acordo com a metodologia da Publicação IEC 60826 Edição 3.0 de março/2002 - "International Electrotechnical Commission: Design Criteria of Overhead Transmission Lines", considerando-se:

- Terreno com rugosidade categoria "B" ($K_R = 1.00$)
- Velocidade de Vento de Referência $V_{R(50)} = 30.56$ m/s (110 km/h)
- Período de Retorno $T = 150$ anos
- Velocidade de Vento de Referência $V_{R(150)} = 33.33$ m/s (120 km/h)

2.3.2 Pressão dinâmica de referência (q_0)

- $q_0 =$ pressão dinâmica de referência = $1/2 \times \rho \times (K_R \times V_{R(150)})^2 / g$
 - $\rho =$ massa específica do ar = 1.132 kg/m³ (temperatura = 14°C, altitude = 700 m)
 - $g =$ aceleração da gravidade = 9.81 m/s² $\Rightarrow q_0 = 64.1$ kgf/m²

2.3.3 Vento de Alta Intensidade

Será considerado vento com velocidade V_i igual a 52.78 m/s (190 km/h), constante com a altura, atuando integralmente sobre a estrutura e sobre 25% do vão médio.

- $q_i =$ pressão dinâmica associada a $V_i = 1/2 \times \rho \times V_i^2 / g$
 - $\rho =$ massa específica do ar = 1.132 kg/m³ (temperatura = 14°C, altitude = 700 m)
 - $g =$ aceleração da gravidade = 9.81 m/s² $\Rightarrow q_i = 160.7$ kgf/m²

2.3.4 Ação do vento na estrutura

2.3.4.1 Vento Máximo:

A carga de vento máximo atuante na estrutura será determinada de acordo com o prescrito na Publicação IEC 60826, utilizando-se a expressão abaixo:

$$F_{\text{estrut}} = q_0 G_T (1 + 0.2 \text{sen}^2 2\theta) (S_{T1} C_{XT1} \text{sen}^2 \theta + S_{T2} C_{XT2} \text{cos}^2 \theta), \text{ onde:}$$

F_{estrut} carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf

$q_0 = 64.1 \text{ kgf/m}^2$

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

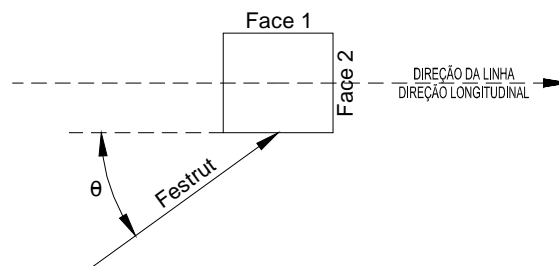
S_{T1} Área líquida da face 1 do painel em consideração, em m^2

S_{T2} Área líquida da face 2 do painel em consideração, em m^2

C_{XT1} Coeficiente de arrasto da face 1 do painel em consideração, obtido da figura 7 da Publicação IEC 60826

C_{XT2} Coeficiente de arrasto da face 2 do painel em consideração, obtido da figura 7 da Publicação IEC 60826

θ Ângulo de incidência do vento em relação à direção da linha (direção longitudinal), conforme figura abaixo (vento transversal $\rightarrow \theta = 90^\circ$; vento longitudinal $\rightarrow \theta = 0^\circ$):



2.3.4.2 Vento de Alta Intensidade:

A carga de vento de alta intensidade atuante na estrutura será determinada de modo similar ao indicado no item 2.3.4.1, utilizando-se a expressão abaixo:

$$F_{\text{estrut}} = 160.7 (1 + 0.2 \text{sen}^2 2\theta) (S_{T1} C_{XT1} \text{sen}^2 \theta + S_{T2} C_{XT2} \text{cos}^2 \theta) \quad (\text{carga em kgf})$$

2.3.4.3 As cargas calculadas conforme indicado nos itens 2.3.4.1 e 2.3.4.2 atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for dividida.

2.3.5 Ação do Vento nas Cadeias de Isoladores

2.3.5.1 Vento Máximo:

$$F_i = q_0 G_i C_{xi} A_i, \text{ onde:}$$

F_i carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf

$q_0 = 64.1 \text{ kgf/m}^2$

G_i Fator de rajada, obtido da figura 5 da Publicação IEC 60826 em função da altura em relação ao solo da cadeia de isoladores

C_{xi} Coeficiente de arrasto = 1.2

A_i Área exposta ao vento (em m^2) da cadeia de isoladores

2.3.5.2 Vento de Alta Intensidade:

$F_i = q_i C_{Xi} A_i$, onde:

- F_i carga de vento, atuante na direção do vento, em kgf
- $q_i = 160.7 \text{ kgf/m}^2$
- C_{Xi} Coeficiente de arrasto = 1.2
- A_i Área exposta ao vento (em m^2) da cadeia de isoladores

2.3.6 Ação do Vento nos Cabos

2.3.6.1 Vento Máximo:

$F_C = q_0 G_C G_L C_{XC} \varnothing L \text{ sen}^2 \Omega$, onde:

- F_C carga de vento, atuante na direção perpendicular ao cabo, em kgf
- $q_0 = 64.1 \text{ kgf/m}^2$
- G_C Fator de rajada, obtido da figura 3 da Publicação IEC 60826 em função da altura média do cabo em relação ao solo
- G_L Fator de vão, obtido da figura 4 da Publicação IEC 60826 em função do vão médio da estrutura
- C_{XC} Coeficiente de arrasto = 1.0
- \varnothing Diâmetro (em m) do cabo
- L Vão médio (em m) da estrutura
- Ω Ângulo entre a direção de incidência do vento e o cabo, conforme figura 6 da Publicação IEC 60826

2.3.6.2 Vento de Alta Intensidade:

$F_C = q_i C_{XC} \varnothing (0.25 L) \text{ sen}^2 \Omega$, onde:

- F_C carga de vento, atuante na direção perpendicular ao cabo, em kgf
- $q_i = 160.7 \text{ kgf/m}^2$
- C_{XC} Coeficiente de arrasto = 1.0
- \varnothing Diâmetro (em m) do cabo
- L Vão médio (em m) da estrutura
- Ω Ângulo entre a direção de incidência do vento e o cabo, conforme figura 6 da Publicação IEC 60826

2.4 TRAÇÕES NOS CABOS

2.4.1 Estados de Carga:

N°	DESCRIÇÃO	TEMPERATURA (°C)
1	EDS, sem vento	19
2	Temperatura mínima	-5
3	Temperatura máxima	56 (condutor) e 38 (PR)
4	Vento máximo 90°	14
5	Vento máximo 75°	14
6	Vento máximo 60°	14
7	Vento máximo 45°	14
8	Vento máximo 30°	14
9	Vento máximo 15°	14
10	Vento máximo 0°	14
11	Vento reduzido 90° (60% de $V_{R(150)}$)	14

2.4.2 Condições básicas para cálculo das trações:

- Vão básico de referência: 500 m
- Condições de tracionamento dos cabos:

CABO	TRAÇÃO final EDS
CONDUTOR	18.0% CR
PÁRA-RAIOS OPGW 15.5 mm	14.7% CR
PÁRA-RAIOS OPGW 14.1 mm	16.9% CR
PÁRA-RAIOS DOTTEREL	17.9% CR
PÁRA-RAIOS Ø3/8" EHS	12.5% CR

Nota: Para os cabos pára-raios, flecha final na condição EDS < 90% da flecha final do condutor na condição EDS.

- Altura mínima cabo/solo: 8.0 m

2.4.3 Pressão de vento atuante nos cabos condutores (q_C):

- Flecha para temperatura mínima: 14.8 m
- Flecha para temperatura máxima: 18.3 m
- Distância vertical entre condutor inferior e c.g. das fases: 6.0 m
- $H_C = 8.0 + 18.3 + 6.0 - 2/3 \times 14.8 = 22.4$ m
- Altura adotada: 23.0 m
- G_C : 2.15
- G_L : 0.92
- C_{XC} : 1.0
- $q_C = G_C G_L C_{XC} q_0$: 126.79 kgf/m²

2.4.4 Pressão de vento atuante nos cabos pára-raios (q_{PR}):

- Flecha para temperatura mínima: 13.6 m
- Distância vertical entre fase inferior e pára-raios: 17.0 m
- $H_{PR} = 8.0 + 18.3 + 17.0 - 2/3 \times 13.6 = 34.2$ m
- Altura adotada: 35.0 m
- G_C : 2.31
- G_L : 0.92
- C_{XPR} : 1.0
- $q_{PR} = G_C G_L C_{XPR} q_0$: 136.23 kgf/m²

2.4.5 Trações nos Cabos:

ESTADOS DE CARGA	CONDUTOR	PÁRA-RAIOS			
		OPGW 15.5 mm	OPGW 14.1 mm	DOTTEREL	Ø3/8" EHS
1	1747	1743	1299	1406	874
2	1916	1863	1390	1510	921
3	1550	1661	1237	1336	840
4	4920	3987	3375	3689	2285
5	4682	3809	3219	2519	2179
6	4020	3314	2785	3042	1884
7	3093	2639	2176	2374	1470
8	2222	2042	1604	1745	1080
9	1816	1789	1341	1453	900
10	1779	1767	1317	1426	883
11	2585	2285	1842	2008	1243

2.4.6 As trações nos cabos para a condição de vento de alta intensidade serão simplificadaamente obtidas com base em pressão de vento agindo uniformemente ao longo de todo o vão básico de referência, com valor igual a 36% da respectiva pressão devida ao vento máximo (Estado de Carga 11).

2.4.7 A tração máxima no cabo condutor para o lado da subestação não deve ultrapassar o valor de 1250 kgf.

3 SÉRIE DE ESTRUTURAS

3.1 TIPOS ESTRUTURAIS

- Torre estaiada de suspensão tipo IPXEL;
- Torre autoportante de suspensão leve tipo IPXSL;
- Torre autoportante de suspensão pesada tipo IPXSP;
- Torre autoportante de ancoragem meio de linha tipo IPXA1.
- Torre autoportante de ancoragem meio de linha tipo IPXA2.
- Torre autoportante de ancoragem meio de linha e ancoragem fim de linha tipo IPXAT.

3.2 APLICAÇÕES DAS ESTRUTURAS

CARACTERÍSTICA	IPXEL (Estaiada de Suspensão)	
	Ângulo de deflexão	0°
Vão médio	550 m	520 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 305 a 700 m Pára-raios: 305 a 750 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 153 a 875 m Pára-raios: 153 a 938 m	
Alturas úteis	21.0 a 39.0 m (variação de 1.5 m)	

CARACTERÍSTICA	IPXSL (Autoportante de Suspensão Leve)	
	Ângulo de deflexão	0°
Vão médio	550 m	520 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 305 a 700 m Pára-raios: 305 a 750 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 153 a 875 m Pára-raios: 153 a 938 m	
Alturas úteis	13.5 a 45.0 m (variação de 1.5 m)	
Extensões	6.0, 12.0, 18.0 e 24.0 m	
Pés	1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5 e 9.0 m	

CARACTERÍSTICA	IPXSP (Autoportante de Suspensão Pesada)	
	Ângulo de deflexão	0°
Vão médio	700 m	495 m
Vão gravante sem vento	Condutor: 315 a 900 m Pára-raios: 315 a 950 m	
Vão gravante com vento	Condutor: 158 a 1125 m Pára-raios: 158 a 1188 m	
Alturas úteis	13.5 a 51.0 m (variação de 1.5 m)	
Extensões	6.0, 12.0, 18.0, 24.0 e 30.0 m	
Pés	1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5 e 9.0 m	

CARACTERÍSTICA	IPXA1 (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha)	
	Ângulo de deflexão	20°
Vão médio	400 m	
Vão gravante sem vento	Condutor: -500 a 1000 m Pára-raios: -550 a 1100 m	
Vão gravante com vento	Condutor: -625 a 1250 m Pára-raios: -688 a 1375 m	
Alturas úteis	13.5 a 39.0 m (variação de 1.5 m)	
Extensões	6.0, 12.0 e 18.0 m	
Pés	1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5 e 9.0 m	

CARACTERÍSTICA	IPXA2 (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha)	
	Ângulo de deflexão	40°
Vão médio	400 m	
Vão gravante sem vento	Condutor: -500 a 1000 m Pára-raios: -550 a 1100 m	
Vão gravante com vento	Condutor: -625 a 1250 m Pára-raios: -688 a 1375 m	
Alturas úteis	13.5 a 33.0 m (variação de 1.5 m)	
Extensões	6.0 e 12.0 m	
Pés	1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5 e 9.0 m	

CARACTERÍSTICA	IPXAT (Autoportante de Ancoragem Meio de Linha e Ancoragem Fim de Linha)		
	Meio de Linha	Fim de Linha	
		45° (LT)	45° (SE)
Ângulo de deflexão	90°	45° (LT)	45° (SE)
Vão médio	350 m		
Vão gravante sem vento	Condutor: -500 a 1000 m Pára-raios: -550 a 1100 m		
Vão gravante com vento	Condutor: -625 a 1250 m Pára-raios: -688 a 1375 m		
Alturas úteis	13.5 a 27.0 m (variação de 1.5 m)		
Extensões	6.0 m		
Pés	1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5 e 9.0 m		

3.3 PRESSÕES DEVIDAS AO VENTO MÁXIMO POR TIPO ESTRUTURAL

3.3.1 Apresentam-se a seguir as pressões devidas ao vento máximo atuante nos cabos e nas cadeias de isoladores, considerando-se os vãos médios e alturas úteis específicos para cada tipo estrutural.

3.3.2 Cadeias de isoladores

3.3.2.1 Altura em relação ao solo

ESTRUTURA	SUSPENSÃO	ANCORAGEM
IPXEL	H= 46.5 m; $G_i= 2.53$	-
IPXSL	H= 52.5 m; $G_i= 2.57$	-
IPXSP	H= 58.5 m; $G_i= 2.61$	-
IPXA1	H= 45.0 m; $G_i= 2.51$	H= 45.0 m; $G_i= 2.51$
IPXA2	H= 39.0 m; $G_i= 2.45$	H= 39.0 m; $G_i= 2.45$
IPXAT	H= 33.0 m; $G_i= 2.37$	H= 33.0 m; $G_i= 2.37$

3.3.2.2 Pressão devida ao Vento Máximo ($q_0 G_i C_{xi}$, em kgf/m²)

ESTRUTURA	SUSPENSÃO	ANCORAGEM
IPXEL	194.61	-
IPXSL	197.68	-
IPXSP	200.76	-
IPXA1	193.07	193.07
IPXA2	188.45	188.45
IPXAT	182.30	182.30

3.3.3 Cabos condutores e pára-raios

3.3.3.1 Vão Médio e altura dos cabos

ESTRUTURA	VÃO MÉDIO	CONDUTOR	PÁRA-RAIOS
IPXEL	L=550m; $G_L=0.91$	$H_C=25m$; $G_C=2.18$	$H_{PR}=37m$; $G_C=2.33$
IPXSL	L=550m; $G_L=0.91$	$H_C=25m$; $G_C=2.18$	$H_{PR}=37m$; $G_C=2.33$
IPXSP	L=700m; $G_L=0.87$	$H_C=32m$; $G_C=2.27$	$H_{PR}=44m$; $G_C=2.39$
IPXA1	L=400m; $G_L=0.95$	$H_C=20m$; $G_C=2.10$	$H_{PR}=31m$; $G_C=2.26$
IPXA2	L=400m; $G_L=0.95$	$H_C=20m$; $G_C=2.10$	$H_{PR}=31m$; $G_C=2.26$
IPXAT	L=350m; $G_L=0.97$	$H_C=19m$; $G_C=2.08$	$H_{PR}=30m$; $G_C=2.25$

3.3.3.2 Pressão devida ao Vento Máximo ($q_0 G_C G_L C_{XC}$, em kgf/m²)

ESTRUTURA	CONDUTOR	PÁRA-RAIOS
IPXEL	127.16	135.91
IPXSL	127.16	135.91
IPXSP	126.59	133.28
IPXA1	127.88	137.62
IPXA2	127.88	137.62
IPXAT	129.33	139.90

4 SILHUETAS TÍPICAS

4.1 O projeto definitivo das estruturas deverá obedecer às dimensões indicadas nos desenhos de silhuetas no que se refere aos seguintes itens:

- a) Distâncias elétricas e respectivos ângulos de balanço das cadeias de isoladores;
- b) Ângulo de blindagem dos cabos pára-raios;
- c) Espaçamentos entre fases;
- d) Altura da torre básica, do mastro, das extensões de corpo e dos pés.

4.2 Os espaçamentos elétricos indicados deverão ser mantidos em relação a qualquer ponto das estruturas e dos estais, conforme aplicável, considerando o ângulo de linha máximo em que a estrutura pode ser aplicada e os condutores formando os seguintes ângulos com o plano horizontal, na saída dos grampos:

- estruturas IPXEL e IPXSL : 15°
- estruturas IPXSP, IPXA1, IPXA2 e IPXAT : 20°

4.3 A faixa máxima a ser considerada para a abertura dos estais é de 40 m.

4.4 As mísulas dos condutores das estruturas de ancoragem tipos IPXA1 e IPXA2 devem ser projetadas com detalhe para fixação da cadeia de passagem do “Jumper” apenas no ponto central da mísula.

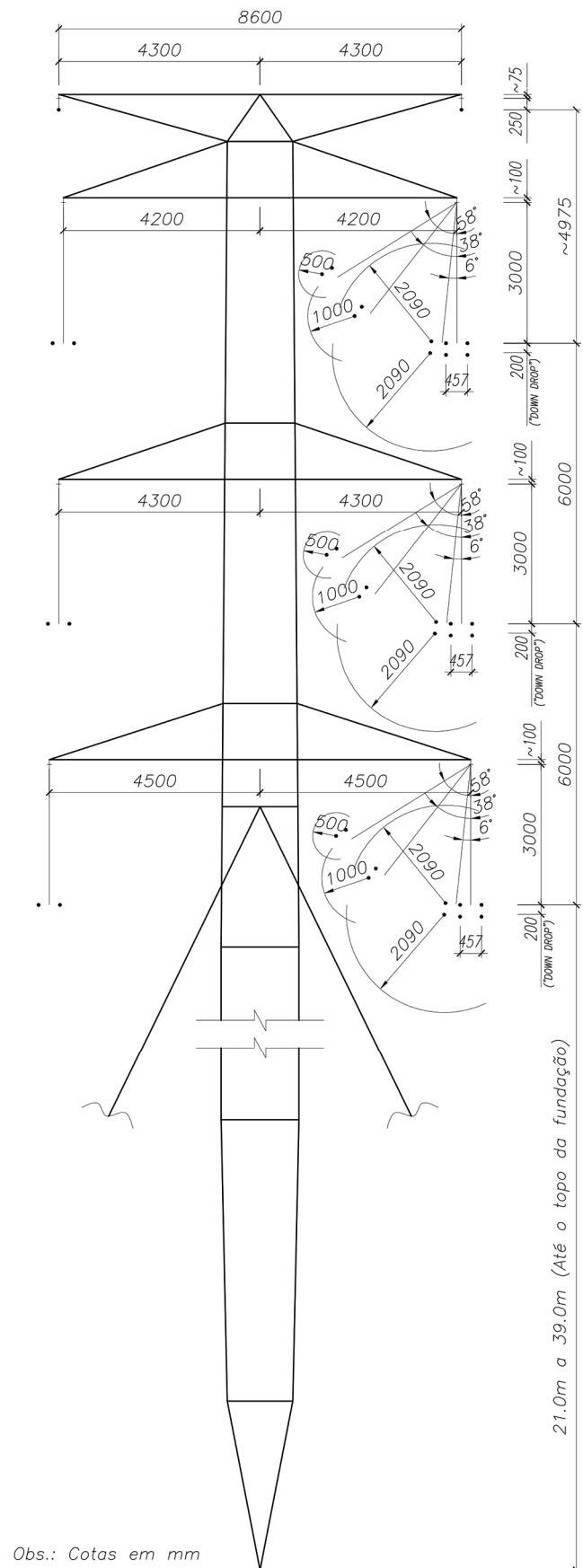
4.5 As mísulas dos condutores da estrutura de ancoragem tipo IPXAT devem ser projetadas com detalhes para fixações da cadeia de passagem do “Jumper” no ponto central da mísula e nas duas extremidades, junto às faces transversais da estrutura.

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

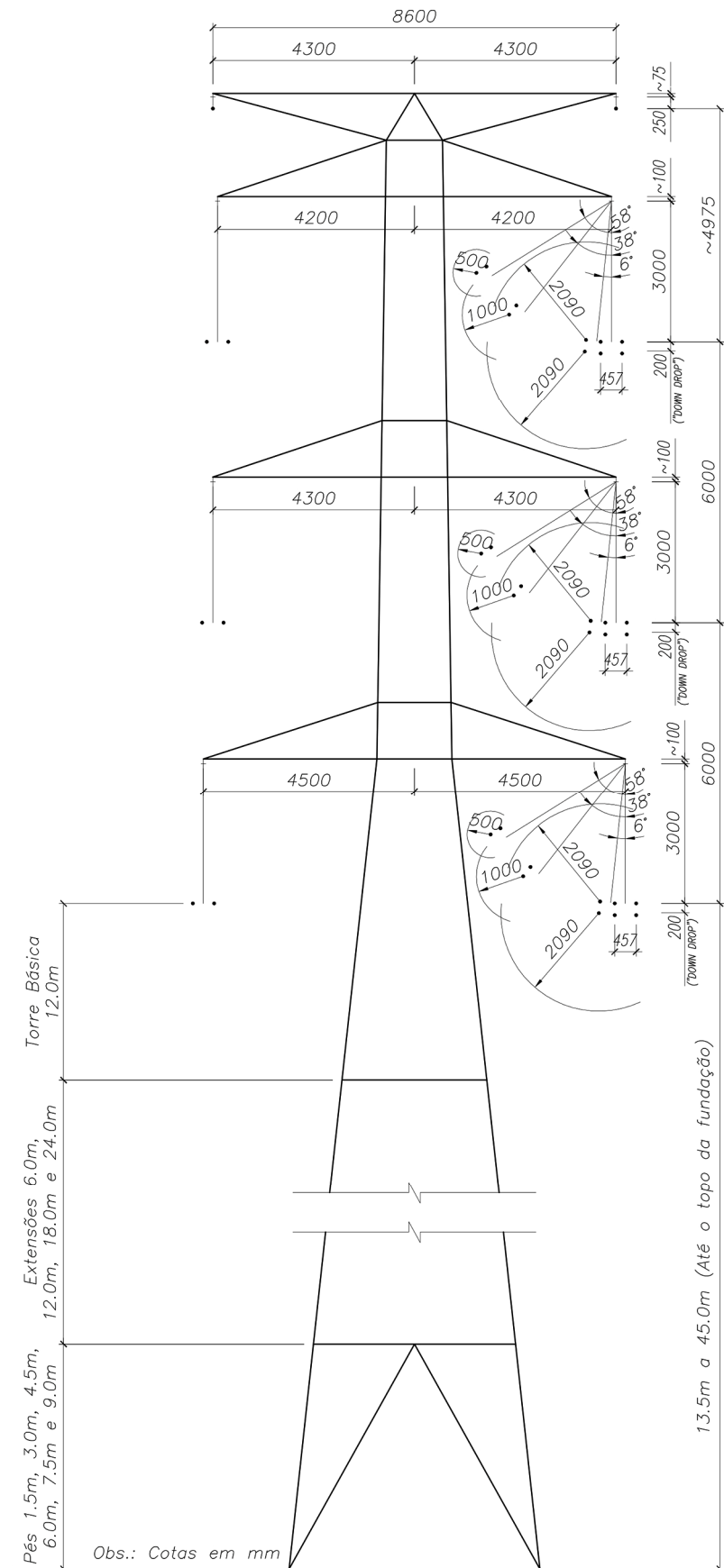
4.7 Todas as estruturas devem ser projetadas com furações adequadamente posicionadas de modo a permitir pontos auxiliares de fixação para a execução segura das operações de montagem, de lançamento e grampeamento de cabos e de manutenção.

4.8 As silhuetas típicas que compõem a série de estruturas são apresentadas a seguir:

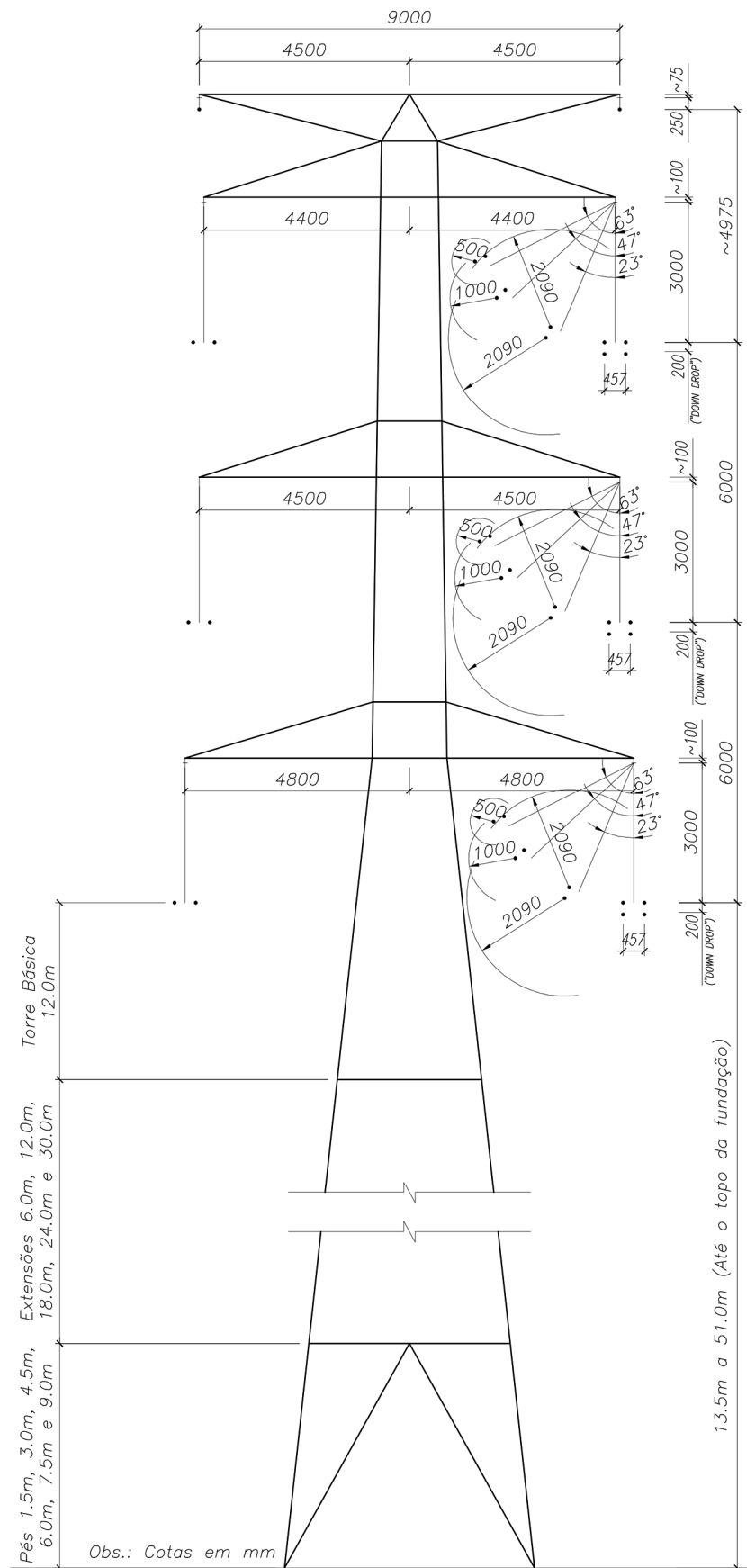
4.8.1 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO IPXEL



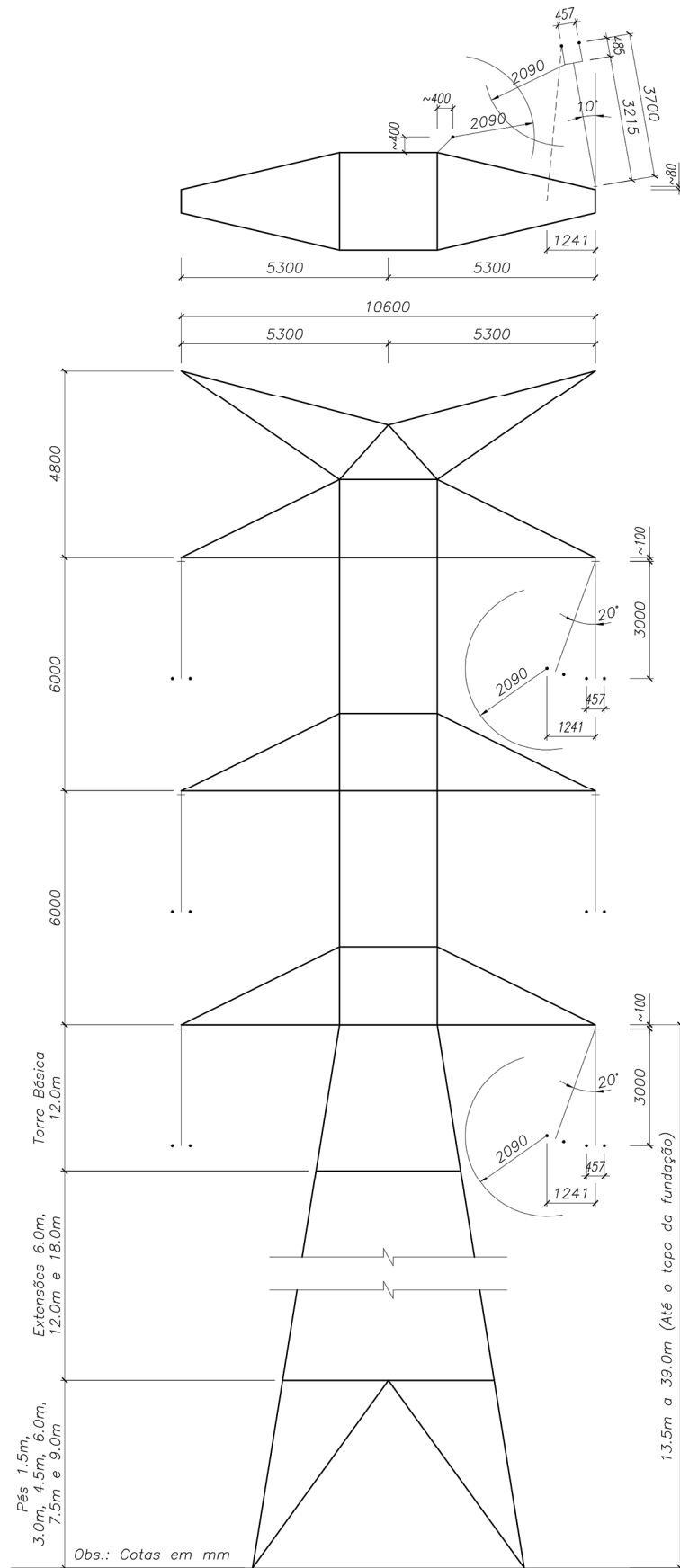
4.8.2 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO IPXSL



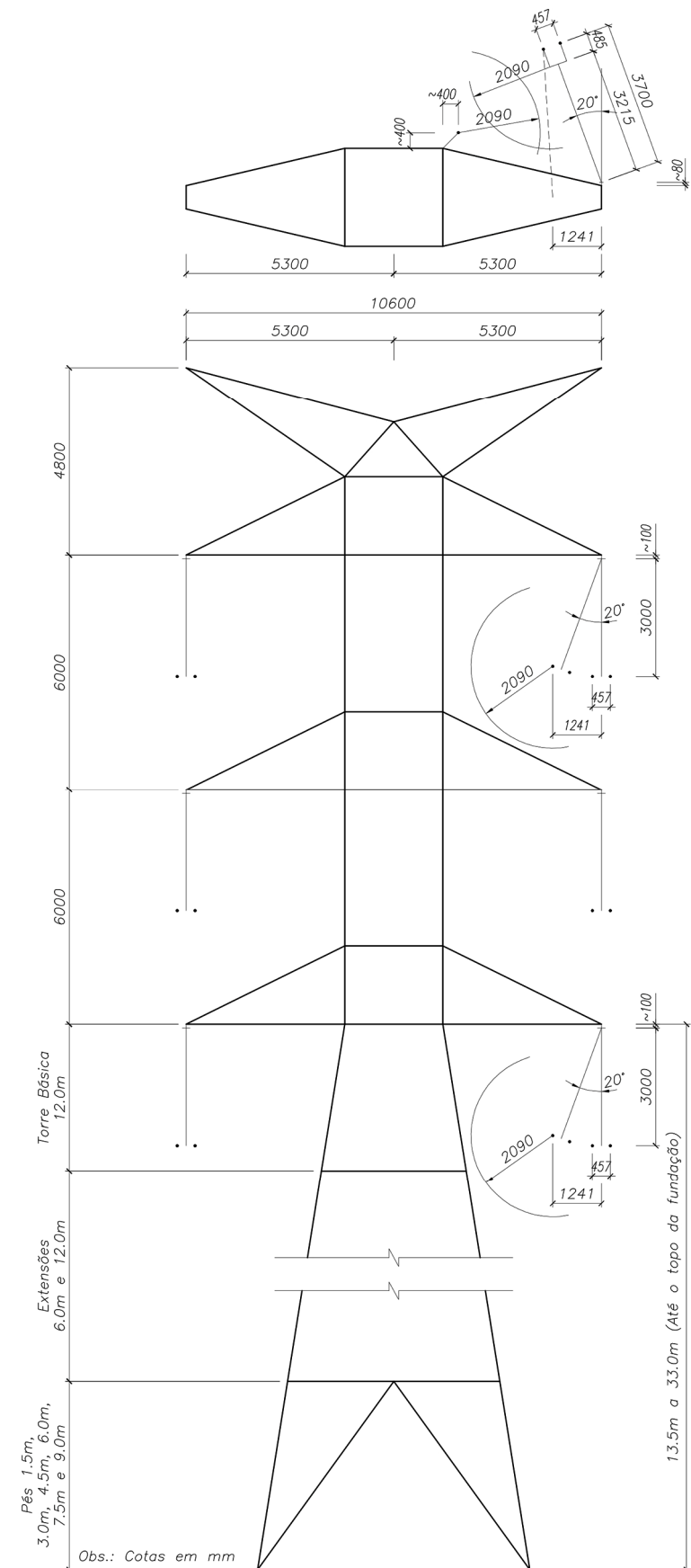
4.8.3 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO IPXSP



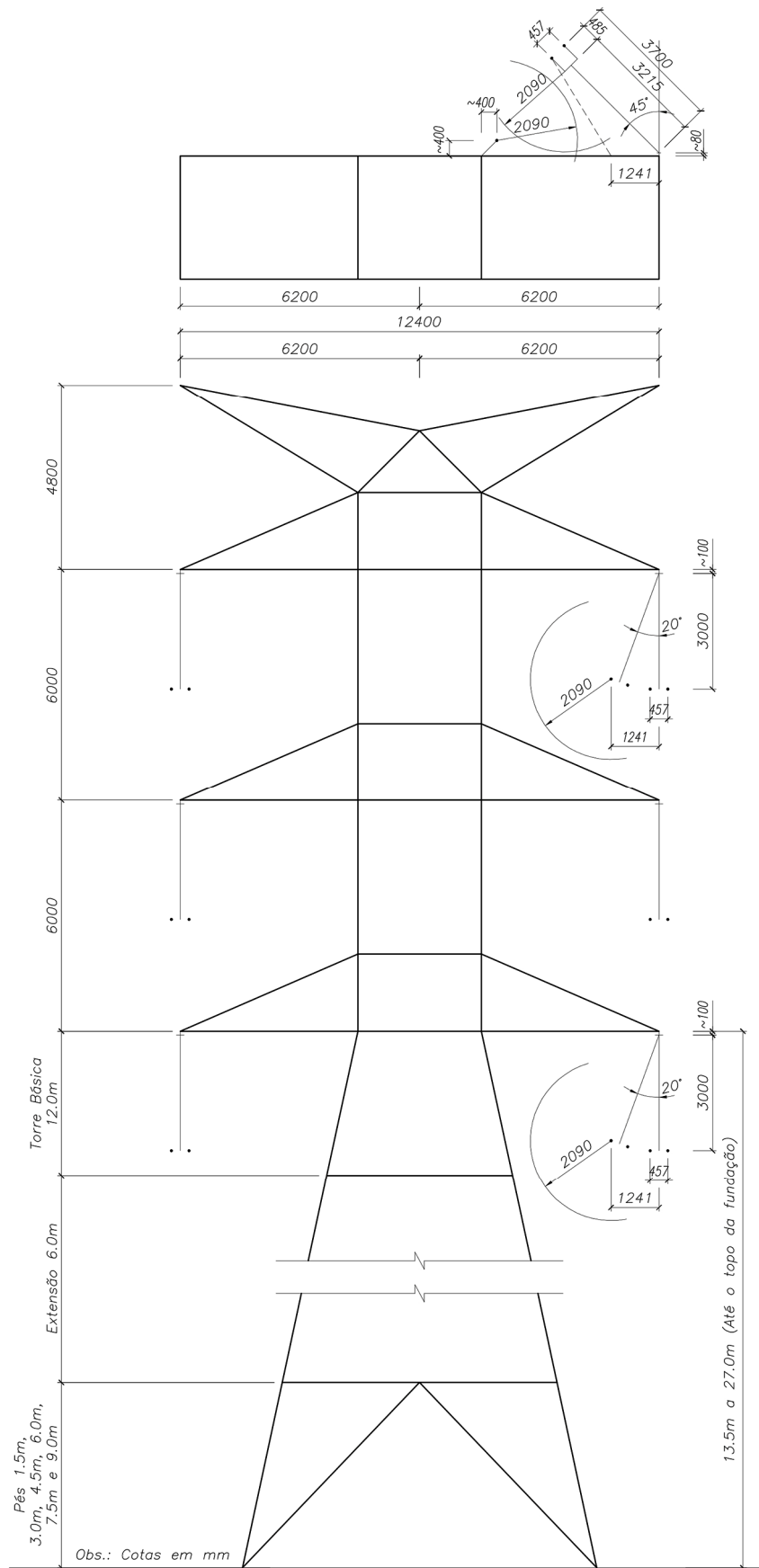
4.8.4 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA IPXA1



4.8.5 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA IPXA2



4.8.6 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA e DE ANCORAGEM FIM DE LINHA IPXAT



5 HIPÓTESES DE CARGA

5.1 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO IPXEL

HIP.	DESCRIÇÃO
1	<p>VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>
1E	<p>VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Como a hipótese 1, mas com vento reduzido (60% da velocidade do vento máximo) sobre a parte da estrutura abaixo das mísulas dos estais.</p>
2	<p>VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>
2E	<p>VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Como a hipótese 2, mas com vento reduzido (60% da velocidade do vento máximo) sobre a parte da estrutura abaixo das mísulas dos estais.</p>
3	<p>VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>
3E	<p>VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Como a hipótese 3, mas com vento reduzido (60% da velocidade do vento máximo) sobre a parte da estrutura abaixo das mísulas dos estais.</p>
3-60	<p>VENTO MÁXIMO ATUANDO A 60° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>
3-60E	<p>VENTO MÁXIMO ATUANDO A 60° Como a hipótese 3-60, mas com vento reduzido (60% da velocidade do vento máximo) sobre a parte da estrutura abaixo das mísulas dos estais.</p>
3-75	<p>VENTO MÁXIMO ATUANDO A 75° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>
3-75E	<p>VENTO MÁXIMO ATUANDO A 75° Como a hipótese 3-75, mas com vento reduzido (60% da velocidade do vento máximo) sobre a parte da estrutura abaixo das mísulas dos estais.</p>
4	<p>RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 70% da tração EDS atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>

- 5 RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER
Carga longitudinal correspondente a 125% da tração EDS atuando em qualquer um dos pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 6 CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO
Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento. A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 70° e tração de 125% da tração EDS.
- 7 VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 7E VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL
Como a hipótese 7, mas com vento atuando somente sobre estrutura.
- 8 VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 8E VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL
Como a hipótese 8, mas com vento atuando somente sobre a estrutura.
- 9 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 9E VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°
Como a hipótese 9, mas com vento atuando somente sobre a estrutura.
- 9-60 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 60°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 9-60E VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 60°
Como a hipótese 9-60, mas com vento atuando somente sobre a estrutura.
- 9-75 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 75°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 9-75E VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 75°
Como a hipótese 9-75, mas com vento atuando somente sobre a estrutura.

- 10 **CONTENÇÃO CASCATA**
Cargas longitudinais nos pára-raios correspondentes a 60% das trações EDS e cargas longitudinais nas fases correspondentes a 40% das trações EDS atuando simultaneamente em todos os cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 11 **GRAMPEAMENTO**
Cargas de grampeamento atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento.
Considerar tração atuante nos cabos igual a 125% da tração EDS, peso de homens e ferramentas em cada pára-raios e em cada fase e sustentação de cabo com ângulo máximo de 15° em relação à vertical.
As cargas de grampeamento devem ser consideradas como aplicadas nos pontos auxiliares de fixação previstos para a execução das operações de grampeamento de cabos, da forma localmente mais desequilibrada possível.

5.2 ESTRUTURAS DE SUSPENSÃO TIPOS IPXSL e IPXSP

HIP.	DESCRIÇÃO
1	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3-60	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 60° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3-75	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 75° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
4	RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 70% (IPXSL) e a 85% (IPXSP) da tração EDS atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

- 5 RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER
Carga longitudinal correspondente a 125% da tração EDS atuando em qualquer um dos pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 6 CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO
Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento. A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 70° e tração de 125% da tração EDS.
- 7 VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 8 VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 9 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 9-60 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 60°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 60° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 9-75 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 75°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 75° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 10 CONTENÇÃO CASCATA
Cargas longitudinais nos pára-raios correspondentes a 60% (IPXSL) e a 75% (IPXSP) das trações EDS e cargas longitudinais nas fases correspondentes a 40% (IPXSL) e a 50% (IPXSP) das trações EDS atuando simultaneamente em todos os cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 11 GRAMPEAMENTO
Cargas de grampeamento atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento.
Considerar tração atuante nos cabos igual a 125% da tração EDS, peso de homens e ferramentas em cada pára-raios e em cada fase e sustentação de cabo com ângulo máximo de 15° em relação à vertical.
As cargas de grampeamento devem ser consideradas como aplicadas nos pontos

auxiliares de fixação previstos para a execução das operações de grampeamento de cabos, da forma localmente mais desequilibrada possível.

5.3 ESTRUTURAS DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPOS IPXA1, IPXA2 e IPXAT

HIP.	DESCRIÇÃO	
1	<p>VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>	
2	<p>VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>	
3	<p>VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração máxima nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>	
4	<p>RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 150% da tração EDS atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>	
5	<p>RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER Carga longitudinal correspondente a 150% da tração EDS atuando em qualquer um dos pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>	
6	<p>CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento. A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 70° e tração de 125% da tração EDS.</p>	
7	<p>VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).</p>	
8	<p>VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para</p>	
CPFL	<p>LT's 230 kV C.D. ITÁ / PINHALZINHO 2 C1 e C2 e ITÁ / XANXERÊ C1 e C2 ESTRUTURAS</p>	23 RC

verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

- 9 VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; cargas longitudinais decorrentes de desbalanceamento iguais a 15% da tração com vento reduzido nos cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 10 CONTENÇÃO CASCATA
Cargas longitudinais correspondentes a 100% das trações EDS atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e pára-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

5.4 ESTRUTURA DE ANCORAGEM FIM DE LINHA TIPO IPXAT

HIP.	DESCRIÇÃO
1T	VENTO MÁXIMO TRANSVERSAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
2T	VENTO MÁXIMO LONGITUDINAL Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
3T	VENTO MÁXIMO ATUANDO A 45° Cargas decorrentes da ação do vento máximo de projeto, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
4T	RUPTURA DE 1 FASE QUALQUER Carga longitudinal nula na fase rompida e cargas longitudinais correspondentes a 150% da tração EDS atuando simultaneamente em todos os demais cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
5T	RUPTURA DE 1 PÁRA-RAIOS QUALQUER Carga longitudinal nula no pára-raios rompido e cargas longitudinais correspondentes a 150% da tração EDS atuando simultaneamente em todos os demais cabos; verticais normais e peso próprio da estrutura; sem vento. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
6T	CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO Cargas de construção/manutenção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de pára-raios ou em qualquer combinação possível de fases, estando os pára-raios já montados; peso próprio da estrutura; sem vento. A carga longitudinal máxima será igual a 125% da tração EDS. A carga vertical máxima deverá ser determinada considerando-se carga vertical proveniente de cabo ancorado ao solo, com ângulo de 70° e tração de 125% da tração EDS.

- 7T VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção transversal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 8T VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, com direção longitudinal, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).
- 9T VENTO DE ALTA INTENSIDADE ATUANDO A 45°
Cargas decorrentes da ação do vento de alta intensidade, a 45° com a direção da linha, sobre cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser também verificada para verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo).

Nota: Para as Hipóteses 1T e 6T devem ser consideradas duas condições de carregamento independentes:

- apenas vão da LT montado (Hip. 1Ta e 6Ta);
- vãos da LT e da SE montados (Hip. 1Tb e 6Tb).

Para todas as demais hipóteses, considerar uma condição de carregamento única, com as maiores cargas obtidas dentre as duas situações acima mencionadas.

5.5 FATORES DE SOBRECARGA

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

Hipótese	Fator de Sobrecarga
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 (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

5.6 ÁRVORES DE CARGAS

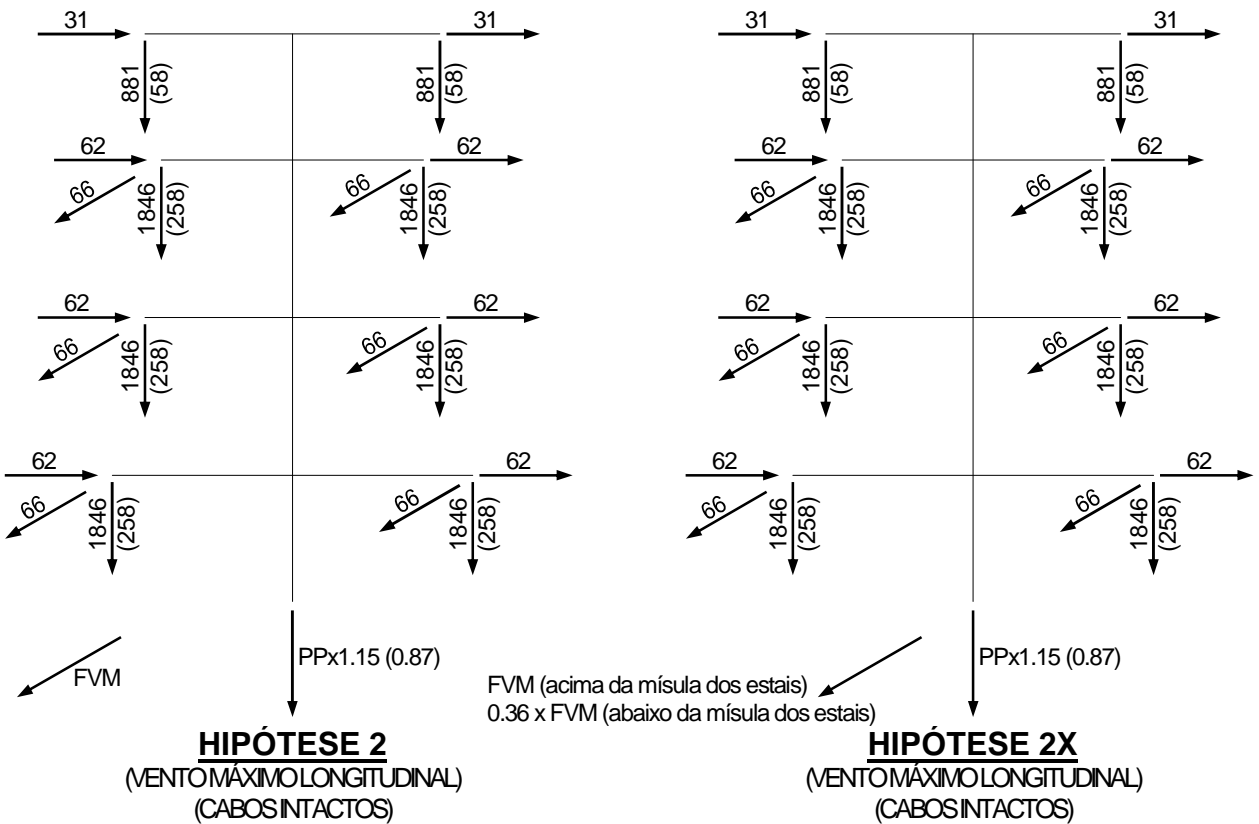
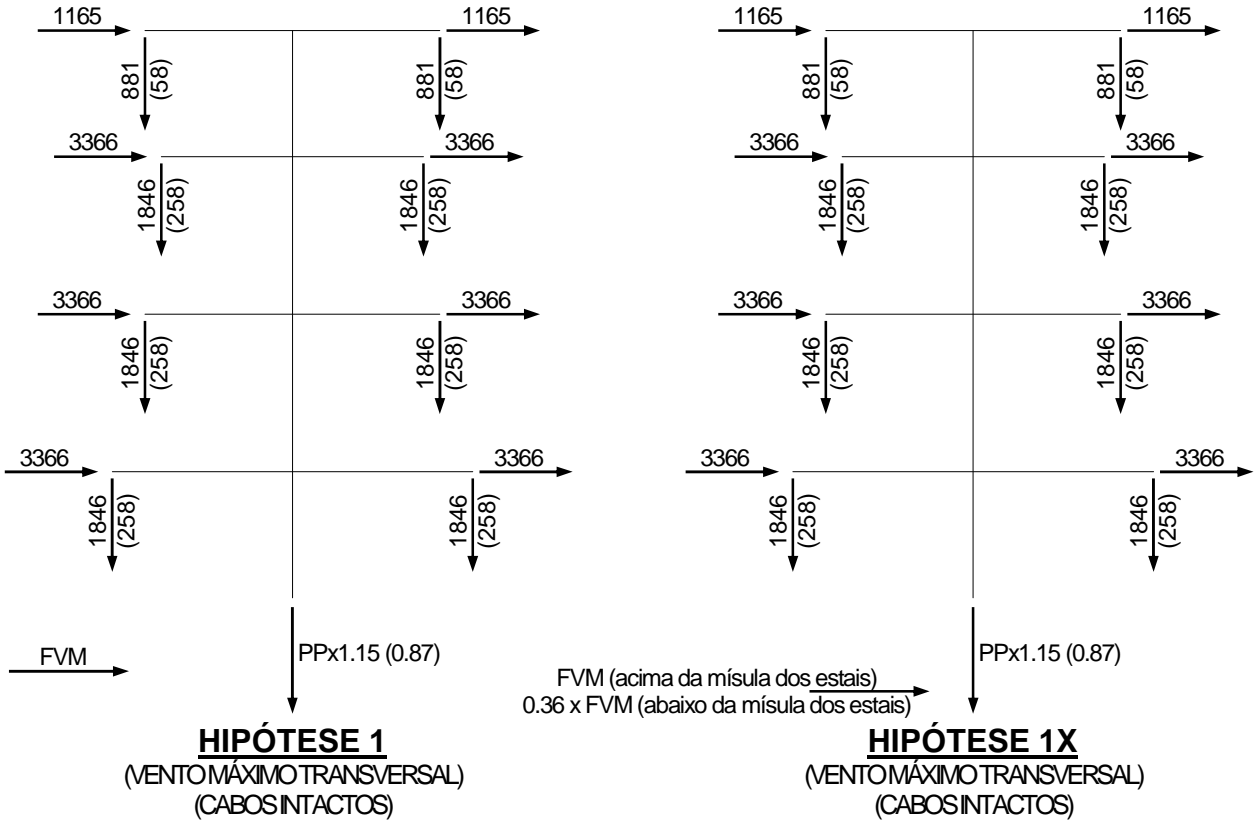
- 5.6.1 Todas as cargas indicadas nas árvores de carga estão em kgf e já incluem os fatores de sobrecarga indicados no item 5.5.
- 5.6.2 As cargas atuantes nas fases e nos pára-raios devem ser aplicadas nos pontos de fixação dos cabos e estão representadas, conforme a hipótese de carga, por suas projeções na vertical e nos eixos transversal e longitudinal da estrutura. Especificamente para a Hipótese 11, as cargas indicadas nas árvores de carga devem ser aplicadas nos pontos auxiliares de fixação previstos para execução das operações de grampeamento.
- 5.6.3 As cargas devidas ao vento máximo (FVM) e ao vento de alta intensidade (FVI) na estrutura atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for subdividida.
- 5.6.4 O comprimento máximo de cada painel para efeito de cálculo das cargas de vento na estrutura não deve ultrapassar 10.0m.
- 5.6.5 Independente da direção mostrada nas árvores de carga, o vento sobre a estrutura e as cargas transversais devem ser aplicadas na direção mais desfavorável no que se refere ao dimensionamento das barras e ligações.
- 5.6.6 Todas as hipóteses de carga devem ser verificadas considerando-se um ou dois circuitos montados.
- 5.6.7 As cargas entre parêntesis referem-se às cargas verticais reduzidas (estrutura com vão gravante mínimo) e PP indica o peso próprio da estrutura.
- 5.6.8 Considerar a seguinte distribuição de cargas por face na estrutura de ancoragem meio de linha (IPXA1, IPXA2 e IPXAT):
- Cargas transversais e verticais:
⇒ 70% na face anterior e 30% na face posterior
 - Cargas longitudinais:
⇒ 100% na face anterior
- 5.6.9 Considerar a seguinte distribuição de cargas por face na estrutura de ancoragem fim de linha (IPXAT):
- Cargas verticais:
 - Hipóteses 1Ta e 6Ta: 100% lado LT
 - Demais hipóteses: 70% lado LT e 30% lado SE
 - Cargas longitudinais: 100% lado LT
 - Cargas transversais:

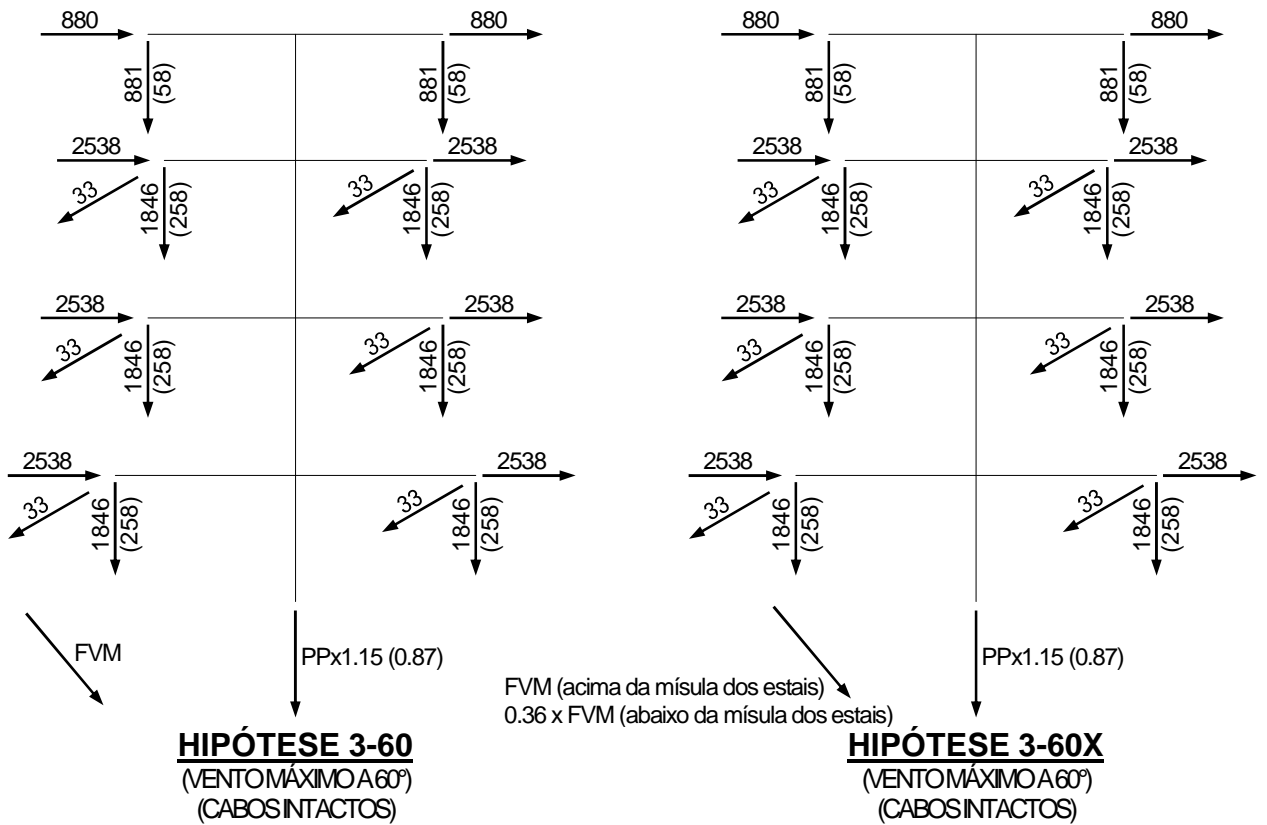
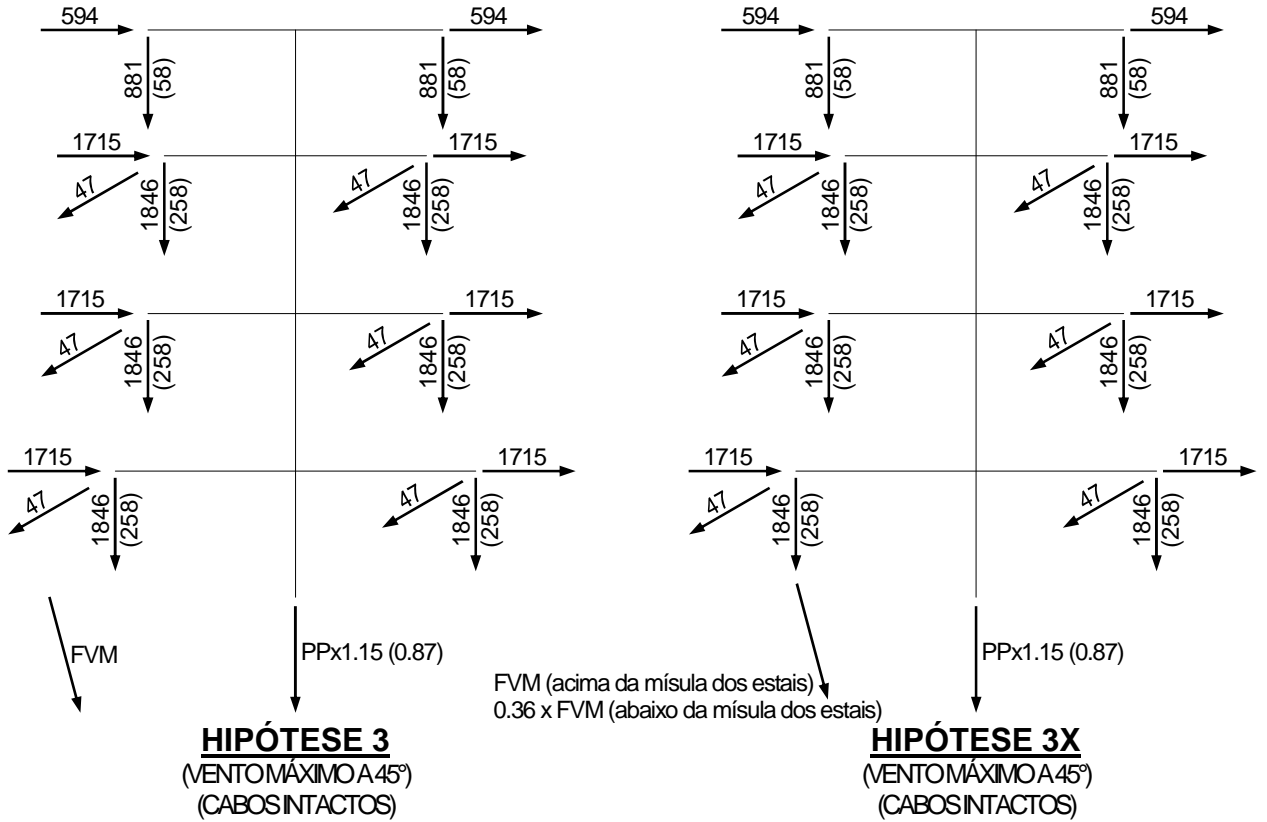
HIPÓTESE	lado LT (%)	lado SE (%)
1Ta	100	0
1Tb	77	23
2T	81	19
3T	60	40
4T e 5T	83	17
6Ta	100	0
6Tb	83	17
7T	78	22
8T	82	18
9T	79	21

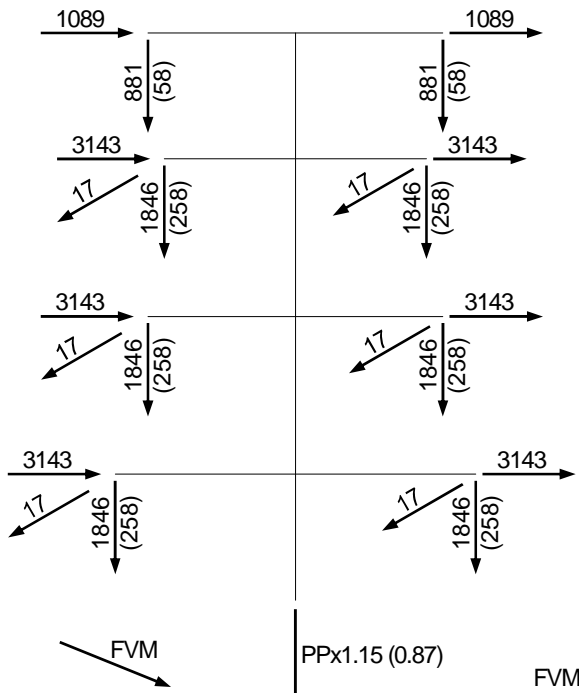
5.6.10 A mísula para fixação da cadeia de passagem do “jumper”, bem como as barras de fixação destas cadeias, deverão ser dimensionadas para suportar uma carga vertical de 600 kgf.

5.6.11 A seguir são apresentadas as árvores de carga para cada tipo estrutural:

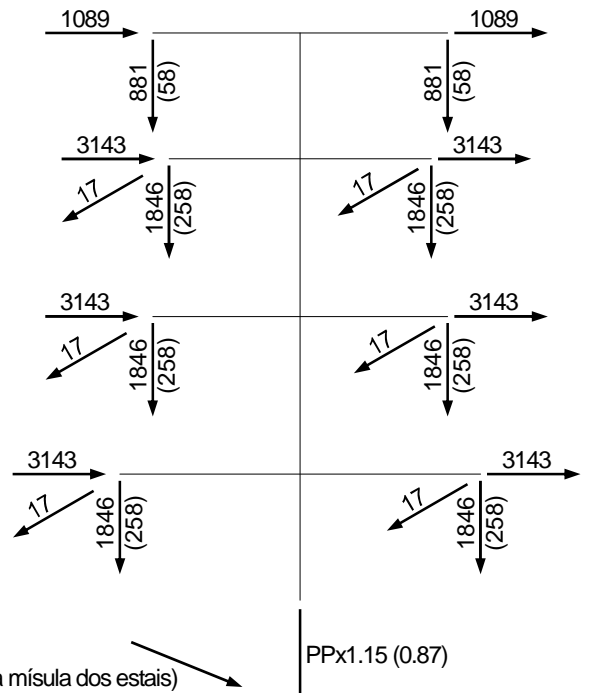
5.6.11.1 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO IPXEL



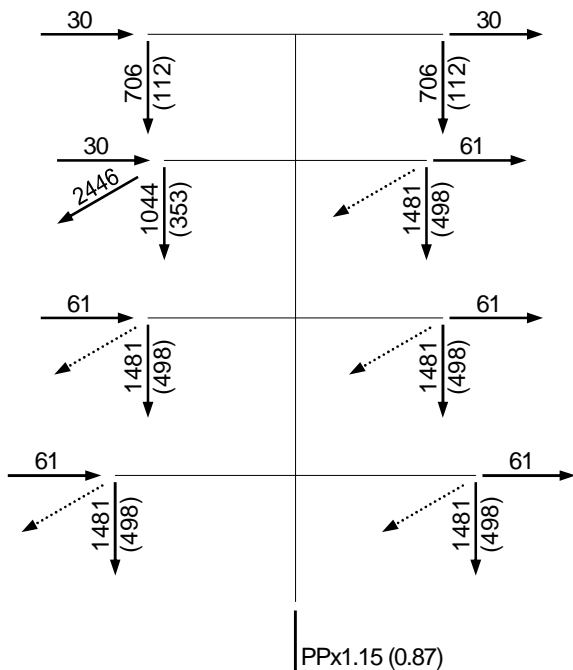




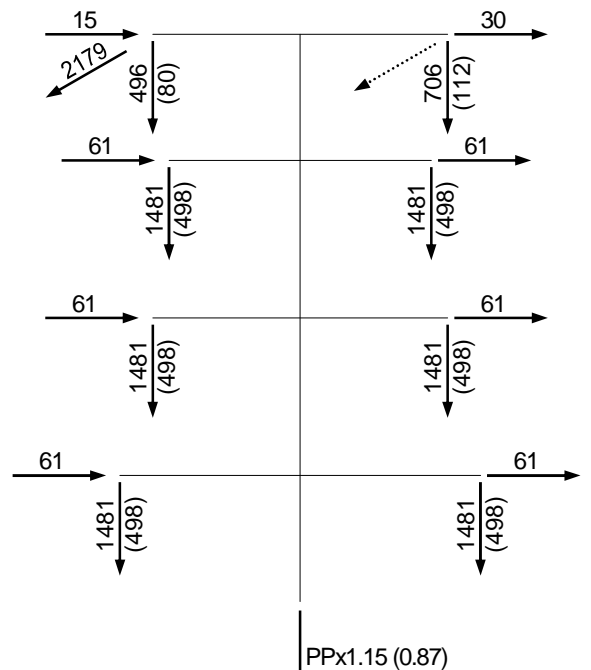
HIPÓTESE 3-75
(VENTOMÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



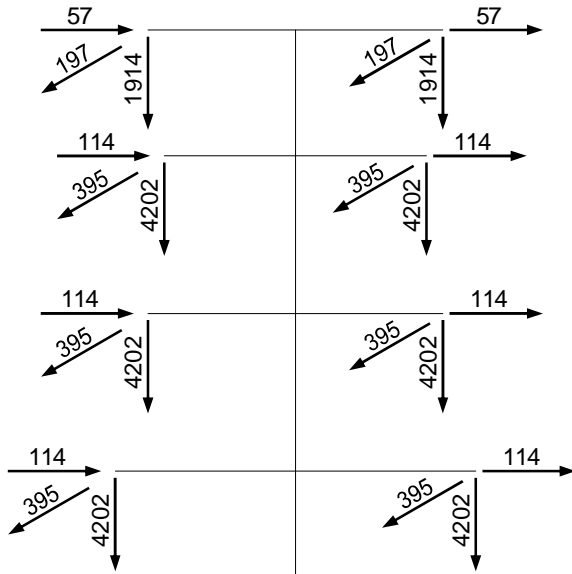
HIPÓTESE 3-75X
(VENTOMÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



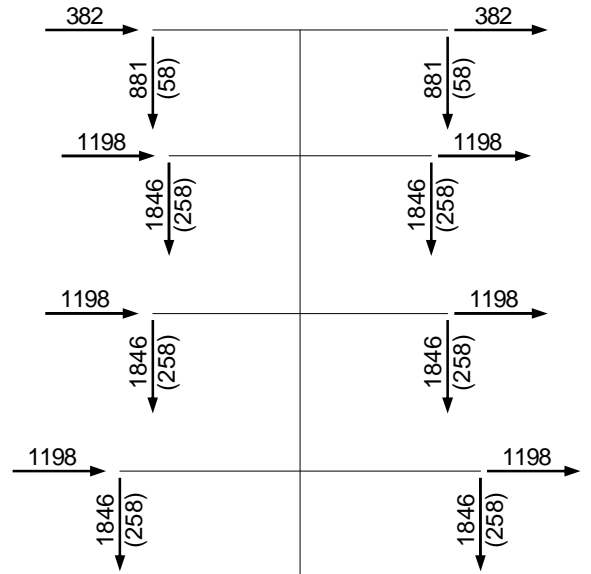
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



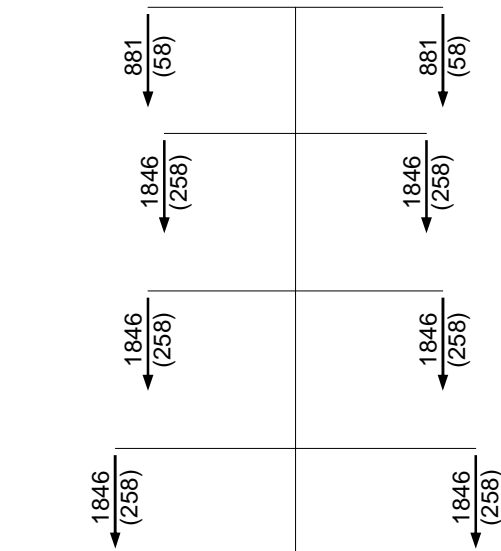
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRRAIOS)



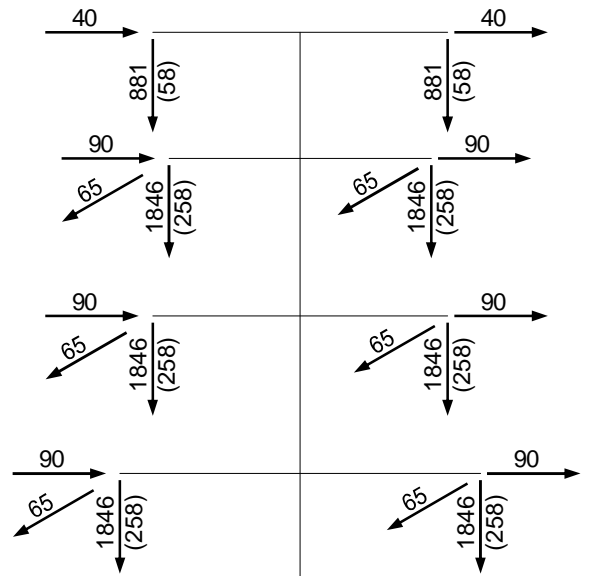
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 7X
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)

PPx1.5

FVI

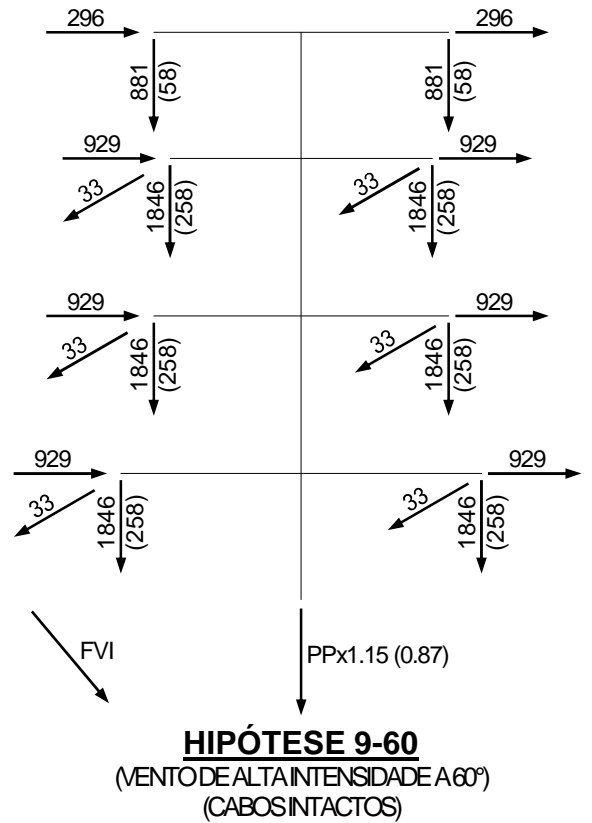
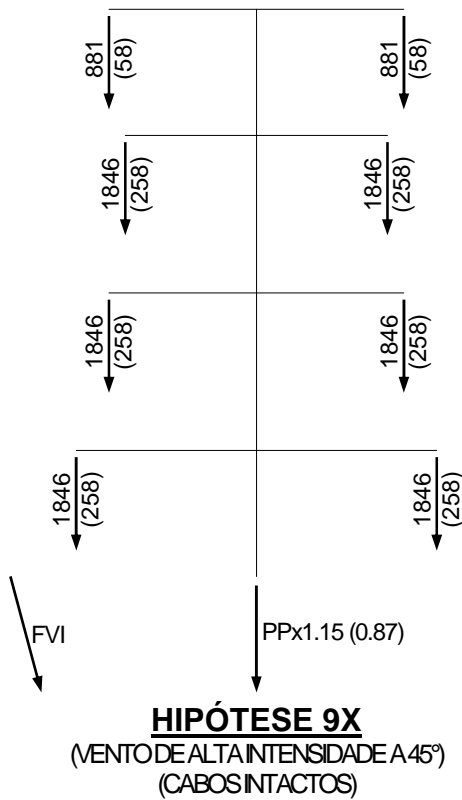
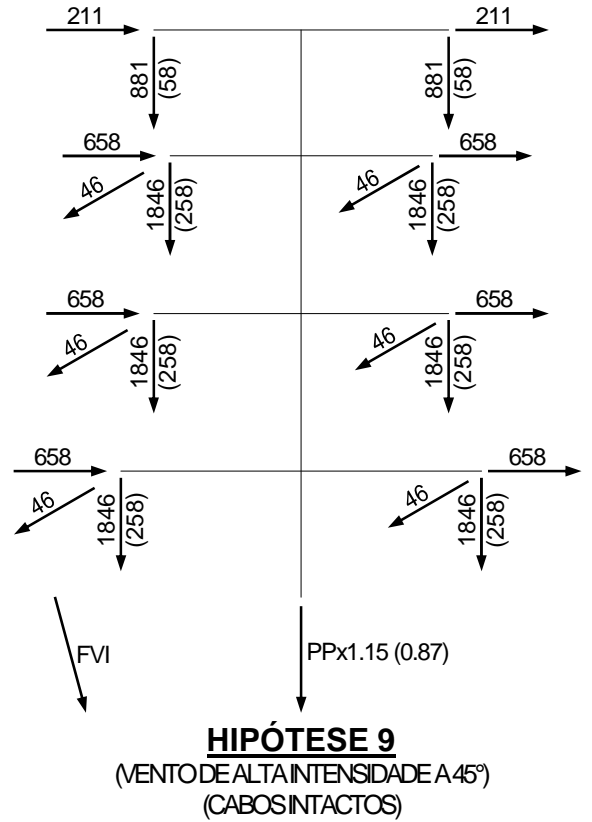
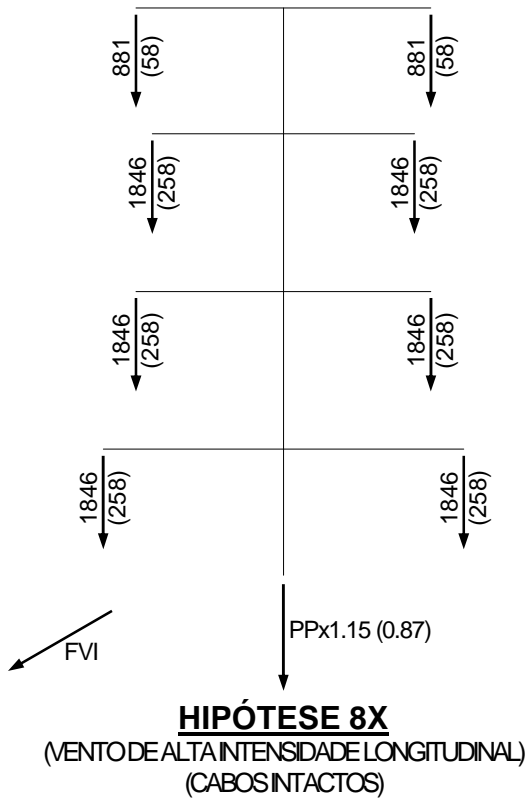
PPx1.15 (0.87)

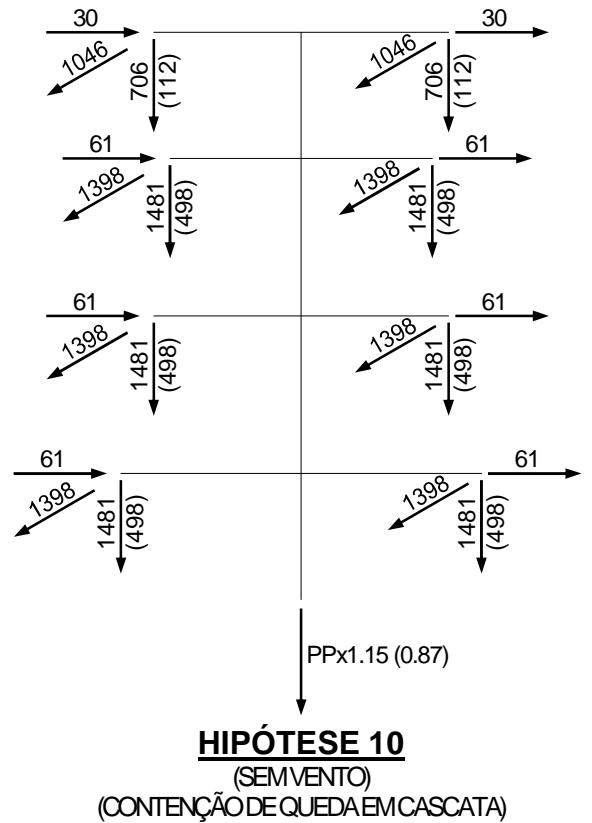
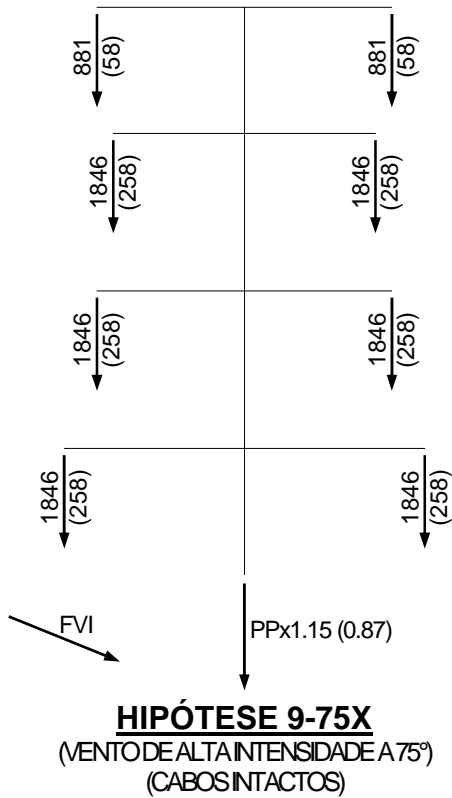
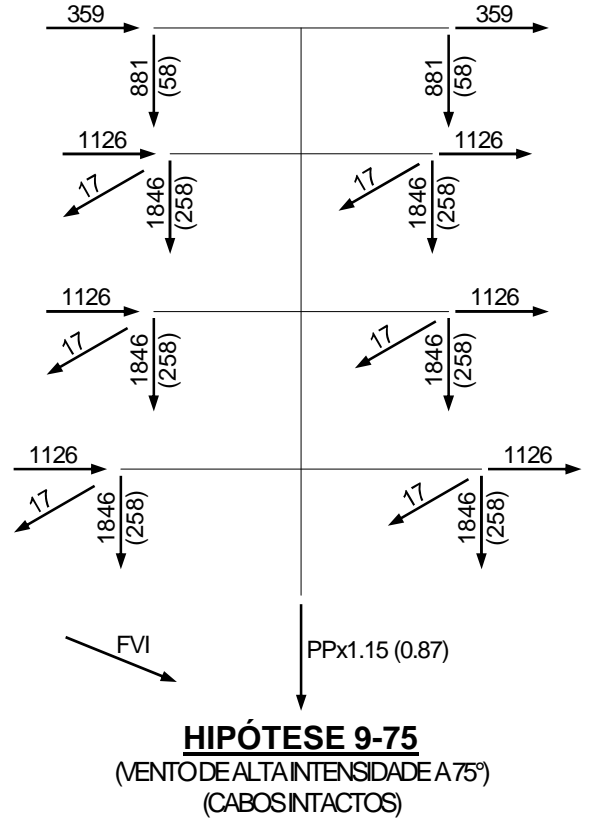
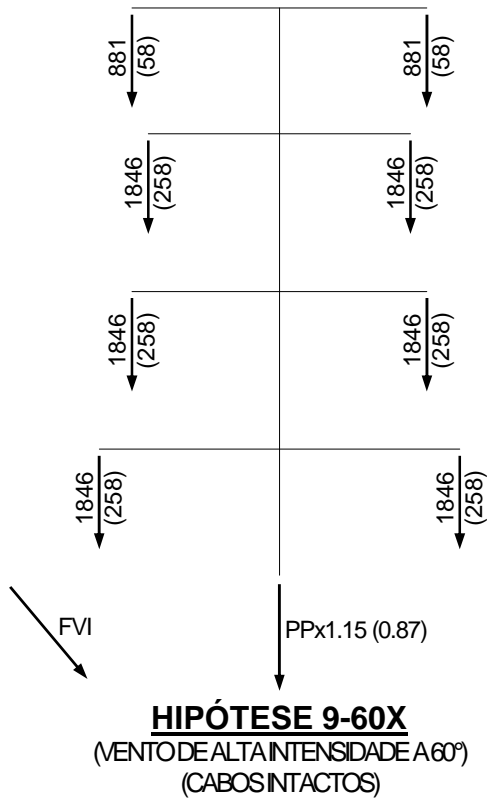
FVI

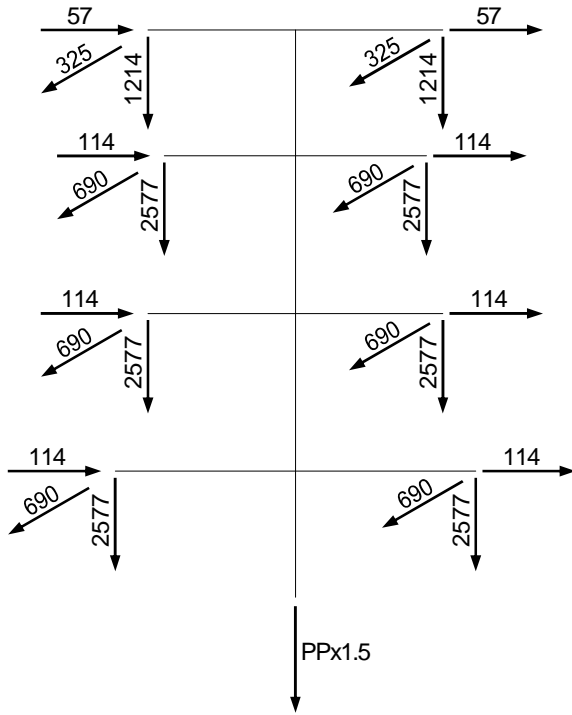
PPx1.15 (0.87)

FVI

PPx1.15 (0.87)

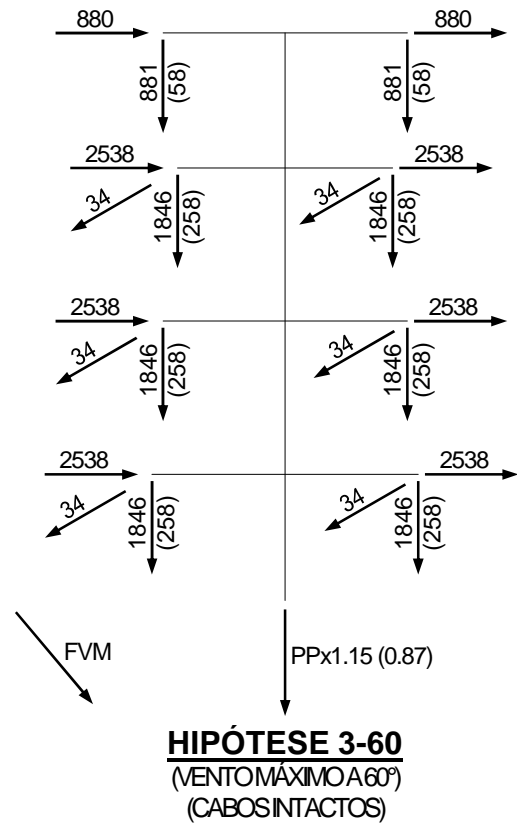
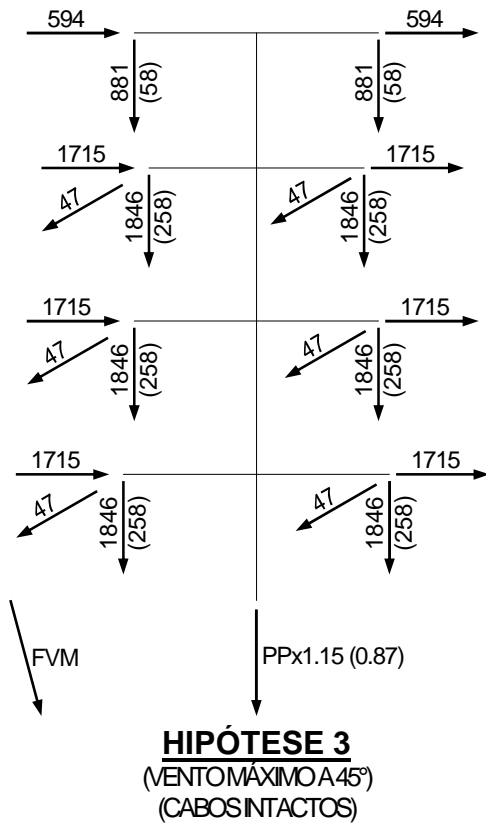
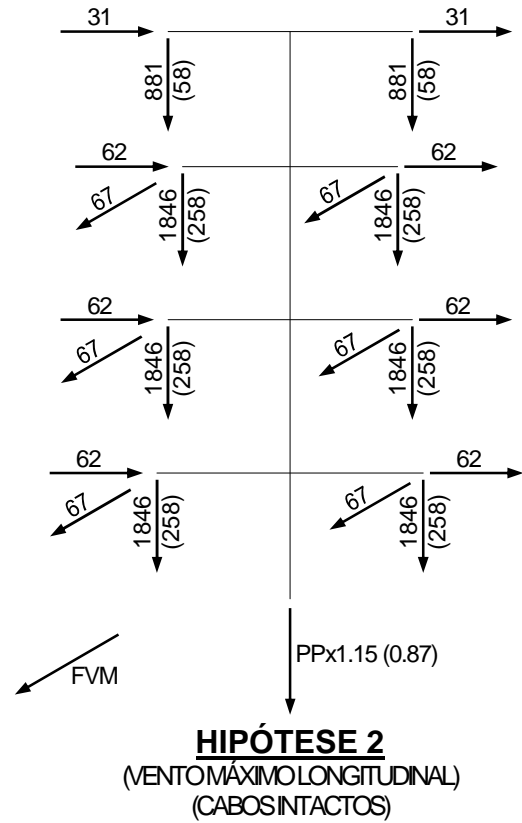
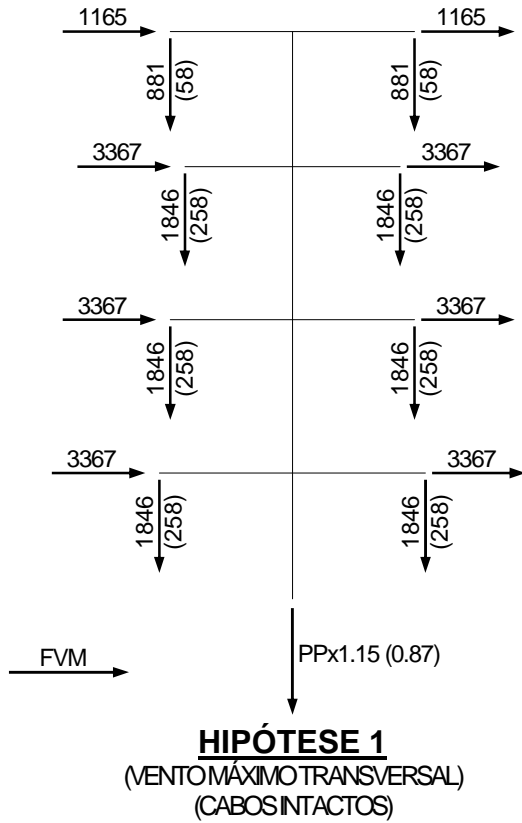


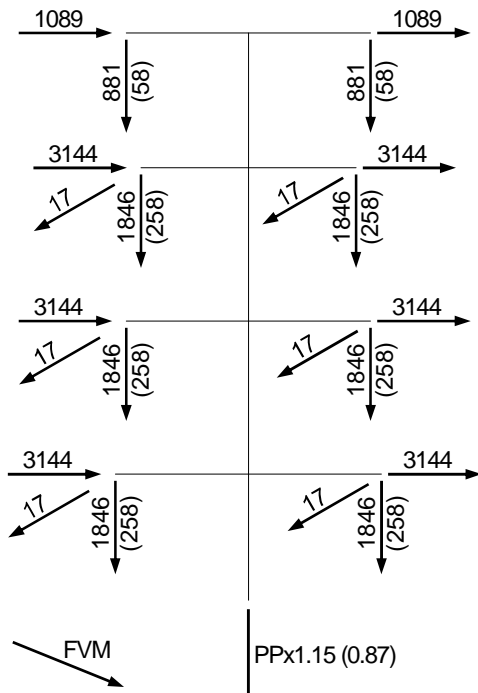




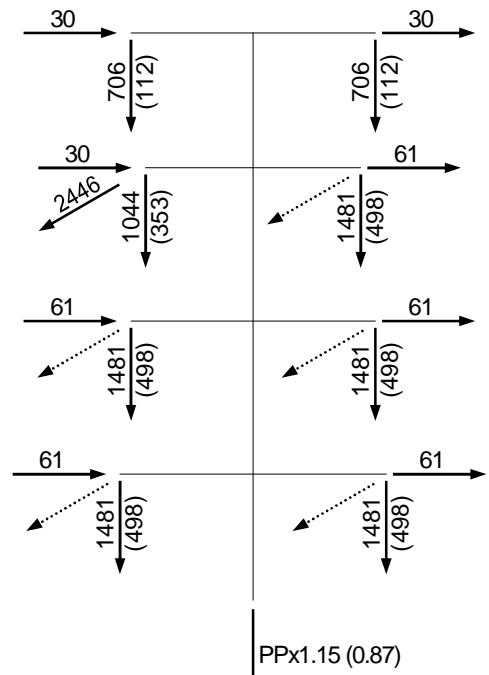
HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

5.6.11.2 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO IPXSL

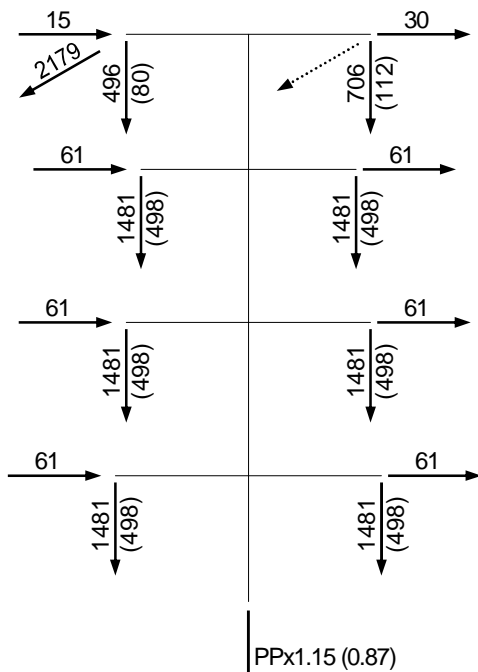




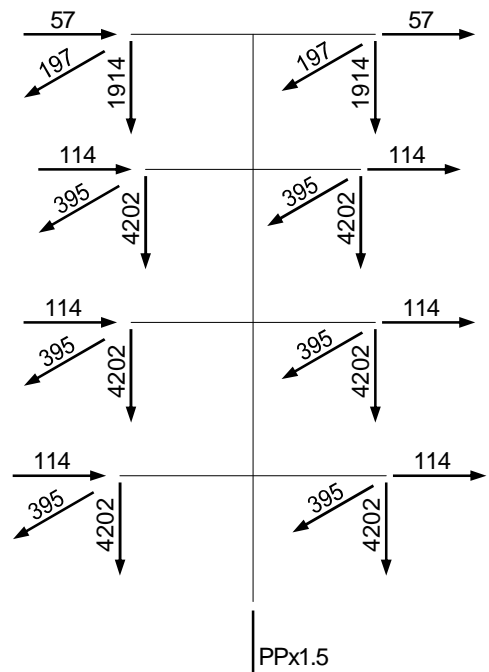
HIPÓTESE 3-75
(VENTOMÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



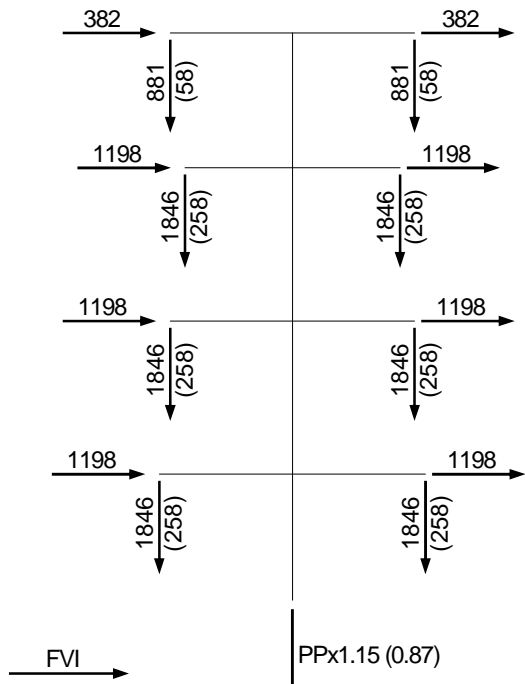
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



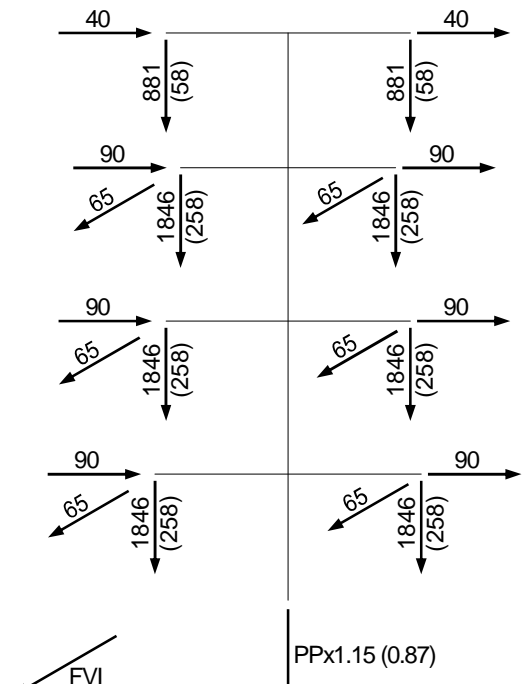
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



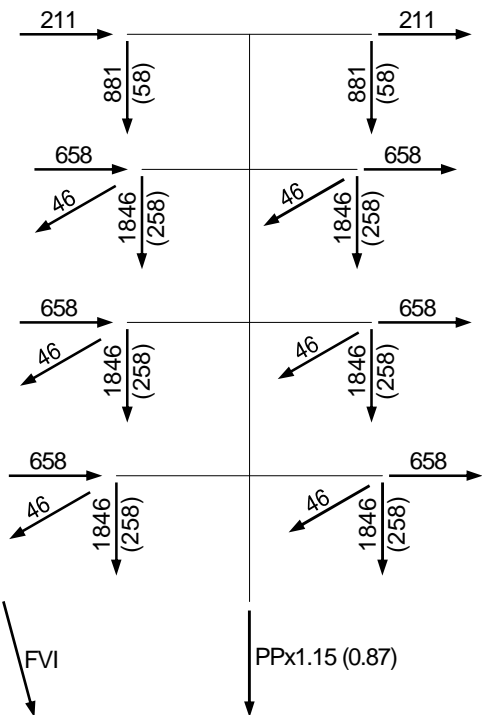
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO MANUTENÇÃO)



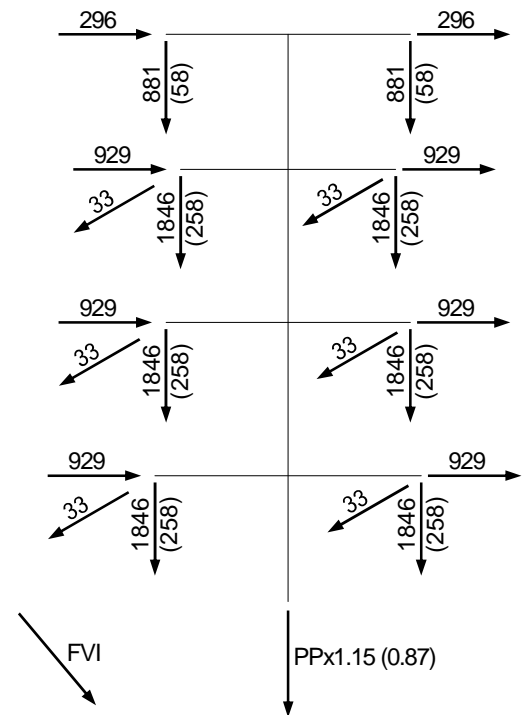
HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



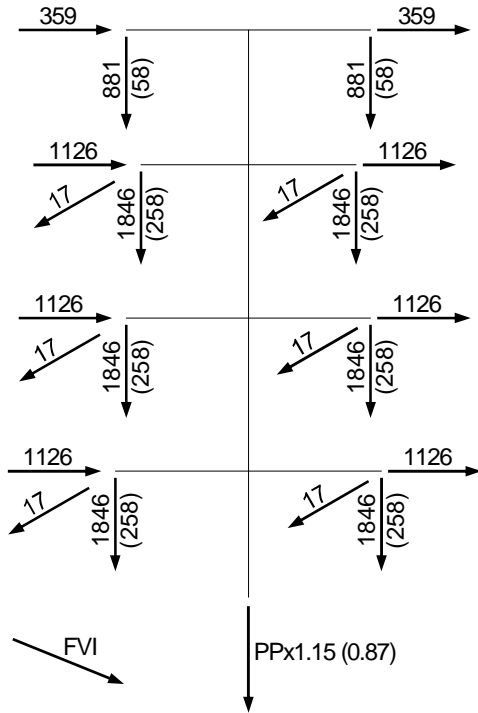
HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



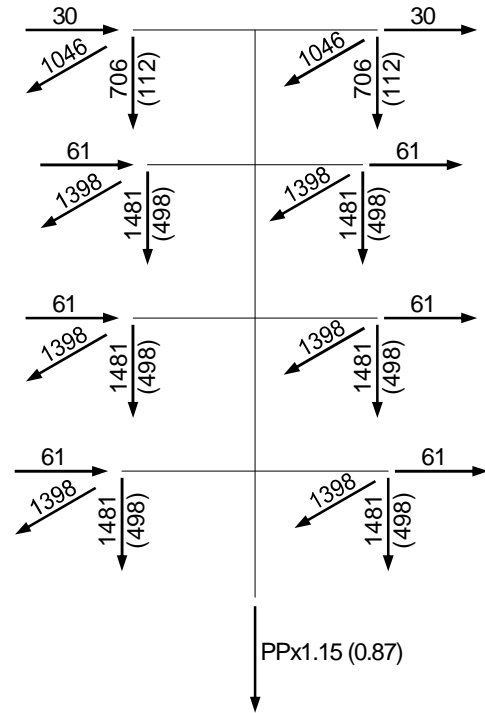
HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



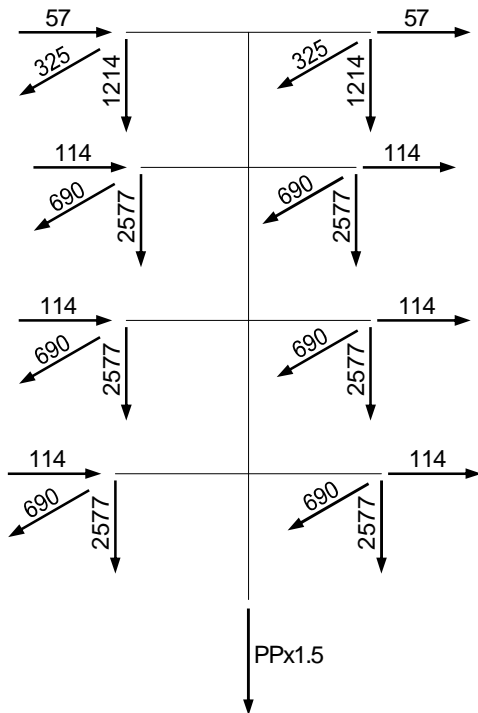
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75°)
(CABOS INTACTOS)

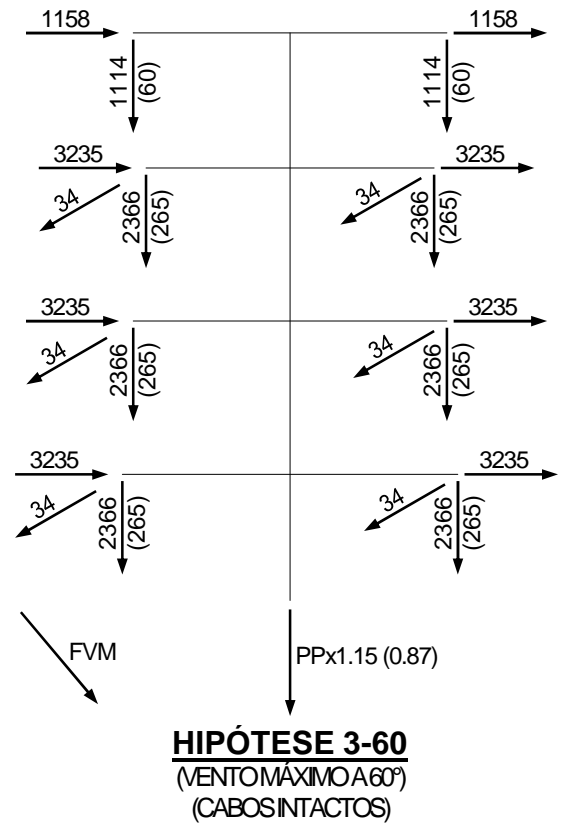
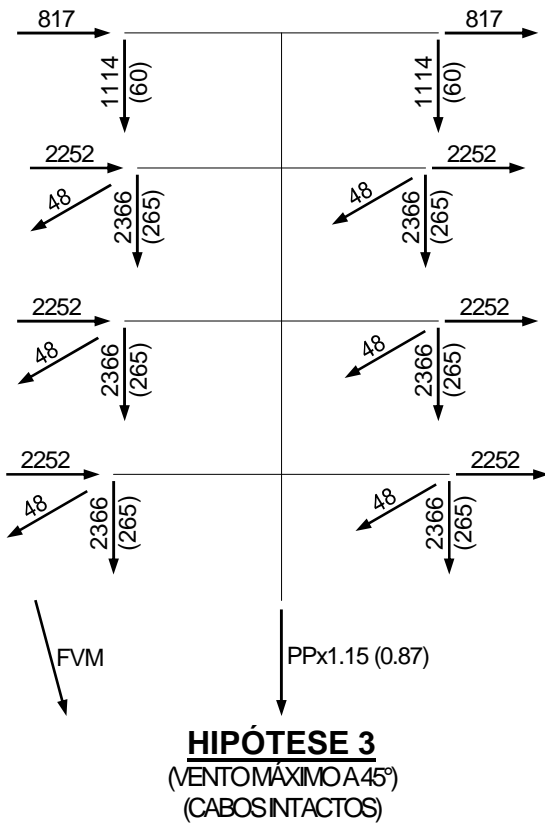
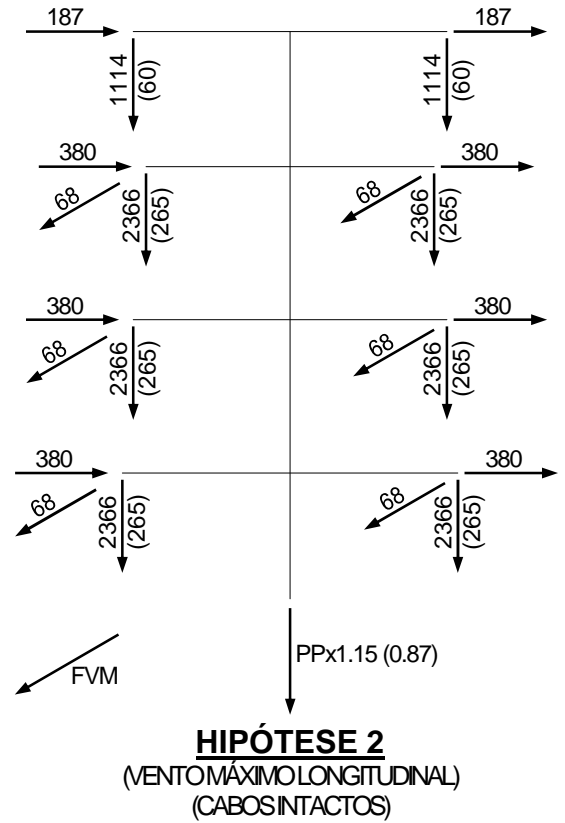
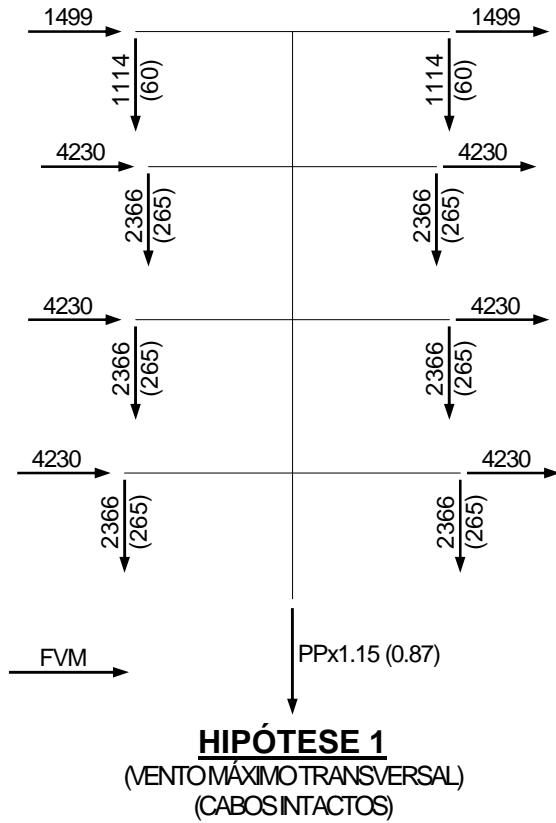


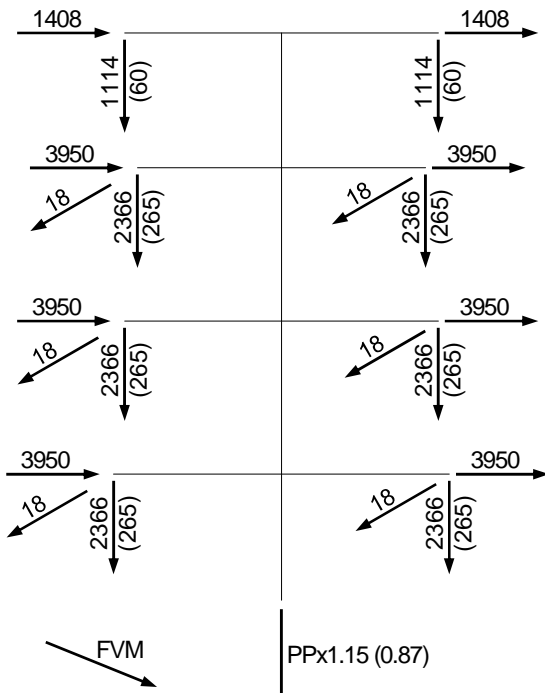
HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)



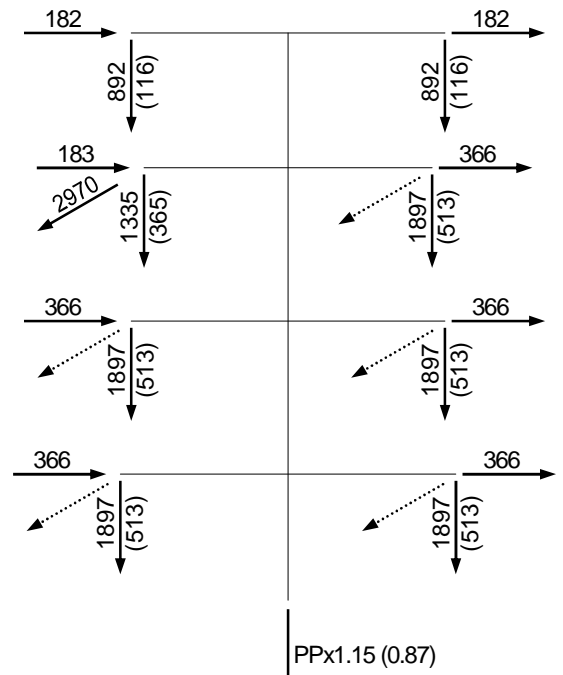
HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

5.6.11.3 ESTRUTURA DE SUSPENSÃO TIPO IPXSP

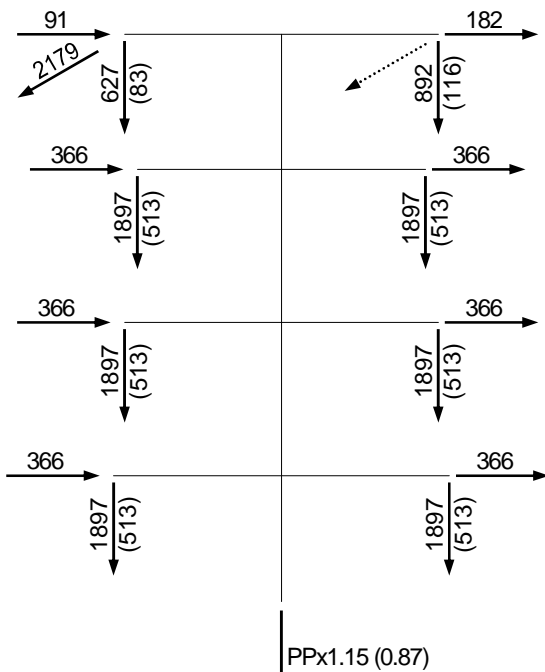




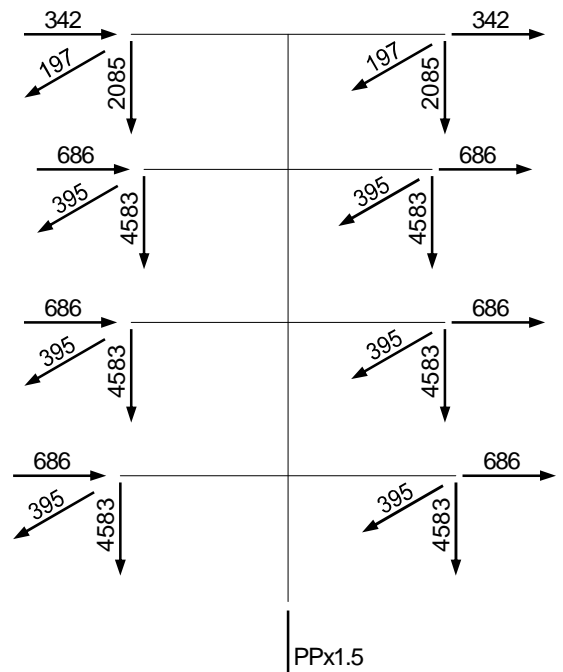
HIPÓTESE 3-75
(VENTO MÁXIMO A 75°)
(CABOS INTACTOS)



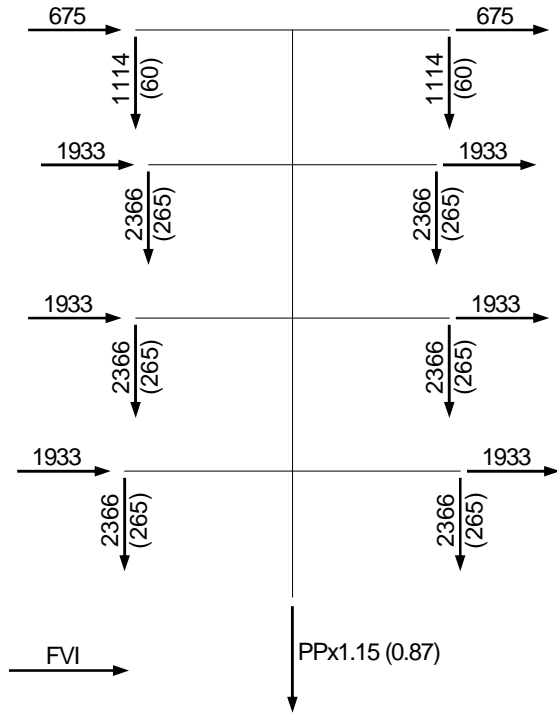
HIPÓTESE 4
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



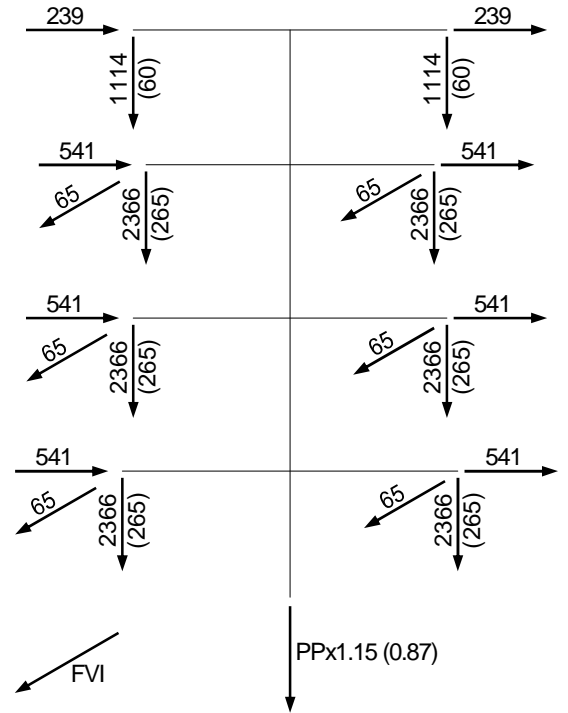
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



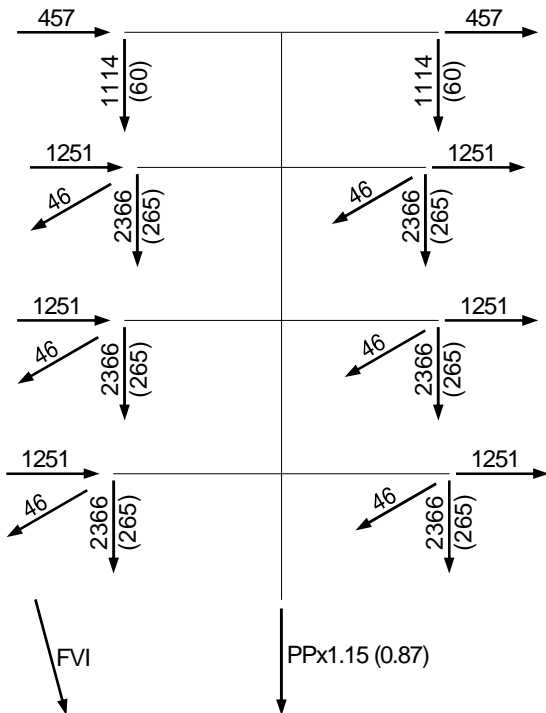
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO MANUTENÇÃO)



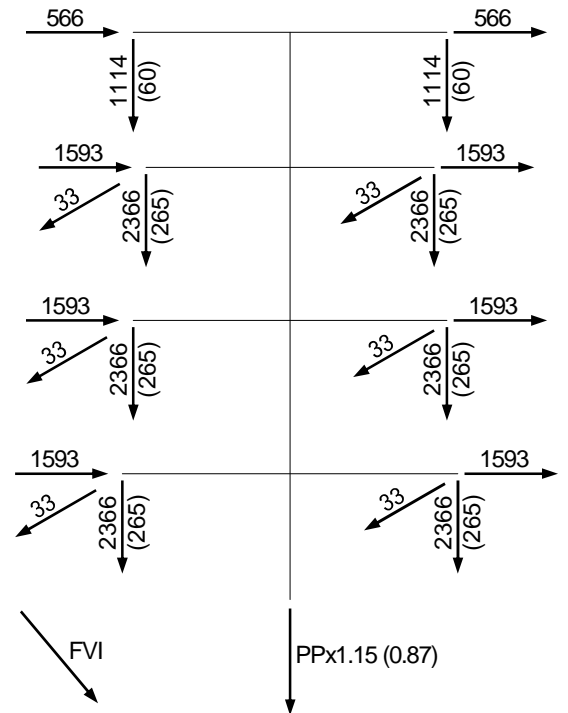
HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



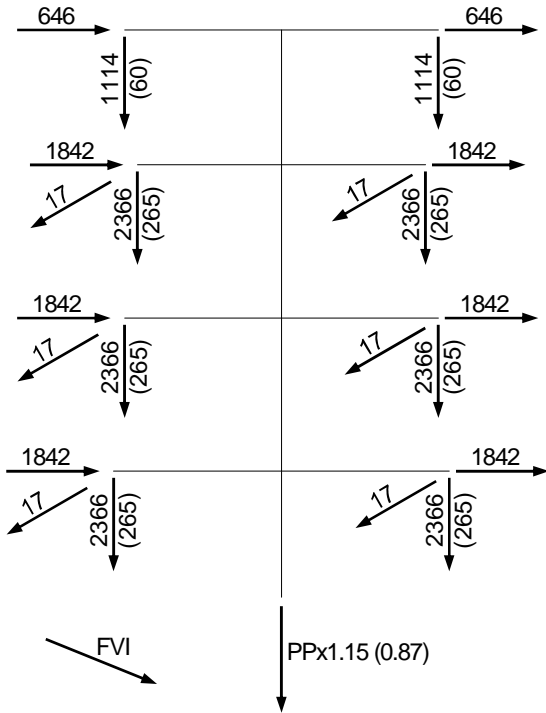
HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



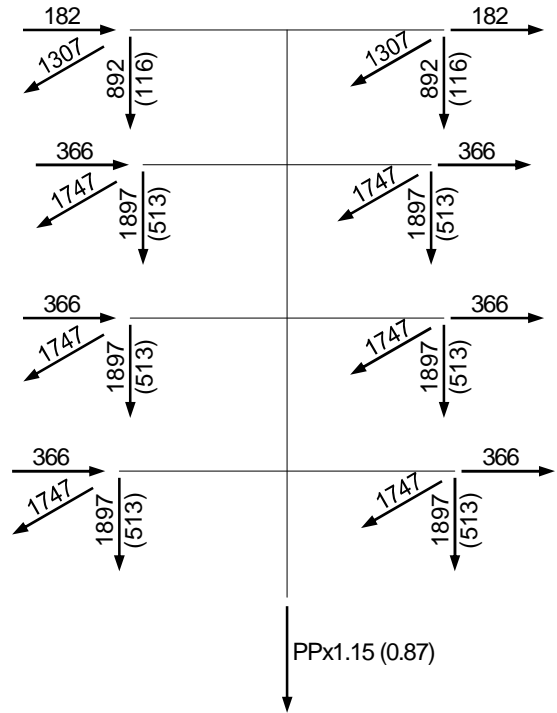
HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



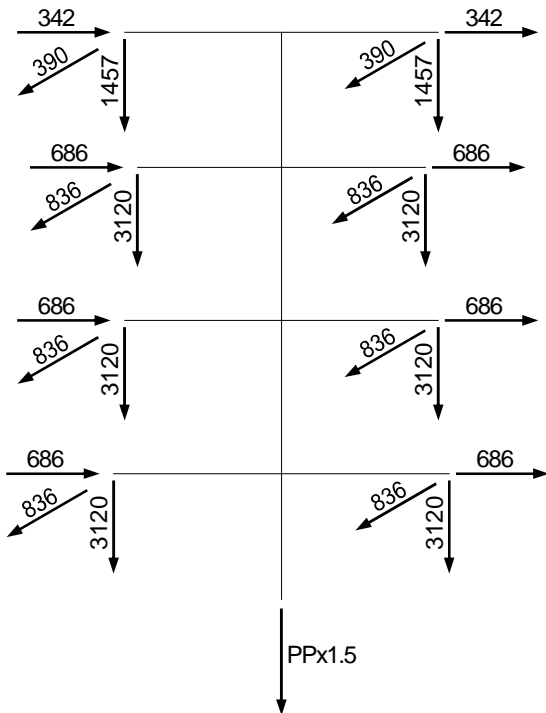
HIPÓTESE 9-60
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 60°)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9-75
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 75°)
(CABOS INTACTOS)

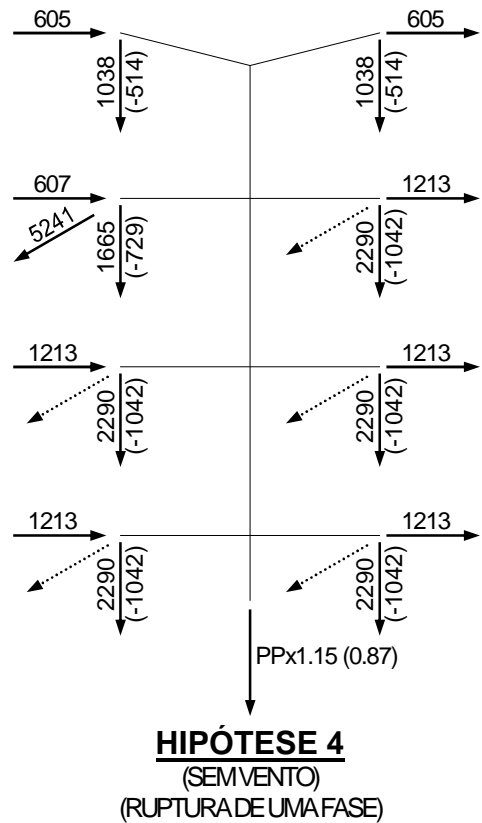
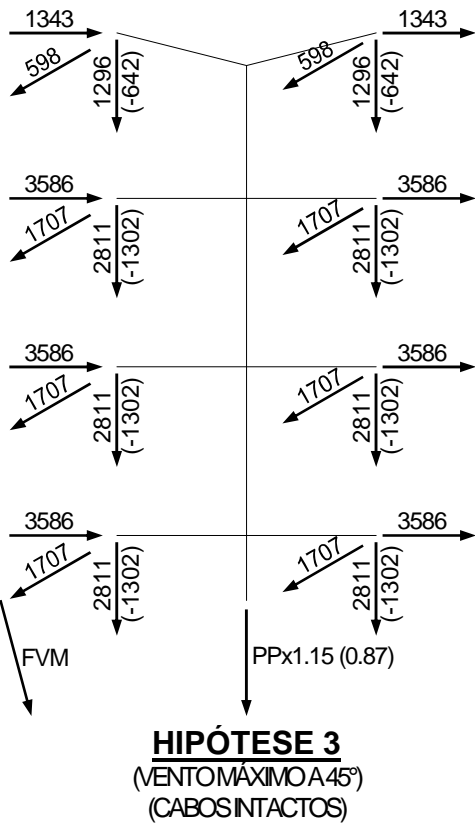
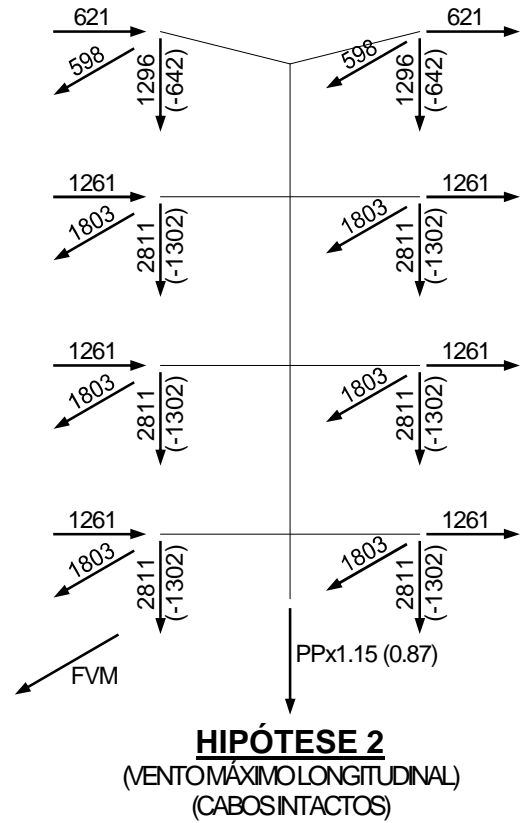
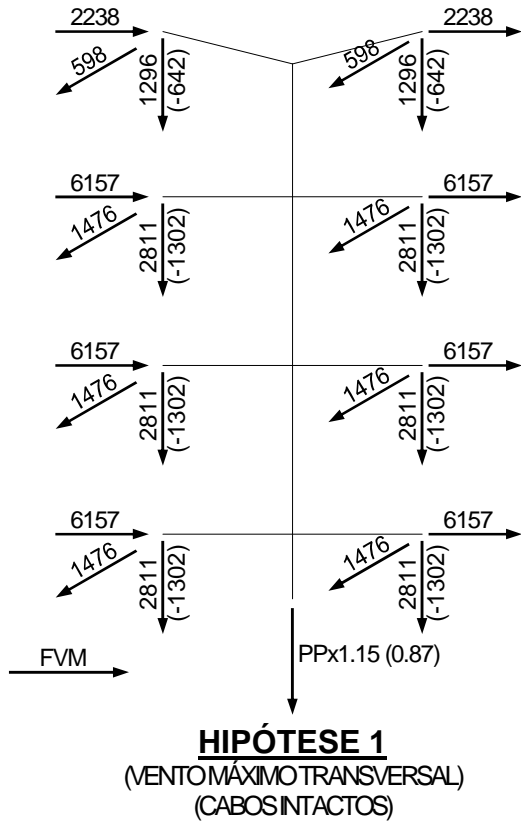


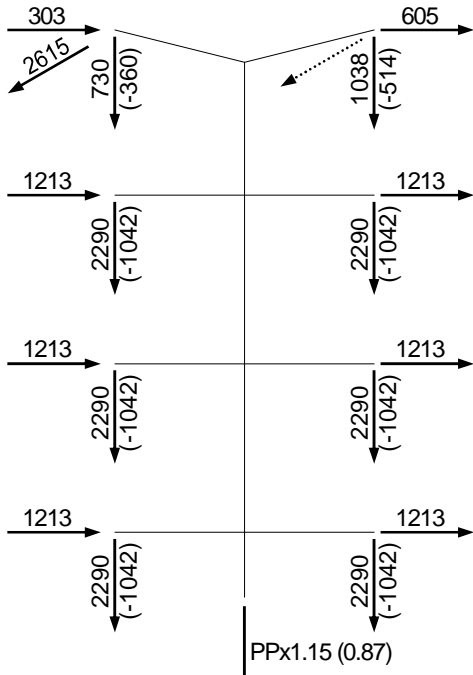
HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)



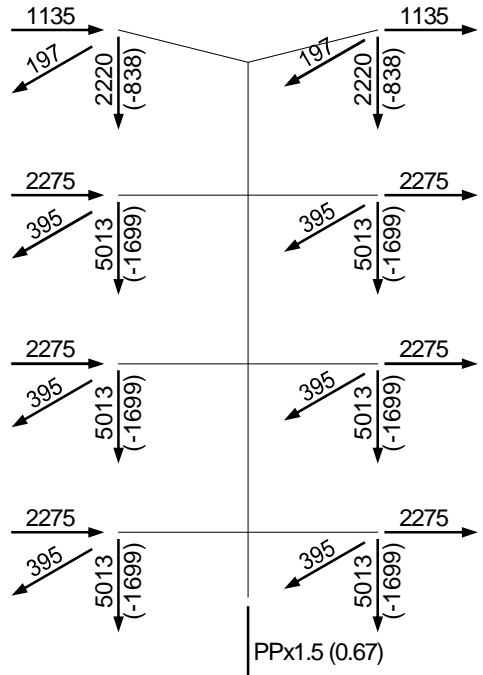
HIPÓTESE 11
(SEM VENTO)
(GRAMPEAMENTO)

5.6.11.4 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO IPXA1

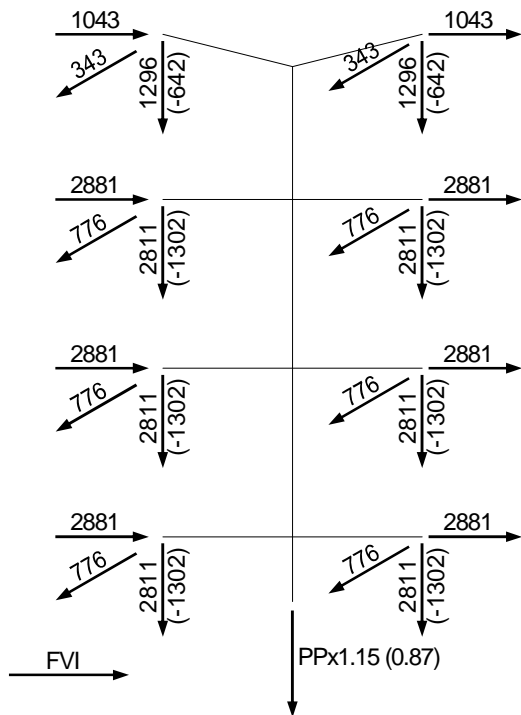




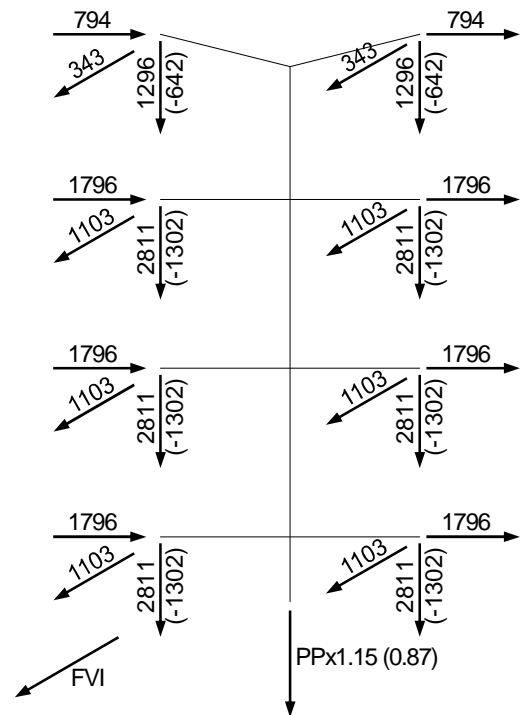
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



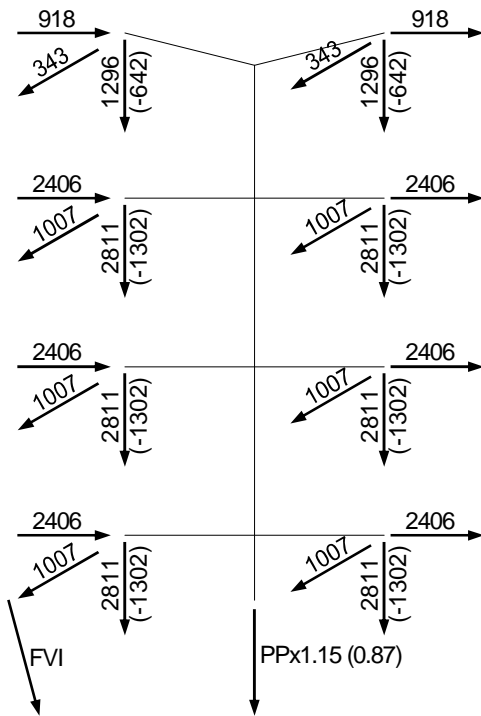
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO MANUTENÇÃO)



HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)

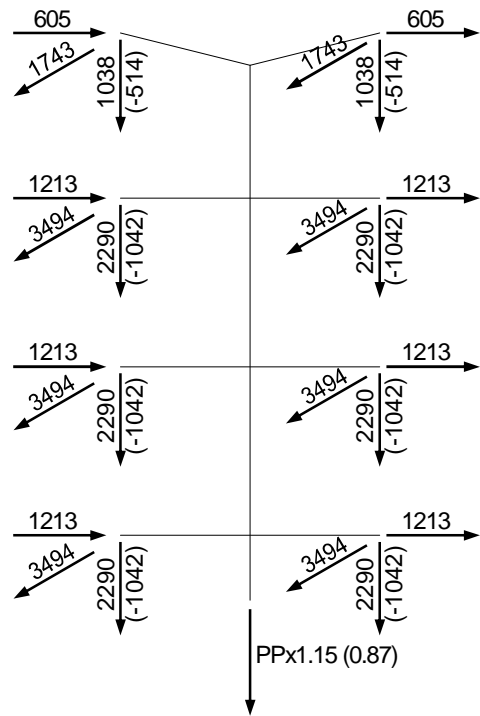


HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9

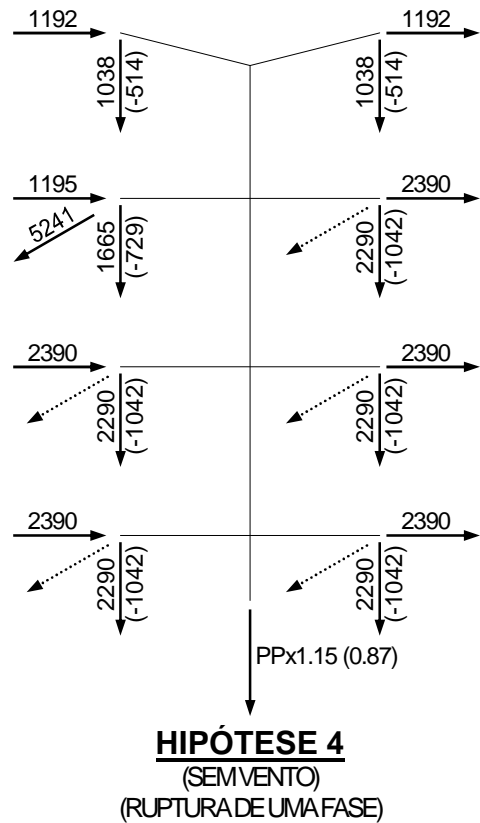
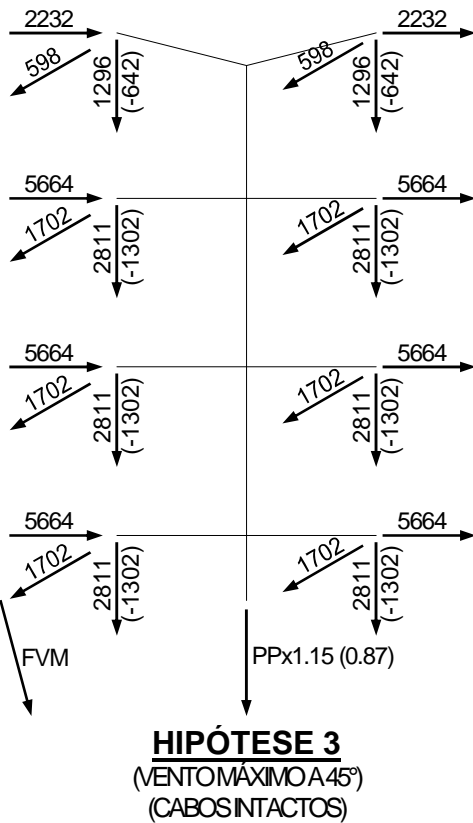
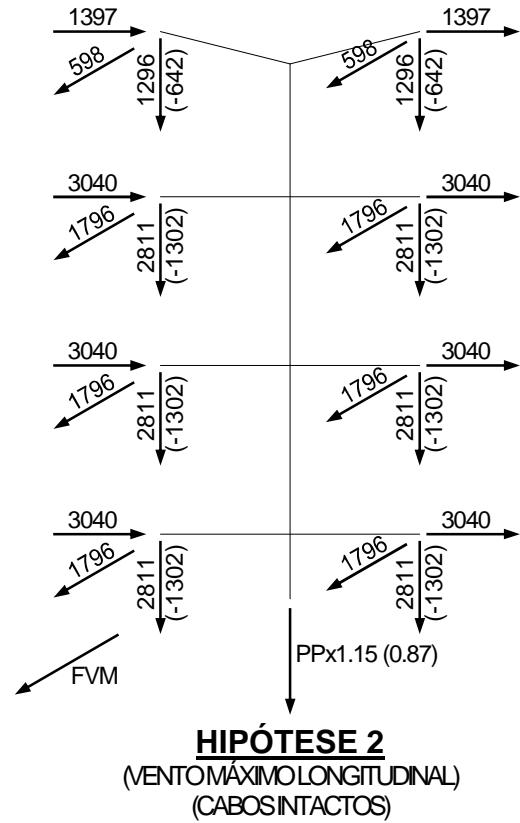
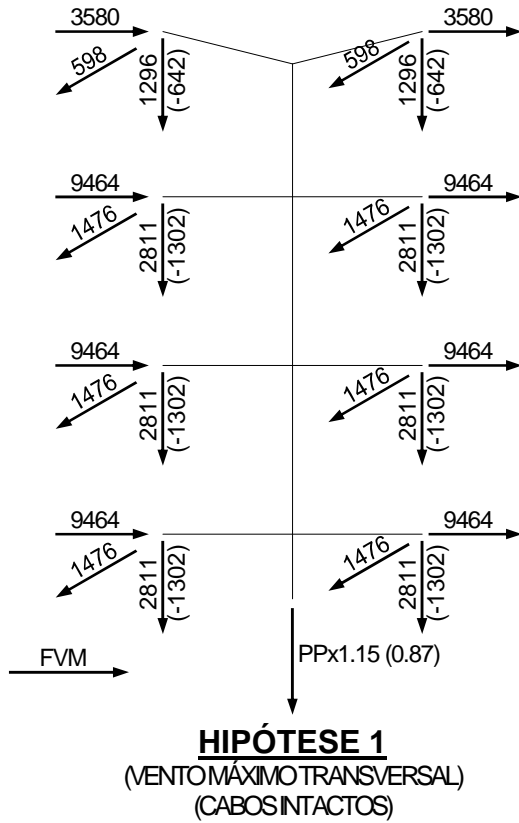
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)

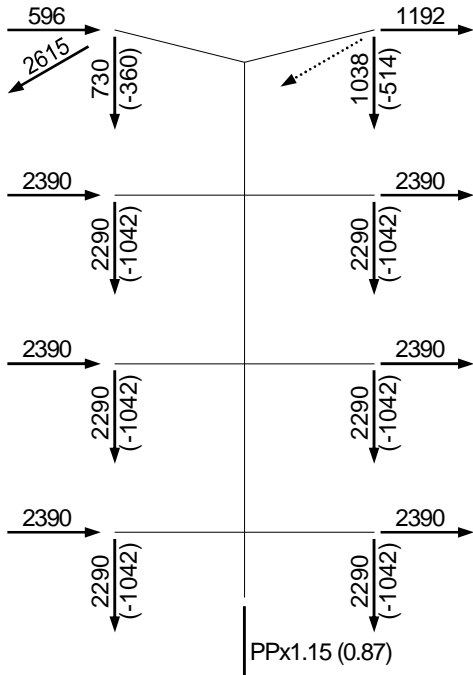


HIPÓTESE 10

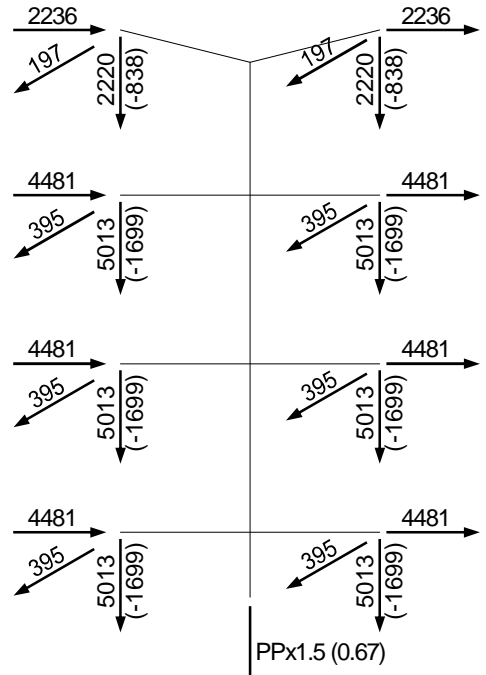
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

5.6.11.5 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO IPXA2

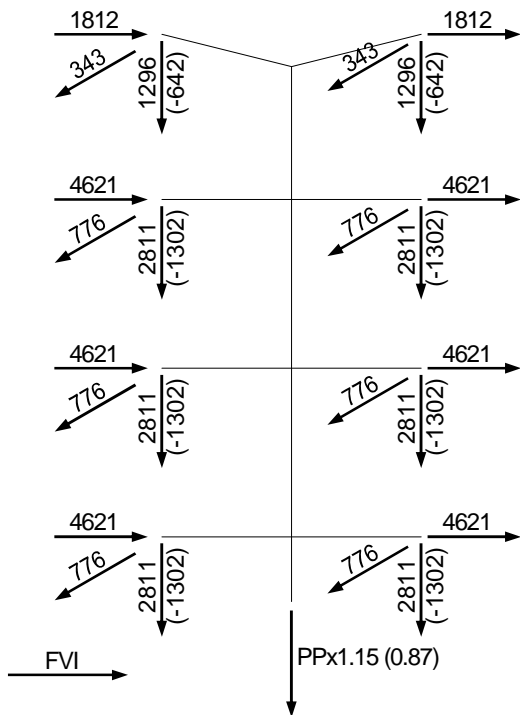




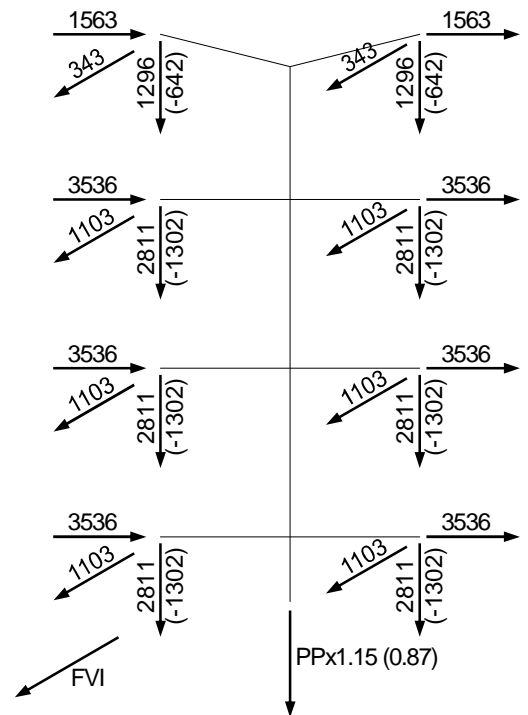
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



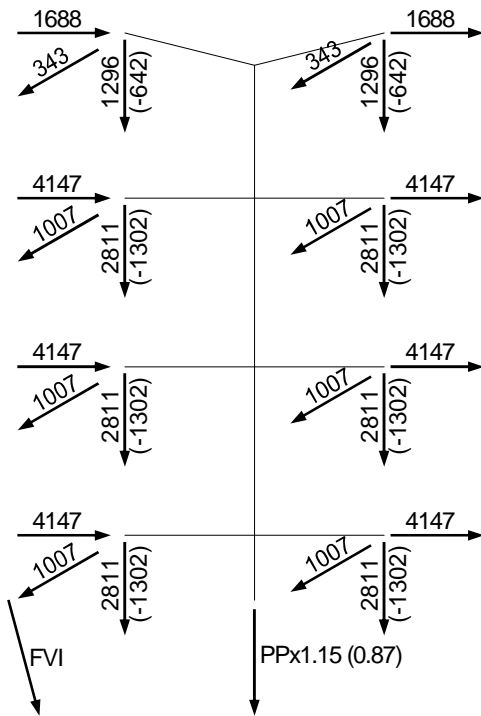
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



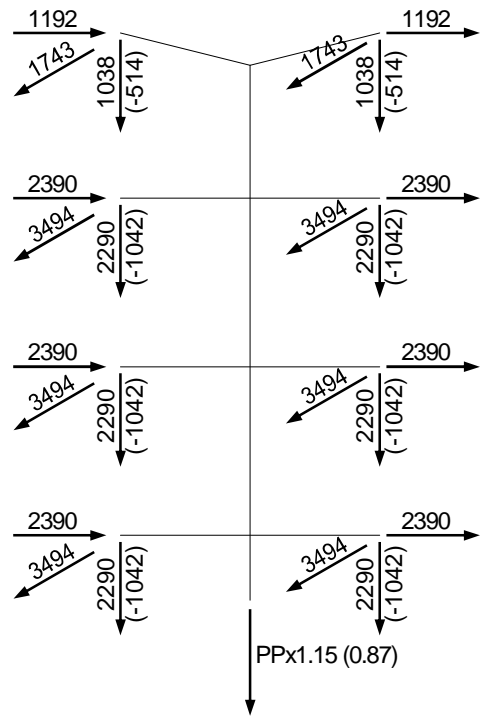
HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)

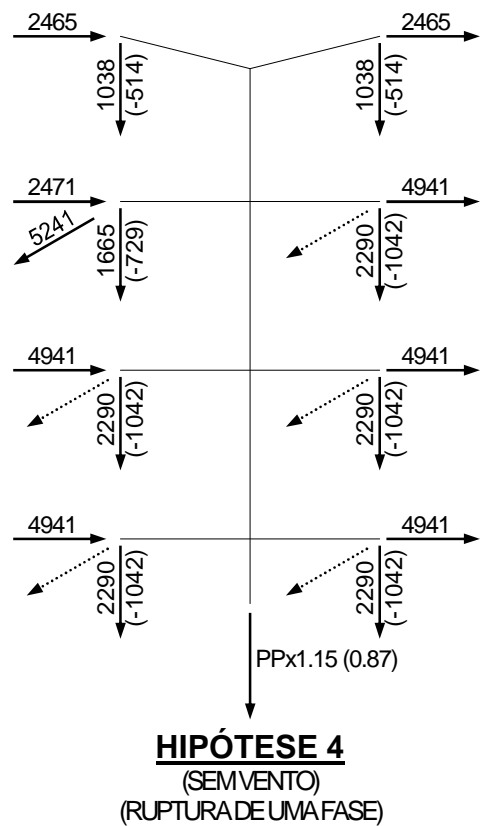
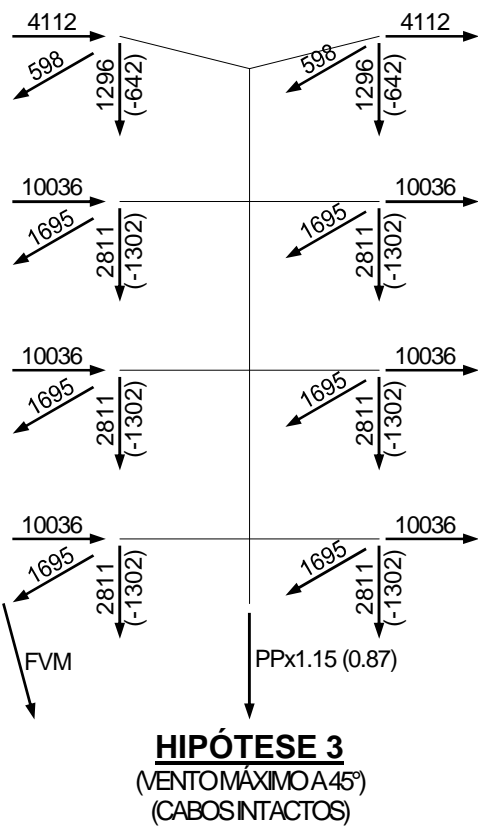
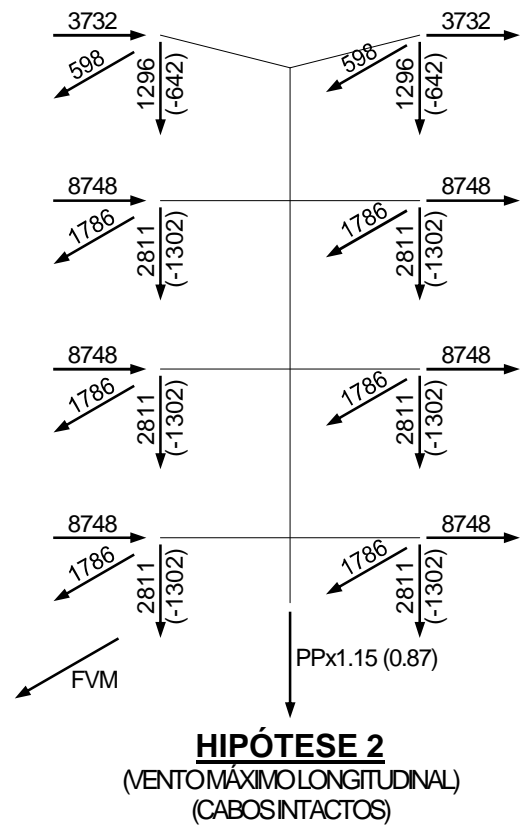
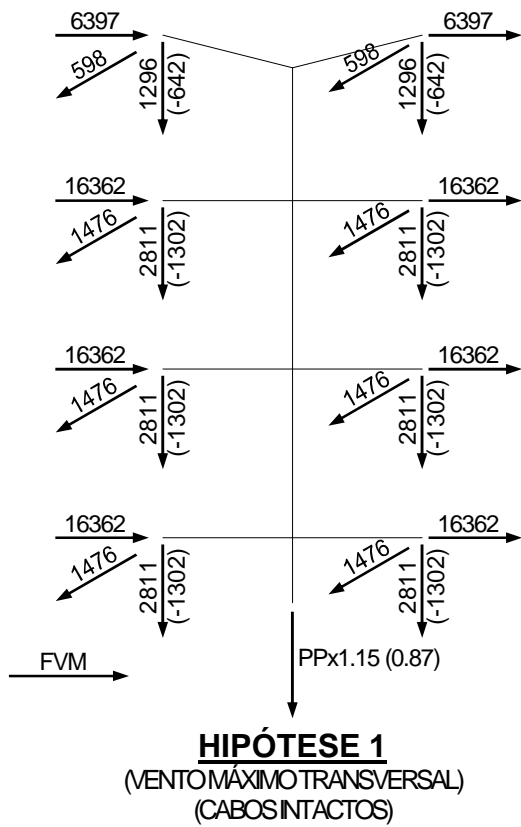


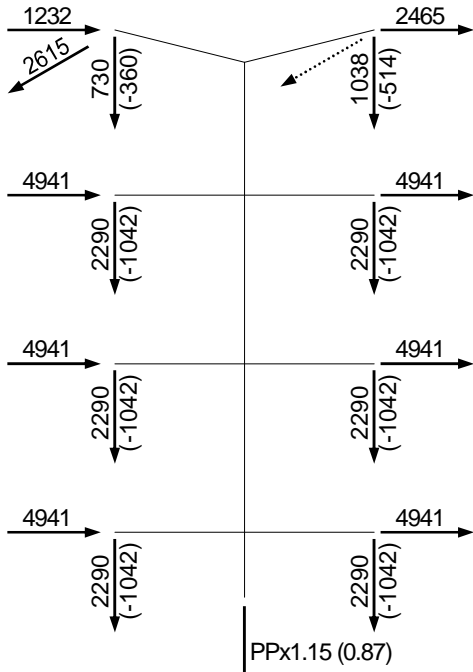
HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



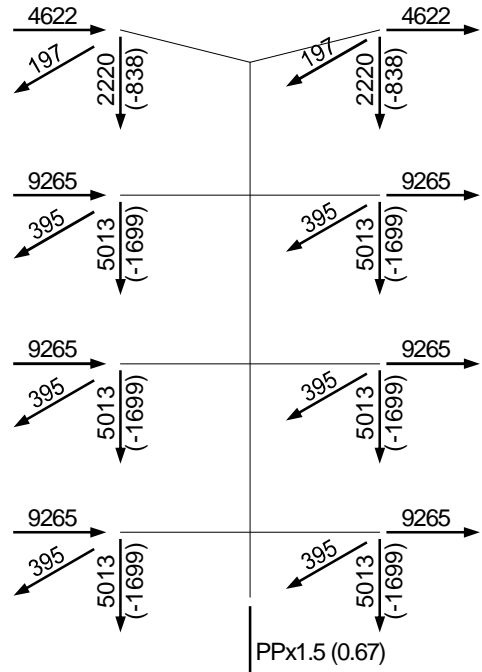
HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

5.6.11.6 ESTRUTURA DE ANCORAGEM MEIO DE LINHA TIPO IPXAT

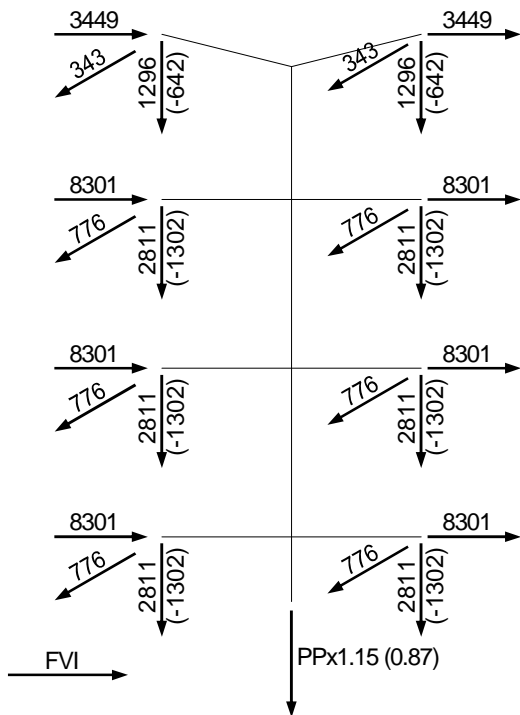




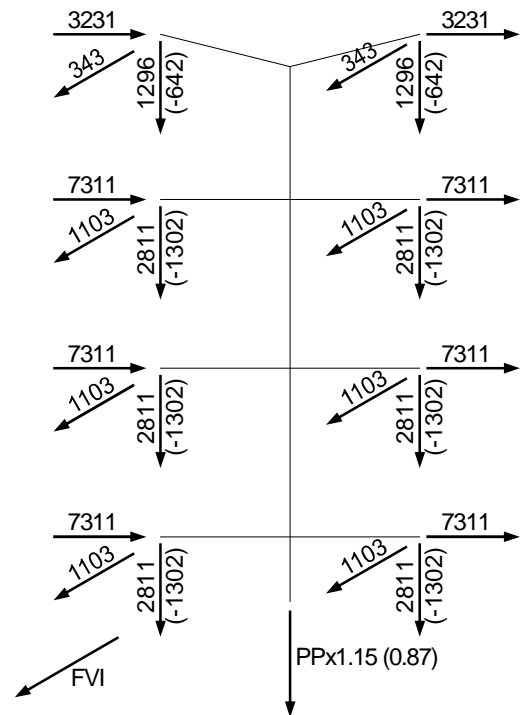
HIPÓTESE 5
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



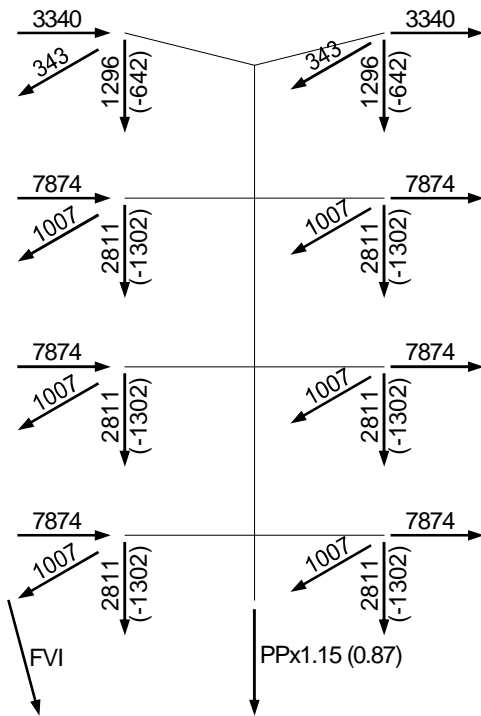
HIPÓTESE 6
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



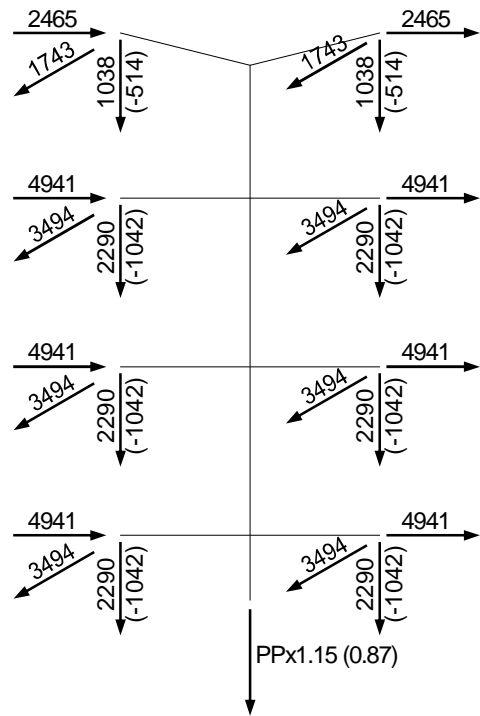
HIPÓTESE 7
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)

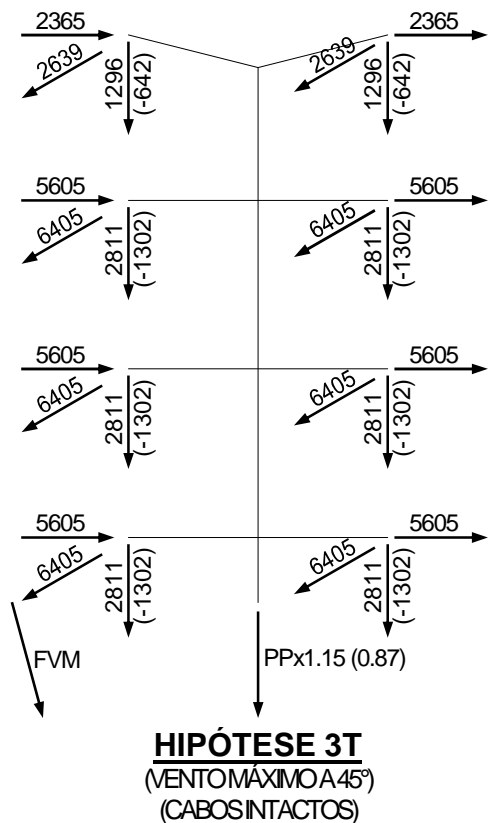
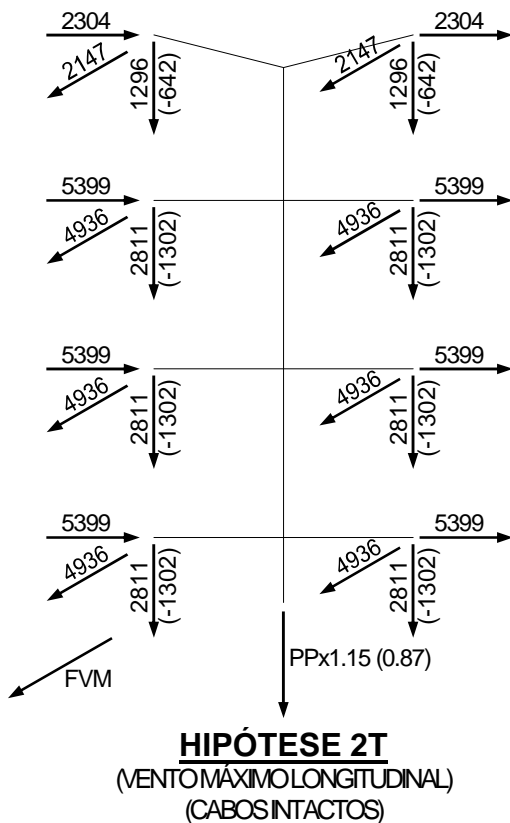
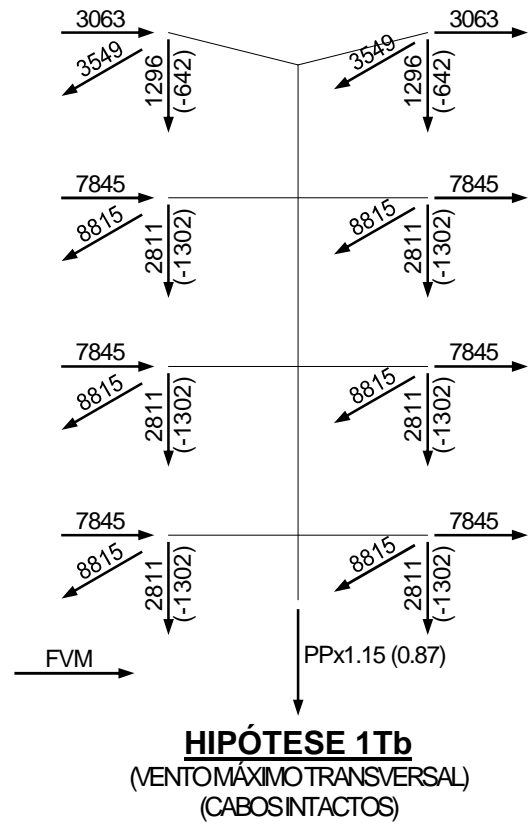
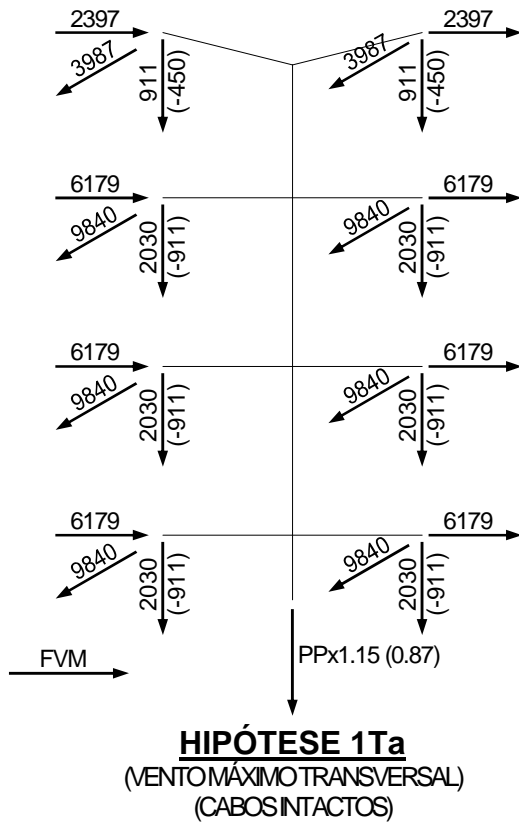


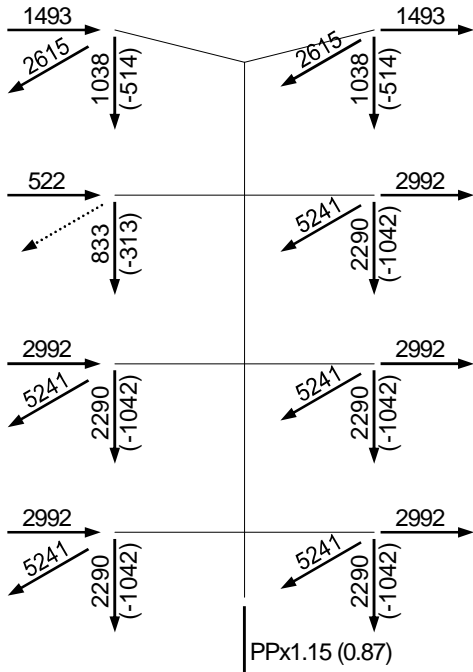
HIPÓTESE 9
(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)



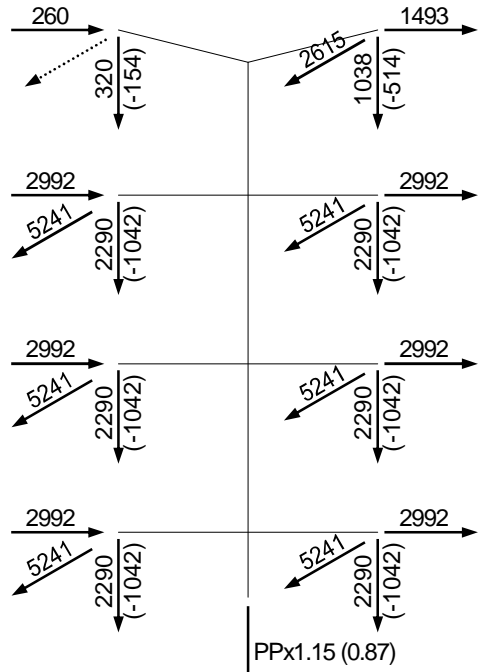
HIPÓTESE 10
(SEM VENTO)
(CONTENÇÃO DE QUEDA EM CASCATA)

5.6.11.7 ESTRUTURA DE ANCORAGEM FIM DE LINHA TIPO IPXAT

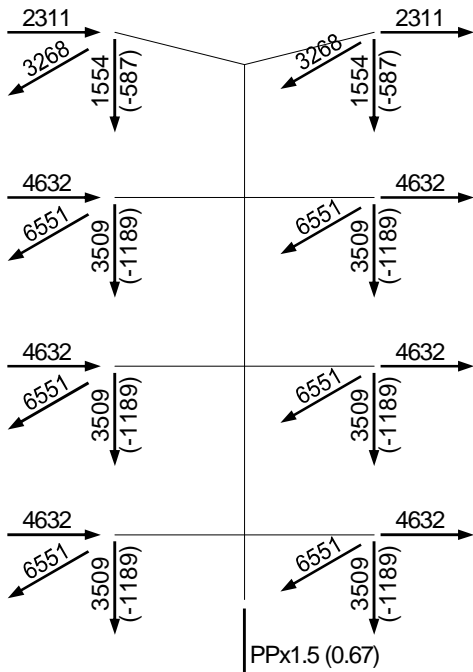




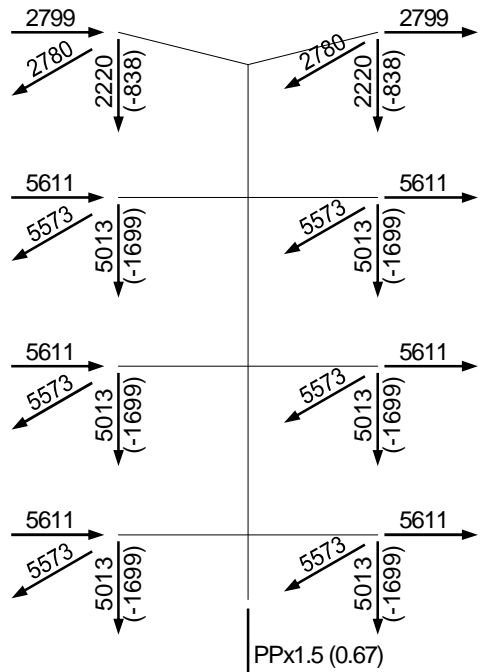
HIPÓTESE 4T
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UMA FASE)



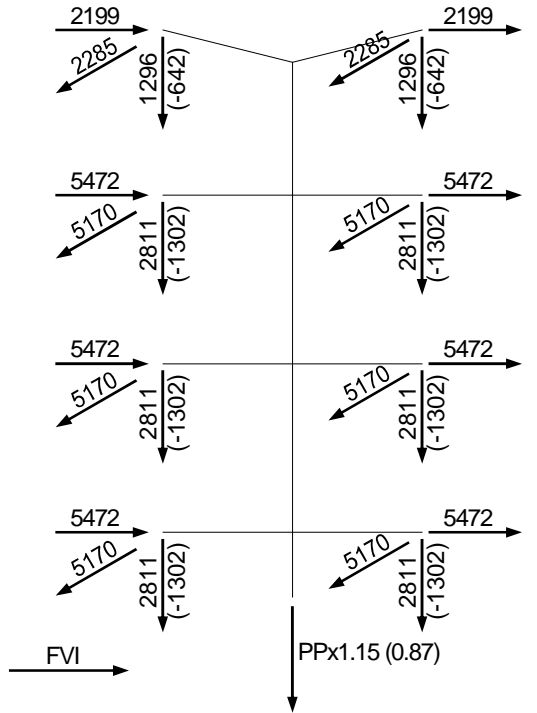
HIPÓTESE 5T
(SEM VENTO)
(RUPTURA DE UM PÁRA-RAIOS)



HIPÓTESE 6Ta
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)

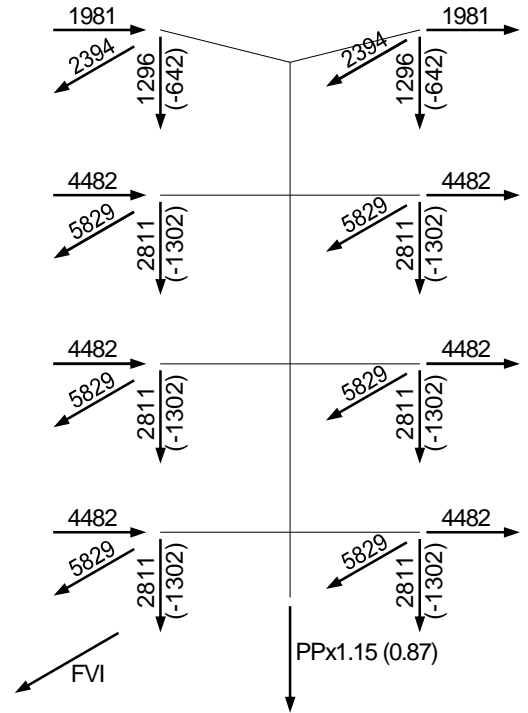


HIPÓTESE 6Tb
(SEM VENTO)
(CONSTRUÇÃO/MANUTENÇÃO)



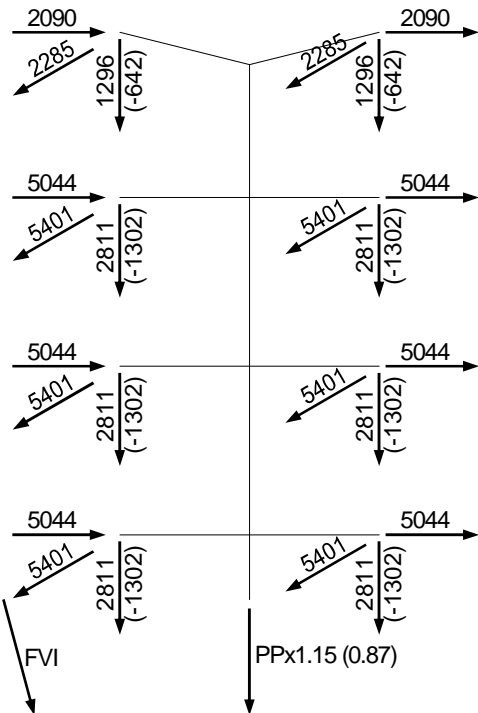
HIPÓTESE 7T

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE TRANSVERSAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 8T

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE LONGITUDINAL)
(CABOS INTACTOS)



HIPÓTESE 9T

(VENTO DE ALTA INTENSIDADE A 45°)
(CABOS INTACTOS)

6 DIRETRIZES PARA O DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

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

$$S_d \leq \emptyset_R R_K, \text{ onde:}$$

- 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.
- \emptyset_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 Steel Transmission Structures" e NBR 8850 - "Execução de Suportes Metálicos Treliçados para Linhas de Transmissão".

6.2 Para o dimensionamento estrutural deverão ser previstos ensaios de carregamento de protótipo para a torre IPXEL. Portanto, os seguintes valores deverão ser utilizados para o coeficiente de resistência (\emptyset_R):

- Estrutura IPXEL: $\emptyset_R = 0.93$
- Estruturas IPXSL e IPXSP: $\emptyset_R = 0.90$
- Estruturas IPXA1, IPXA2 e IPXAT: $\emptyset_R = 0.85$

6.3 Para o dimensionamento dos estais deverá ser considerado um fator adicional de minoração da resistência limite igual a 0.75.

6.4 Para a estrutura estaiada será obrigatória a verificação estrutural considerando-se os efeitos de segunda ordem decorrentes dos deslocamentos da estrutura (análise não-linear geométrica).

6.5 A pré-tensão nos estais, usualmente na faixa de 8% a 12% da respectiva carga de ruptura, deverá ser levada em conta na análise estrutural das torres estaiadas.

6.6 Todas as estruturas estaiadas devem ser projetadas com furações adequadamente posicionadas e dimensionadas de modo a permitir o içamento de uma torre horizontalmente montada, completa ou parcialmente, a partir do solo até sua posição vertical definitiva. Os desenhos de detalhamento correspondentes deverão esclarecer completamente todas as condições a serem observadas para o içamento da estrutura a partir de tais furações.

6.7 As barras horizontais da estrutura situadas próximo às fixações das cadeias de isoladores deverão suportar uma carga vertical de 400 kg, aplicada em seu ponto médio, sem deformação permanente.

6.8 Todas as barras da estrutura inclinadas a menos de 45° com a horizontal deverão suportar uma carga vertical de 100 kg, aplicada em seu ponto médio, sem deformação permanente.

6.9 Todas as barras de contraventamento da estrutura, inclusive barras com esforço calculado, deverão suportar uma carga de compressão mínima equivalente a 2.5% da carga máxima de compressão atuante na barra contraventada.

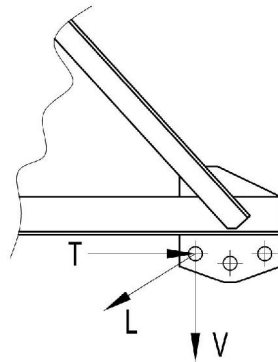
6.10 As mísulas dos condutores das estruturas de ancoragem tipos IPXA1 e IPXA2 devem ser projetadas com detalhe para fixação da cadeia de passagem do "Jumper" apenas no ponto central da mísula.

6.11 As mísulas dos condutores da estrutura de ancoragem tipo IPXAT devem ser projetadas com detalhes para fixações da cadeia de passagem do "Jumper" no ponto central da mísula e nas duas extremidades, junto às faces transversais da estrutura.

6.12 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 de manutenção. A carga máxima admitida em cada um desses pontos (furos) auxiliares deve ser explicitamente indicada nos respectivos desenhos de montagem das estruturas.

6.13 Nas estruturas de suspensão, os furos auxiliares utilizados para sustentação dos cabos durante as operações de grampeamento deverão ser capazes de suportar a aplicação das cargas da Hipótese 11 da forma localmente mais desbalanceada, conforme se explica adiante:

- As cargas referentes às fases deverão ser aplicadas em 1 dos 2 furos auxiliares para montagem/manutenção localizados nas respectivas peças de ataque, conforme esquema adiante:



- Os 2 furos externos na peça acima são os furos auxiliares e o furo central é o furo permanente para fixação das fases.

6.14 Em torres de suspensão submetidas a teste de carga, a Hipótese 11 deverá ser obrigatoriamente testada.

6.15 Para dimensionamento das fundações e dos stubs deverá ser considerado um fator de sobrecarga adicional de 1.10.

6.16 Para dimensionamento dos stubs deverá ser considerado concreto com f_{ck} (resistência característica a 28 dias) igual a 200 kgf/cm².



Anexo 6.C Projeto Básico – Fundações típicas


<i>Rev.</i>	<i>Discriminação das revisões</i>	<i>Data</i>	<i>Proj.</i>	<i>Verif.</i>	<i>Aprov.</i>
C	Conforme comentários do analista	11/09/2019	SJB	AMN	RBG
B	Conforme comentários do analista	09/09/2019	SJB	AMN	RBG
A	Emissão inicial	04/07/2019	SJB	AMN	RBG

RESPONSÁVEL TÉCNICO: ALESSANDRO MARQUES ENG° CIVIL 98976/D-PR	PROJETO:  Transmissão e Distribuição	CLIENTE:  Uma empresa do Grupo CPFL Energia
--	--	--

LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2
LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2


PROJETO BÁSICO
CAPÍTULO 9 – FUNDAÇÕES TÍPICAS

Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002	Fl. 1/16
-------------------------------	---	----------

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		FUNDAÇÕES TÍPICAS		
		Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002		C	2 de 16	

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	3
2. NORMAS E REFERÊNCIAS.....	3
3. TIPOS DE FUNDAÇÃO A SEREM UTILIZADAS.....	3
3.1. FUNDAÇÃO EM TUBULÃO.....	4
3.2. FUNDAÇÃO EM TUBULÃO REVESTIDO.....	4
3.3. FUNDAÇÃO EM SAPATA.....	4
3.4. FUNDAÇÃO MASTRO CENTRAL PARA ESTRUTURA ESTAIADAS.....	5
3.5. FUNDAÇÃO EM PLACAS PRÉ-MOLDADAS – VIGAS PARA ESTAIS.....	5
3.5. FUNDAÇÃO EM ESTACA HELICOÍDAL.....	5
3.6. FUNDAÇÃO EM BLOCO ANCORADO EM ROCHA.....	5
4. CRITÉRIOS.....	6
4.1. CRITÉRIOS GERAIS.....	6
4.2. ESPECIFICAÇÕES PARA ESTADO LIMITE ÚLTIMO.....	6
4.3. VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS FUNDAÇÕES.....	7
5. FATORES DE SEGURANÇA DAS FUNDAÇÕES.....	8
6. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS.....	8
7. DEFINIÇÃO DA FUNDAÇÃO.....	9
7.1. CRITÉRIO PARA DEFINIÇÃO DA FUNDAÇÃO.....	9
7.2. FUNDAÇÃO EM TUBULÃO.....	9
7.3. FUNDAÇÃO EM TUBULÃO REVESTIDO.....	9
7.4. FUNDAÇÃO EM SAPATA.....	9
7.5. FUNDAÇÃO EM MASTRO CENTRAL.....	10
7.6. FUNDAÇÃO EM ESTACA HELICOÍDAL.....	10
7.7. FUNDAÇÃO EM BLOCO ANCORADO EM ROCHA.....	10
7.8. FUNDAÇÃO EM PLACAS PRÉ-MOLDADAS – VIGAS PARA ESTAIS.....	10
8. PLANILHA DE DEFINIÇÃO DAS FUNDAÇÕES.....	10
ANEXO.....	12
FUNDAÇÕES PARA TORRES AUTOPORTANTE – SUSPENSÃO E ANCORAGENS.....	12
FUNDAÇÕES PARA TORRES AUTOPORTANTES – SUSPENSÃO.....	13
FUNDAÇÃO PARA TORRES AUTOPORTANTES.....	14
FUNDAÇÃO PARA MASTRO CENTRAL – TORRES ESTAIADAS.....	15
FUNDAÇÃO PARA ANCORAGEM EM ESTAI – TORRES ESTAIADAS.....	16

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		FUNDAÇÕES TÍPICAS		
		Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002	C	3 de 16		

1. OBJETIVO

Os itens a seguir estabelecem os critérios básicos para o dimensionamento das fundações a serem utilizadas nas estruturas da LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 e LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2.

2. NORMAS E REFERÊNCIAS

- 1) NBR 6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado - 2014;
- 2) NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações - 2010;
- 3) José Carlos A. Cintra, Nelson Aoki: Carga Admissível em Fundações Profundas: EESC – USP - São Carlos – SP - 1999;
- 4) Homero Pinto Caputo: Mecânica dos Solos e suas Aplicações, Editora Livros Técnicos e Científicos Ltda., 6a, edição - 1987;
- 5) NBR 6484 - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio - 2001
- 6) NBR 9603 - Sondagens a Trado - 2015
- 7) NBR 6502 - Rochas e Solos – 1995

3. TIPOS DE FUNDAÇÃO A SEREM UTILIZADAS

Para execução dos projetos de fundação é condição básica que todas as fundações sejam padronizadas para cada tipo de estrutura e para solos típicos existentes previamente identificados e classificados ao longo do eixo da LT. Somente os projetos de casos especiais, por questões peculiares do solo, topografia ou das torres, com previsão de baixa frequência, não têm seu projeto padronizado.

É condição necessária que em todas as torres tenham sido realizadas sondagens ou inspeção de campo de forma a se ter uma completa identificação e suficiente conhecimento das características geotécnicas dos solos em conformidade com o tipo de fundação prevista para uso na LT.

No item 5 estão indicados os critérios a serem seguidos para a escolha da fundação a ser adotada em cada torre.

Serão utilizados basicamente os seguintes tipos de fundações na LT:

	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	FUNDAÇÕES TÍPICAS		
	Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV. C	FL. 4 de 16
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002			

3.1. FUNDAÇÃO EM TUBULÃO

Consiste numa fundação profunda de concreto armado de forma cilíndrica, escavada a céu aberto ou mecanicamente, com base alargada ou não e profundidade variável, não inferior 3,00m de profundidade.

Esta fundação dispensa reaterro e compactação após sua execução. Nos locais íngremes permite uma variação dos afloramentos das pernas da torre, adaptando-as à inclinação do terreno, diminuindo o impacto ambiental e, em casos de surgimento de rocha, facilita a substituição do tipo de fundação. O afloramento do fuste não deve ser superior a 1,40m.

Poderá ser feita escavação mecânica nas regiões planas ou pouco ondulada. As escavações dos fustes dos tubulões deverão ser protegidas mecanicamente, por dispositivos que garantam a segurança física dos trabalhadores.

3.2. FUNDAÇÃO EM TUBULÃO REVESTIDO


São fundações de seção circular sem base alargada, executadas mediante a utilização de tubos ou anéis de concreto para escoramento do solo escavado.

Este tipo de fundação permite a escavação abaixo do nível do lençol freático, desde que o solo tenha uma baixa permeabilidade e que se disponha de um adequado equipamento para o esgotamento da água infiltrada.

3.3. FUNDAÇÃO EM SAPATA

Consiste numa fundação rasa de concreto armado, executada com escavação total, isto é, retirada de todo o terreno localizado acima da cota de assentamento da fundação. Há necessidade de reaterro da fundação e o fuste poderá ser reto ou inclinado.

Deverá ser executada compactação em camadas de 20 cm de espessura com umidade adequada e por meio de equipamento mecânico.

	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	FUNDAÇÕES TÍPICAS		
	Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV. C	FL. 5 de 16
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002			

3.4. FUNDAÇÃO MASTRO CENTRAL PARA ESTRUTURA ESTAIADAS

Esse tipo de fundação se caracteriza por serem sapatas com fuste reto, executados no canteiro de obras de forma pré-moldada mediante a utilização de formas metálicas.

3.5. FUNDAÇÃO EM PLACAS PRÉ-MOLDADAS – VIGAS PARA ESTAIS

Esse tipo de fundação se caracteriza por serem placas de concreto armado ou vigas de seção L, executados no canteiro de obras de forma pré-moldada mediante a utilização de formas metálicas.

A escavação para colocação dessas vigas será feita de forma mecanizada no ponto de locação do eixo da placa tendo como referência o ponto de fincamento do estai.


O reaterro dessa fundação deverá ser feito com material de boa qualidade, utilizando, se possível, o próprio solo removido das escavações. A compactação deverá ser executada em camadas de 20 cm de espessura com umidade adequada e por meio de equipamento mecânico.

3.5. FUNDAÇÃO EM ESTACA HELICOÍDAL

As estacas metálicas helicoidais consistem em uma série de hélices de forma circular, feitas em chapa de aço soldadas a um tubo central com um determinado espaçamento entre elas. Essas estacas são instaladas no solo não rochoso com ou sem nível d' água com a aplicação de torque no tubo central. As chapas helicoidais penetram por rotação dentro do solo, com o auxílio de um motor hidráulico. A taxa de avanço é igual a um paço da hélice por revolução de acordo com o avanço da estaca dentro do solo, são conectadas extensões do tubo até encontrar-se a camada com resistência procurada. Esses tipos de estacas poderão ser utilizados tanto para as fundações para ancoragem dos estais como para estaqueamento de blocos em concreto armado.

3.6. FUNDAÇÃO EM BLOCO ANCORADO EM ROCHA

Está fundação poderá ser utilizada na ocorrência de rocha não escavavel manualmente ou mecanicamente, a pequena profundidade (0,20 a 2,5 m), onde a construção de bloco ou sapata simples (peso) é insuficiente para suportar o arrancamento, exigindo, portanto, a sua ancoragem. Serão utilizados chumbadores com diâmetros de 16mm a 25mm, de acordo com a solicitação,

	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	FUNDAÇÕES TÍPICAS		
	Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV. C	FL. 6 de 16
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002			

aço CA-50 A. As ancoragens deverão ser engastadas em rocha sã ou quase sã, mediamente ou pouco fraturada. Para as torres autoportantes quando for possível serão utilizados flanges em substituição aos stubs.

4. CRITÉRIOS

4.1. CRITÉRIOS GERAIS

O dimensionamento das seções de concreto e de aço deve seguir a metodologia dos Estados Limites. As solicitações de projeto correspondentes às árvores de carregamento das estruturas utilizadas na LT e as cargas ultimas nas fundações serão retiradas das memórias de cálculo das estruturas. No Estado Limite Último devem ser utilizadas para verificação de condições de resistência da fundação ($S_d \leq R_d$).

No projeto das fundações, para atender o critério de coordenação de falha, as solicitações transmitidas pela estrutura são calculadas com as cargas de projeto da torre, passam a ser consideradas como cargas de projeto das fundações constantes nas memórias de cálculo das estruturas.

As fundações devem ser dimensionadas considerando as cargas de projeto para estados limites, satisfazendo critérios de resistência e de deformações limites.

4.2. ESPECIFICAÇÕES PARA ESTADO LIMITE ÚLTIMO

Deformação específica do concreto comprimido: $\epsilon_c \leq 0,35 \%$;

Deformação específica da armadura tracionada: $\epsilon_s \leq 1,0 \%$;

Resistência minorada do concreto p/ concreto pré-moldado: $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$;

Resistência minorada do concreto simples: $f_{ck} \geq 20 \text{ MPa}$;

Resistência característica de cálculo do concreto: $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$;

Onde: $\gamma_c = 1,5$ para condições desfavoráveis de execução, transporte e lançamento;



$\gamma_c = 1,4$ para condições normais;

$\gamma_c = 1,3$ para condições ideais, como em fábrica de pré-moldados.

Resistência de cálculo do aço à tração: $f_{yd} = f_{yk} / 1,15$;

Resistência de cálculo de chumbadores: $f_{yd} = f_{yk} / 1,50$;

Cobrimento mínimo da armadura: 5 cm, podendo ser inferior, desde que aprovado pela

 Transmissão e Distribuição	 Uma empresa do Grupo CPFL Energia	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		FUNDAÇÕES TÍPICAS		
		Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV. C	FL. 7 de 16

Concessionária;

Armadura para concreto: aço CA-50A;

4.3. VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS FUNDAÇÕES



A tensão admissível do solo, para a verificação da estabilidade à compressão da fundação, será determinada através da fórmula de Meyerhof, o fator de segurança parcial adotado para o método será de 2,0 conforme NBR 6122 – 2010.

A verificação da estabilidade ao arrancamento deverá satisfazer o método de Grenoble, considerando o ângulo do arrancamento adequado para o tipo de solo, especificado no item 4. O fator de segurança parcial de capacidade de carga à tração será de 1,4 conforme preconiza NBR 6122 – 2010 item 6.2.1.1.2.2.

A verificação da estabilidade ao tombamento será feita através do Método de Brinch Hansen (1961). O fator de segurança parcial de capacidade de carga resistente ao tombamento será de 1,4.

Verificação dos mecanismos de ruptura da barra do tirante, no contato tirante-nata de concreto e no contato nata-rocha, serão utilizados para ancoragem vergalhões de 16mm a 25mm (CA50-A), nos casos de serem utilizadas hastes os parâmetros de cálculo serão de acordo com a NBR 5629(2018) – Execução de Tirantes ancorados no Terreno e pela relação proposta por Brown (1970).

Para dimensionamento das fundações, as solicitações atuantes definidas no item anterior deverão ser majoradas por um fator de coordenação de resistência mínima de 1,1. Este fator de coordenação de resistência tem por objetivo tornar o risco de falha da fundação menor que o suporte.

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		FUNDAÇÕES TÍPICAS		
		Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002	C	8 de 16		

5. FATORES DE SEGURANÇA DAS FUNDAÇÕES

Fatores de segurança na compressão:

Fator de segurança parcial será igual a 2,0 conforme NBR 6122 – 2010.

Fatores de segurança parciais para verificação de tração:


Em termos de valores de projeto serão adotados somente fatores de segurança parciais $\gamma_m=1,4$ para a parcela de resistência de solo conforme NBR 6122 – 2010.

Fatores de segurança parciais para verificação do deslizamento ou tombamento

Em termos de valores de projeto serão adotados somente fatores de segurança parciais $\gamma_m=1,4$ para a parcela de resistência de solo conforme NBR 6122 – 2010.

6. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Os parâmetros geotécnicos abaixo são correlacionados conforme geologia apresenta na área da diretriz dos traçados das LTs e na prática de projetos com fundações em materiais de características similares. Serão realizados ensaios no solo do tipo SPT nas estruturas de ancoragem e suspensão. No caso extremo de serem encontrados materiais com características nitidamente diferentes das reconhecidas pelo geotécnico, poderão ser realizados ensaios específicos. De qualquer forma, foram adotados valores conservadores para absorver as variações normais destes parâmetros.

 	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	FUNDAÇÕES TÍPICAS		
	Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV. C	FL. 9 de 16
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002			

Características dos Solos	Solo Tipo I	Solo Tipo II	Solo Tipo III	Solo Tipo IV
Peso específico (kgf/m ³)	1800	1400	1000	2200
Coesão (kgf/cm ²)	0,8	0,4	0,1	0,1
Ângulo de atrito (°)	27	20	-	25
Ângulo do Tronco de Cone	20 a 25	10 a 15	-	25
Número de golpes SPT (N)	Nspt > 5	Nspt ≤ 5	Submerso	Impenetrável

Solo tipo IV – RQD = 75 / Adesão concreto-solo/rocha = 350 kN/m²

7. DEFINIÇÃO DA FUNDAÇÃO

7.1. CRITÉRIO PARA DEFINIÇÃO DA FUNDAÇÃO

A escolha do tipo de fundação a ser utilizado em cada torre da LT dependerá, basicamente, das características do solo encontrado no local onde a estrutura será construída. Os modelos básicos das fundações encontram-se no anexo no final desse documento. Para os casos de fundações especiais dos tipos blocos e tirantes ancorados em rocha e fundações estaqueadas será desenvolvido critério para definição dessas fundações no projeto executivo.

7.2. FUNDAÇÃO EM TUBULÃO



Será utilizada nos solos profundos, desde que não ocorra variação do lençol freático que dificulte a escavação ou instabilidade das paredes da cava com risco de desmoronamento. Poderá ser utilizada em locais com nível d'água (NA) elevado desde que a escavação e concretagem sejam feitas em período seco e levando-se em conta no seu dimensionamento as características geotécnicas para solo submerso.

7.3. FUNDAÇÃO EM TUBULÃO REVESTIDO

A fundação em tubulão encamisado é utilizada em solos que ocorrem em áreas de baixa capacidade de suporte superficial, exigindo escavação mais profunda e sujeita a flutuações do lençol freático e onde a utilização de fundação em estacas é antieconômica.

7.4. FUNDAÇÃO EM SAPATA

Deve ser utilizada em locais em que a fundação tipo tubulão não for exequível devido a problemas de instabilidade das paredes da cava, nível d'água elevado ou rocha a pouca profundidade.

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		FUNDAÇÕES TÍPICAS		
		Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002	C	10 de 16		

Em solos com nível d'água elevado, poderá ser utilizada sapata submersa. Nos solos arenosos, quando lençol freático for elevado, com auxílio de uma ponteira filtrante para rebaixamento do lençol.

7.5. FUNDAÇÃO EM MASTRO CENTRAL

Deve ser utilizada em todas as estruturas estaidas, nos solos arenosos, quando lençol freático for elevado, com auxílio de uma ponteira filtrante para rebaixamento do lençol.

7.6. FUNDAÇÃO EM ESTACA HELICOÍDAL

Deve ser utilizado na ocorrência de solo apresentar baixa resistência, na qual essas estacas serão instaladas em blocos em concreto armado e fundações para ancoragem dos estais em solos não rochosos com ou sem nível d' água com a aplicação de torque no tubo central.

7.7. FUNDAÇÃO EM BLOCO ANCORADO EM ROCHA

Deve ser utilizado na ocorrência de rocha não escavável manualmente a pequena profundidade (até cerca de 2,5m) ou com rompedor, com resistência crescente com a profundidade.

Os blocos ancorados são prismas retos de dimensões em planta menores e de maior altura que as sapatas, associados a chumbadores constituídos por barras de aço.



7.8. FUNDAÇÃO EM PLACAS PRÉ-MOLDADAS – VIGAS PARA ESTAIS

Estas fundações consistem em placas pré-moldadas (vigas) executadas para solos tipo I e II. Os cabos de estais transmite aos tirantes das fundações apenas cargas de tração que atuam na direção dos estais. Desta forma, estas fundações são dimensionadas para esforços de tração.

8. PLANILHA DE DEFINIÇÃO DAS FUNDAÇÕES

Para cada torre, deverá constar na (Planilha de Controle das Fundações), a indicação da fundação que deverá ser utilizada em cada estrutura, definida conforme o solo encontrado e as características topográficas do local.

Porém, se durante as escavações for encontrado um solo diferente do previsto, o projetista deverá ser comunicado para redefinir as fundações.

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		FUNDAÇÕES TÍPICAS		
		Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002	C	11 de 16		

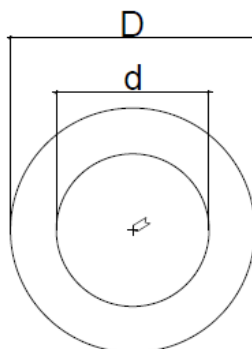
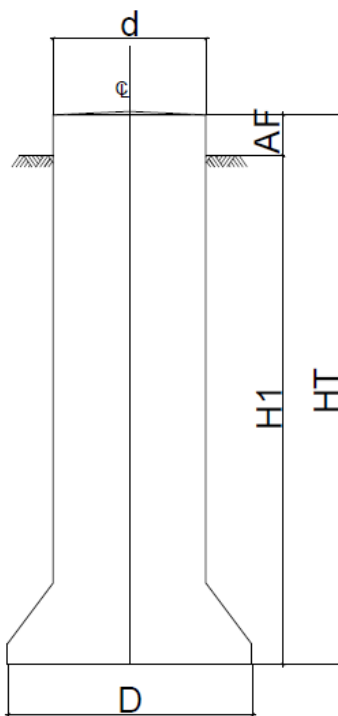
Nessa planilha constam também as definições das pernas, as cotas das fundações, as cotas para as escavações e uma tabela com o resumo dos materiais das fundações.

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		FUNDAÇÕES TÍPICAS		
		Nº Projeto: L-19.06-E-009-001	REV. C	FL. 12 de 16
		Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002		

ANEXO

FUNDAÇÕES PARA TORRES AUTOPORTANTE – SUSPENSÃO E ANCORAGENS

TUBULÃO C/ BASE ALARGADA			
HT (cm)	H1 (cm)	AF (cm)	D (cm)
410 a 840	390 a 700	20 a 140	80 a 150



PLANTA



LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2

LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2

FUNDAÇÕES TÍPICAS

Nº Projeto: L-19.06-E-009-001

REV.

FL.

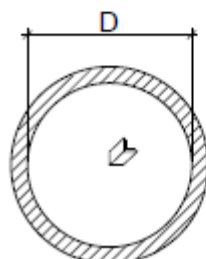
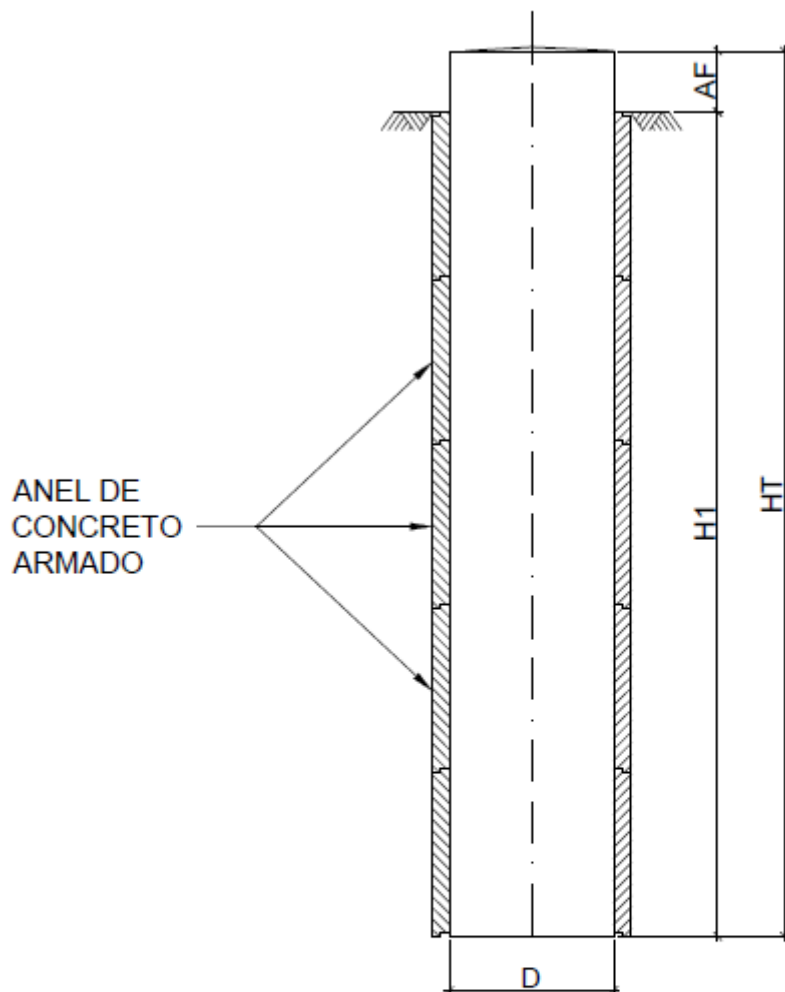
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002

C

13 de 16

FUNDAÇÕES PARA TORRES AUTOPORTANTES – SUSPENSÃO

TUBULÃO REVESTIDO			
HT (cm)	H1 (cm)	AF (cm)	D (cm)
410 a 840	390 a 700	20 a 140	80 a 150



PLANTA



LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2

LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2

FUNDAÇÕES TÍPICAS

Nº Projeto: L-19.06-E-009-001

REV.

FL.

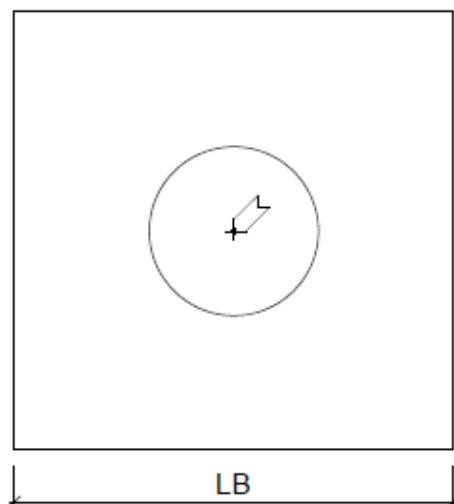
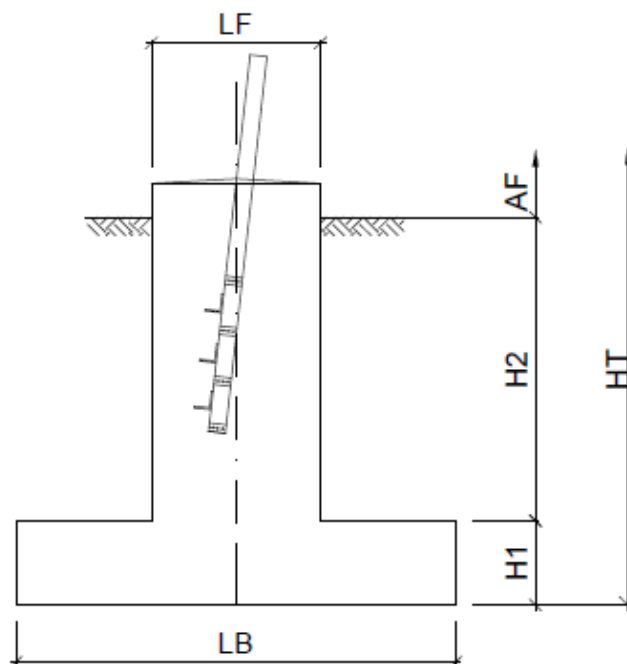
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002

C

14 de 16

FUNDAÇÃO PARA TORRES AUTOPORTANTES

SAPATA					
HT (cm)	H1(cm)	H2 (cm)	AF (cm)	LB (cm)	LF (cm)
240 a 540	50 a 80	170 a 320	20 a 140	250 a 400	80 a 120



PLANTA



LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2

LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2

FUNDAÇÕES TÍPICAS

Nº Projeto: L-19.06-E-009-001

REV.

FL.

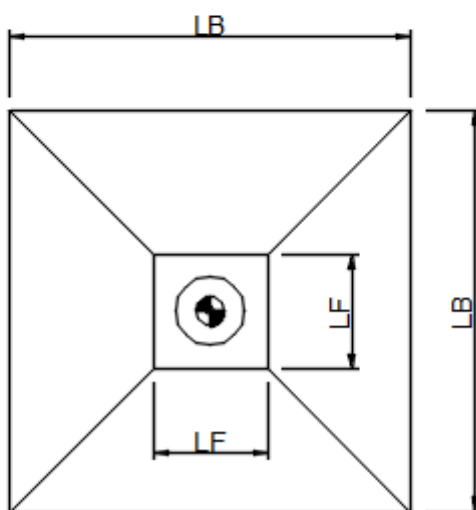
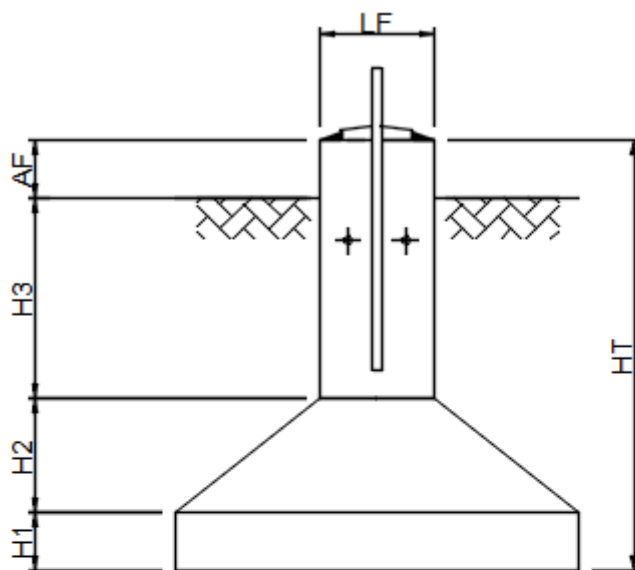
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-CI-ES-CP-0002

C

15 de 16

FUNDAÇÃO PARA MASTRO CENTRAL – TORRES ESTAIADAS

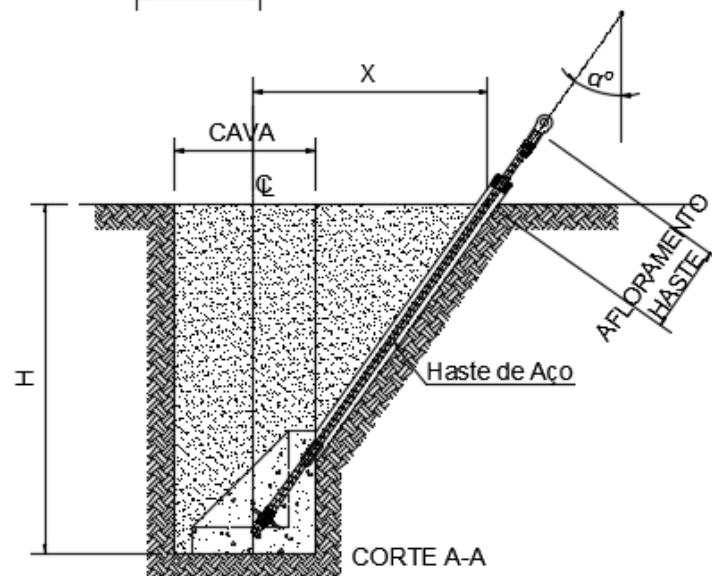
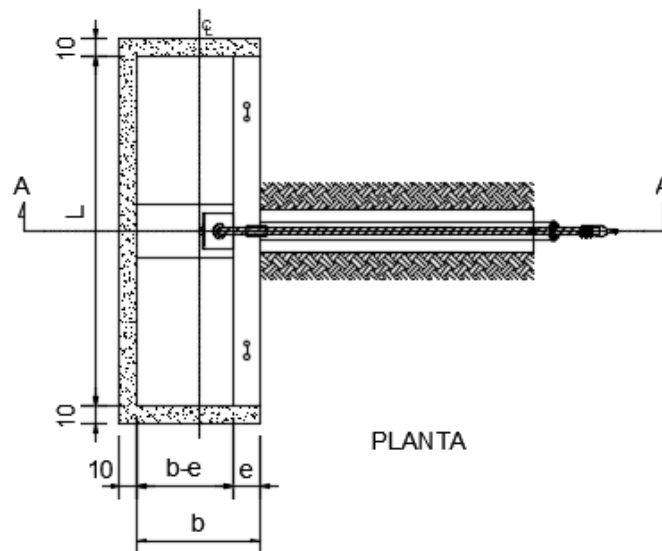
MASTRO CENTRAL						
HT (cm)	H1(cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	AF (cm)	LB (cm)	LF (cm)
130 a 250	20	40	50	20 a 140	140 a 180	40 a 60



PLANTA

FUNDAÇÃO PARA ANCORAGEM EM ESTAI – TORRES ESTAIADAS



PLACA - ESTAI				
L (cm)	H (cm)	b (cm)	Cava (cm)	X (cm)
200 a 280	200 a 450	70 a 100	80 a 120	200 a 400






Anexo 6.D. Projeto Básico – Sistema de Aterramento

B	Revisado conforme solicitação da MC Engenharia	23/08/2019	WMD	RJD	RBG
A	Emissão inicial	24/05/2019	WMD	RJD	RBG
Rev.	Discriminação das revisões	Data	Proj.	Verif.	Aprov.
RESPONSÁVEL TÉCNICO:		PROJETO:		CLIENTE:	
WILLIAM MEDRI ENGº ELETRICISTA PR-1001576/D					
LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2					
PROJETO BÁSICO CAPÍTULO 10 - SISTEMA DE ATERRAMENTO					
Nº Projeto: L-19.06-E-001-001		Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001			Fl. 1/10

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		SISTEMA DE ATERRAMENTO		
		Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001	B	2 de 10		

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	3
2. DADOS.....	3
3. RESISTIVIDADE DO SOLO DA REGIÃO.....	3
4. METODOLOGIA DE CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DOS CABOS CONTRAPESOS.....	3
5. SISTEMA DE ATERRAMENTO PROPOSTO.....	6
5.1. ETAPAS DOS SISTEMAS DE ATERRAMENTO PROPOSTOS	6
5.2. FORMA DE IDENTIFICAÇÃO DAS FASES DE ATERRAMENTO NO PROJETO DEFINITIVO	8
5.3. ATERRAMENTOS ESPECIAIS.....	8
5.4. METODOLOGIA PARA CASOS ESPECIAIS	9
6. REFERÊNCIAS.....	10

	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	SISTEMA DE ATERRAMENTO		
	Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV. B	FL. 3 de 10
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001			

1. OBJETIVO

O presente documento estabelece o processo a ser utilizado no dimensionamento do sistema de aterramento das estruturas

2. DADOS

Resistência de aterramento média máxima esperada	15,0 Ω
Cabo contrapeso adotado	3/8" SM
Profundidade do fio contrapeso	1,0 m

3. RESISTIVIDADE DO SOLO DA REGIÃO

A expectativa é de que a região a ser atravessada pela linha de transmissão apresente resistividades elétricas do solo da ordem de 1000 Ω.m.

A seguir são definidas as configurações de aterramento a serem utilizadas.

Na fase do projeto definitivo, deverão ser feitas medições de resistividade, de preferência, em todos os pontos onde serão montadas as torres e, a partir delas e das configurações de aterramento aqui indicadas, deverá ser feita a identificação da fase de aterramento a ser inicialmente instalada em cada torre. Posteriormente à instalação desta fase inicial deverá ser feita a medição da resistência de aterramento efetivamente obtida para identificar a necessidade de se progredir para as fases seguintes até se obter a resistência desejada.

4. METODOLOGIA DE CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DOS CABOS CONTRAPESOS

As resistências dos aterramentos, cujas geometrias são citadas a seguir, foram calculadas utilizando-se um método matricial que consiste basicamente na resolução do sistema linear apresentado a seguir.

$$\begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1N} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ R_{N1} & R_{N2} & \dots & R_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_N \end{bmatrix}$$

Onde:

	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	SISTEMA DE ATERRAMENTO		
	Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV. B	FL. 4 de 10
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001			

- $N \rightarrow$ número de trechos de condutor em que o sistema de aterramento é subdividido (quanto maior o número de trechos em que um condutor é subdividido melhor a representação do fato da dispersão de corrente não ser uniforme ao longo de seu comprimento);
- $R_{ii} \rightarrow$ coeficiente de indução do trecho de condutor i em um ponto na superfície do trecho de condutor i (localizado simetricamente em relação às extremidades);
- $R_{ij} \rightarrow$ coeficiente de indução do trecho de condutor j em um ponto na superfície do trecho de condutor i (localizado simetricamente em relação às extremidades do trecho de condutor i);
- $I_i \rightarrow$ corrente que fluirá do trecho de condutor i para o solo;
- $V_i \rightarrow$ potencial imposto ao condutor i , em relação ao terra remoto.

Como todos os condutores estão metalicamente interconectados, para tensões de 60 Hz pode-se assumir que todos eles estão em um mesmo potencial V_m . Para um valor arbitrário de V_m , por exemplo 1,0 pode-se calcular as correntes em cada trecho de condutor. Com isto a resistência do aterramento será dada por:

$$R_{aterramento} = \frac{V_m}{\sum_{i=1}^N I_i}$$

Os coeficientes de indução R_{ij} são definidos como a elevação de potencial em um ponto i por unidade de corrente injetada no trecho de condutor j . Com isto, tais coeficientes são função dos seguintes parâmetros:

- geometria dos trechos de condutor (raio e comprimento);
- posição relativa de cada trecho de condutor em relação à superfície do solo;
- posição do ponto de cálculo em relação ao trecho de condutor para o qual se está calculando o coeficiente de indução;
- resistividade do solo (ou estratificação do solo em camadas, no caso do solo ser estratificado em duas camadas).

De forma geral as equações de cálculo dos coeficientes de indução podem ser escritas

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		SISTEMA DE ATERRAMENTO		
		Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001		B	5 de 10	

de forma semelhante à equação apresentada a seguir, que é específica para o cálculo do coeficiente de indução de um fio horizontal j em um ponto i de um condutor horizontal, estando os dois condutores instalados na primeira camada de um solo estratificado em duas camadas horizontais.



Cálculo do coeficiente de indução para o caso específico de dois condutores horizontais na primeira camada do solo:

$$R_{ij} = \frac{\rho_1}{4\pi L_j} \left\{ \begin{array}{l} \sum_{n=0}^{\infty} K^n [M(2nH + Z_i + Z_j)] + [M(2nH - Z_i + Z_j)] \\ + \sum_{n=1}^{\infty} K^n [M(2nH - Z_i + Z_j)] + [M(2nH - Z_i - Z_j)] \end{array} \right\}$$

Onde:

- $K = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \rightarrow$ coeficiente de reflexão na interface entre camadas do solo
- $\rho_2 \quad \rho_1 \quad H \rightarrow$ estratificação do solo em camadas (resistividade da primeira e da segunda camadas e espessura da primeira camada, respectivamente); (resistividades em $\Omega.m$ e espessura em m)
- $L_j \rightarrow$ comprimento do condutor (ou trecho de condutor) j (em m)
- $Z_j \rightarrow$ profundidade do condutor (ou trecho de condutor) j (em m)
- $Z_i \rightarrow$ profundidade do ponto i na superfície do condutor i (ou trecho de condutor) i (em m)
- $M(z) = \int_{L_j} \frac{1}{r_{ij}} dl_j$
- $z \rightarrow$ diferença de coordenadas z entre a imagem n do condutor j e o ponto i na superfície do condutor i (em m)
- $r_{ij} \rightarrow$ distância do elemento infinitesimal dl_j , ao longo de uma imagem do condutor j , e o ponto i na superfície do condutor i (em m)
- $n \rightarrow$ se refere ao número de imagens (é utilizado o método das imagens para considerar as reflexões de campo no solo)

Os raios dos condutores são utilizados na especificação dos pontos onde os coeficientes

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		SISTEMA DE ATERRAMENTO		
		Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001	B	6 de 10		

de indução são calculados (superfície dos condutores).

[1] apresenta em detalhes as equações que permitem o cálculo dos coeficientes de indução.

5. SISTEMA DE ATERRAMENTO PROPOSTO


O sistema de aterramento proposto é consistindo na instalação de cabos contrapesos em disposição radial com 4 ou 8 cabos, conforme croquis apresentados a seguir.

5.1. Etapas dos sistemas de aterramento propostos

A geometria dos aterramentos das estruturas foi estabelecida com base em fases de instalação dos cabos contrapesos.

Conforme mostrado nas Figuras 1 e 2, o sistema de aterramento de cada estrutura será formado conforme descrito abaixo:

- Fase I: Quatro contrapesos com 30 m cada, conectados às pernas (torres autoportantes) ou mastro central e estai (torre estaiada);
- Fase II: Comprimento adicional, à Fase I, de 30 m em cada uma das pernas ou estais da torre;
- Fase III: Comprimento adicional, à Fase II, de 30 m em cada uma das pernas ou estais da torre;
- Fase IV: Adição, à Fase III, de quatro cabos contrapesos de 30 m cada, conectados às pernas ou estais da torre;
- Fase V: Em complemento à Fase IV, haverá definição particularizada em cada caso.

	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	SISTEMA DE ATERRAMENTO		
	Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV. B	FL. 7 de 10
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001			

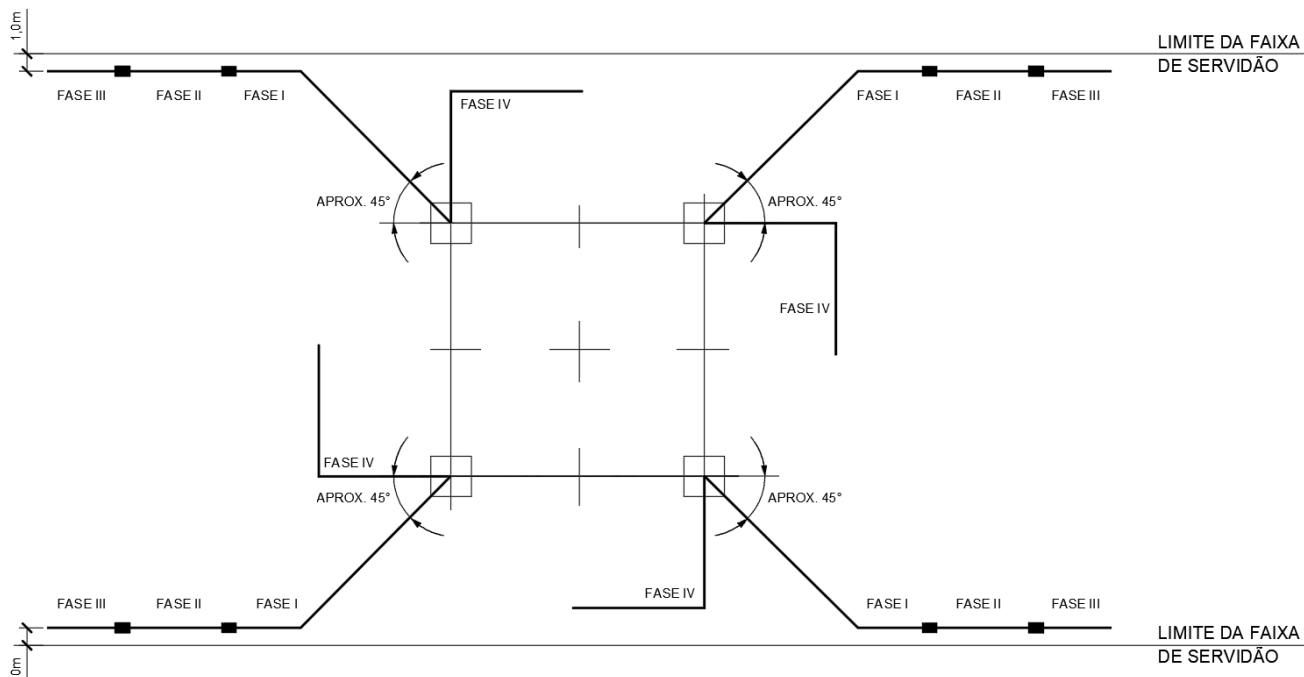


Figura 1 - Configuração do sistema de aterramento proposto para estruturas autoportantes

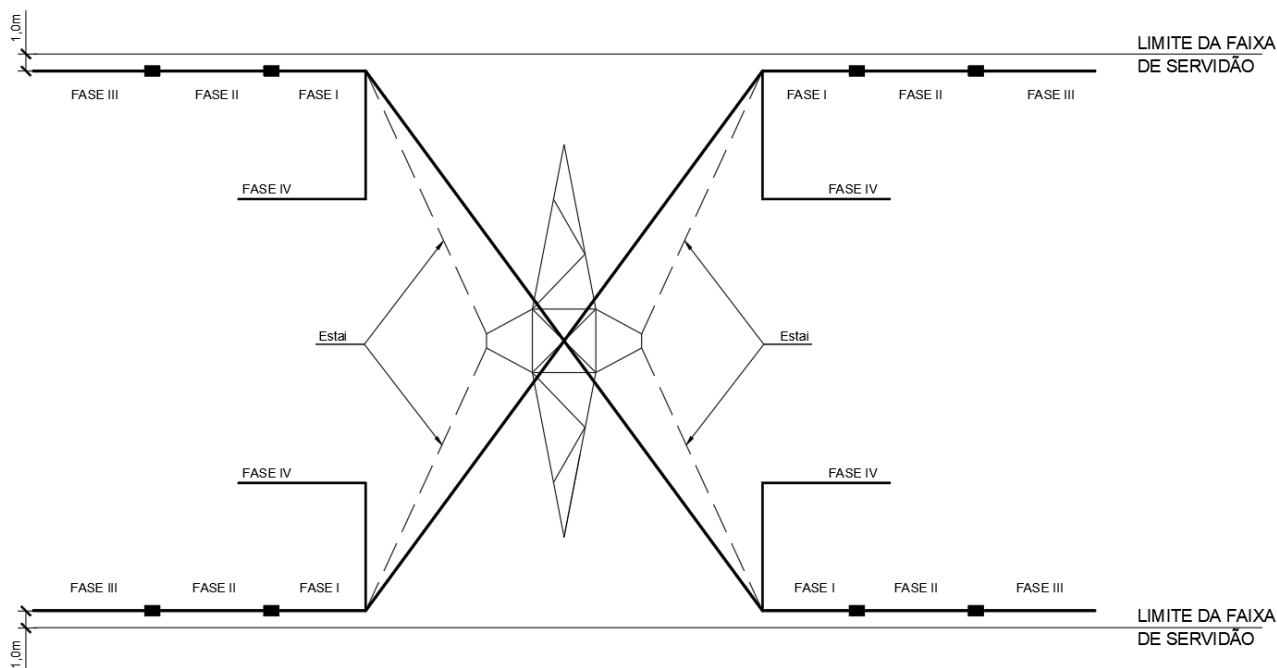


Figura 2 - Configuração do sistema de aterramento proposto para estruturas estaiadas


	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	SISTEMA DE ATERRAMENTO		
	Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV. B	FL. 8 de 10
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001			

Tabela 1 - Resistividade do solo e resistência dos aterramentos

Fase de Aterramento	Comprimento dos cabos contrapesos	$R_{\text{aterramento}}$ (Ω) para um solo de 1000 Ω .m	Máxima resistividade do solo para se ter $R_{\text{aterramento}}$ de até 15 Ω (Ω.m)
Fase I	4 x 30 m	20,77	722,03
Fase II	4 x 60 m	11,33	1324,01
Fase III	4 x 90 m	7,92	1894,87
Fase IV	4 x 120 m	6,13	2447,15
Fase V	Definição particularizada em cada caso	-	-

5.2. Forma de identificação das fases de aterramento no projeto definitivo


A identificação da fase de aterramento a ser instalada em uma dada estrutura será feita na fase de projeto executivo, da seguinte forma:

- a) Medição de resistividade do solo e estratificação em camadas;
- b) Execução de simulações computacionais das fases no solo estratificado de forma a identificar aquele que atende à resistividade máxima, com o menor comprimento de cabos contrapeso;
- c) Instalação do sistema de aterramento;
- d) Medição do sistema de aterramento 3 dias após a sua instalação;
- e) Caso a resistência medida seja superior a determinada, avançar para as fases seguintes até que a resistência seja igual ou inferior a desejada;
- f) Caso não se atinja a resistividade máxima exigida, deverá ser feita uma análise específica.

5.3. Aterramentos especiais

Durante a fase de construção, caso o valor de resistência desejado não seja atingido mesmo com a instalação da Fase IV aqui especificada, deverá progredir-se para a Fase V, na qual será feita uma análise particular caso a caso, estabelecendo-se assim configurações especiais de aterramento.

Em solos de altíssimas resistividades ou quando a estrutura for instalada em um maciço rochoso, haverá uma grande dificuldade de se obter valores baixos de resistência de aterramento. Em tais situações, mesmo com a especificação de sistemas de aterramento especiais, levando-se em conta que o aumento do comprimento dos cabos contrapeso acima

	LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
	SISTEMA DE ATERRAMENTO		
	Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV. B	FL. 9 de 10
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001			

de 90 m é ineficiente para reduzir a impedância de surto apresentada pelo sistema de aterramento, a obtenção de resistências de aterramento iguais ou inferiores a **15,0 Ω** pode não ser viável.

Por outro lado, o fato das resistências de aterramento de algumas estruturas apresentarem valores muito superiores a **15,0 Ω** em um pequeno percentual da LT não deverá alterar de forma significativa o desempenho final da mesma, desde que a média se situe abaixo da resistência determinada, não podendo ocorrer resistências de aterramento altas para estruturas sequenciais em trechos longos, bem como para torres localizadas em regiões críticas de incidência de descargas atmosféricas.

Assim, na fase de construção, só se justificará a instalação de sistemas de aterramento especiais para aquelas torres onde se identificar a possibilidade de redução significativa do valor de resistência (se possível abaixo do valor desejado) com alterações que sejam de custo aceitável.

Ao fim do processo inicial de construção, no qual cada torre terá sido analisada separadamente, deverá ser feita uma análise do resultado final do conjunto de resistência obtido para toda a LT, identificando-se assim a necessidade ou não de adoção de medidas adicionais para que se obtenha o desempenho desejado.

5.4. Metodologia para casos especiais

Conforme já citado anteriormente, durante a fase de construção, caso o valor desejado de resistência não seja atingido mesmo com a instalação da Fase IV, deverá progredir-se para a Fase V, na qual será feita uma análise particular caso a caso, estabelecendo-se assim configurações especiais de aterramento.

Para tais casos, deverão ser determinados novos arranjos e comprimentos de contrapesos para que seja atingido o valor médio de **15,0 Ω** para a resistência de aterramento. Em adição, poderá ser considerado o uso de hastes ou poços de aterramento profundo.

Dentro do contexto de casos especiais enquadram-se também aquelas estruturas que se encontram em regiões urbanas ou regiões com trânsito intenso de pessoas, podendo-se nestas circunstâncias utilizar arranjos em anel com hastes de aterramento, de forma a se garantir níveis de tensão de passo e toque que atendam aos requisitos de segurança.

		LT 230 KV ITÁ – PINHALZINHO C1 E C2 LT 230 KV ITÁ – XANXERÊ C1 E C2		
		SISTEMA DE ATERRAMENTO		
		Nº Projeto: L-19.06-E-010-001	REV.	FL.
Nº Cliente: YTA-LTG-230-05-PB-EL-GE-CP-0001	B	10 de 10		

6. REFERÊNCIAS

- [1] Dawalibi, F. and Mukhedkar, D. - “Optimum Design of Substation Grounding in Two Layer Earth Structure; Parte I - Analytical Study”, IEEE Trans. on PAS, vol. PAS-94, No. 2, 1975 - pp. 252-272.
- [2] Heppe, R.J. - “Computation of Potential at Surface Above an Energized Grid or Other Electrode, Allowing for Non Uniform Current Distribution”- IEEE Trans. on PAS, vol. PAS-98, Dec. 1979. pp-1978-1989.
- [3] Ewy. A. K. & Smolleck, H. A. – “A Graphical Explanation of The Resistance and Surface-Potential Calculations For Grounding Systems in Two-Layer Earth” – IEEE Trans. on PAS, vol. PAS-103, No. 3, Mar. 1984. pp. 631-639.
- [4] ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico – Sbmódulo 2.4 – Requisitos mínimos para linhas de transmissão;
- [5] IV SNPTE – Seminário Nacional de Produção d Transmissão de Energia Elétrica – RJ/GLT/05 - Grupo III – Linhas de Transmissão: Cálculo e Execução de Aterramentos de Linhas de Transmissão.



Anexo 6.E. Licença de Operação (LO) nº 1.259/2014 – SE Itá 525kV



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA

LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 1.259/2014

O PRESIDENTE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, nomeado por Decreto de 16 de maio de 2012, publicado no Diário Oficial da União de 17 de maio de 2012, no uso das atribuições que lhe conferem o art.22º, parágrafo único, inciso V do Decreto nº 6.099, de 26 de abril de 2007, que aprovou a Estrutura Regimental do IBAMA, publicado no Diário Oficial da União de 27 de abril de 2007; **RESOLVE:**

Expedir a presente Licença de Operação à:

EMPRESA: ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
CNPJ: 00.073.957/0001-68
CTF: 273.562
ENDEREÇO: Rua Deputado Antônio Edu Vieira 999-CP 5091-Pantanal
CEP: 88.040-901 **CIDADE:** Florianópolis **UF:** SC
TELEFONE: (48) 3231-7199 **FAX:** (48) 3231-7346
REGISTRO NO IBAMA: Processo nº 02001.008729/2011-19

Relativa à operação de **08 (oito) Linhas de Transmissão:** LT 230kV Xanxerê – Passo Fundo, LT 230kV Salto Osório – Xanxerê, LT 230kV Salto Osório – Areia, LT 69kV Salto Osório – Salto Santiago, LT 525kV Salto Santiago – Itá, LT 525kV Areia – Campos Novos, LT 525kV Salto Santiago – Areia, LT 525kV Areia – GB Munhoz Rocha; e **08 (oito) Subestações** Associadas: SE Xanxerê; SE Passo Fundo; SE Itá; SE Salto Osório, SE Salto Santiago; SE Areia; SE Campos Novos; SE Machadinho, localizadas nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, componentes do **Subgrupo Erva Mate**, subdivisão do Sistema Interligado de Transmissão de Energia Elétrica da ELETROSUL.

Esta Licença de Operação é válida pelo período de 10 (dez) anos a partir desta data, observadas as condições discriminadas no verso deste documento e nos demais anexos constantes do processo que, embora não transcritos, são partes integrantes deste licenciamento.

Brasília-DF, 02 OUT 2014

VOLNEY ZANARDI JÚNIOR
Presidente do IBAMA

CONDICIONANTES DA LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 1.259/2014

1. Condições Gerais:

- 1.1 Esta Licença de Operação deverá ser publicada em conformidade com a Resolução nº 006/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, sendo que cópia das publicações deverá ser encaminhada ao IBAMA.
- 1.2 O IBAMA, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, as medidas de controle e adequação, bem como, suspender ou cancelar esta Licença, caso ocorra:
 - ♦ violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;
 - ♦ omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da licença;
 - ♦ superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.
- 1.3 A ELETROSUL deverá requerer a renovação desta Licença até 120 (cento e vinte) dias antes do término da sua validade.
- 1.4 A ELETROSUL é a única responsável, perante o IBAMA, pelo atendimento às condicionantes postuladas nesta Licença de Operação.
- 1.5 Quaisquer alterações de Projeto deverão ser precedidas de anuência do IBAMA.
- 1.6 Esta Licença abrange os empreendimentos que compõem o Subgrupo Erva Mate, conforme descrição constante do Anexo I.
- 1.7 A instalação de novos Seccionamentos de Linhas de Transmissão pertencentes ao Subgrupo Erva Mate deve ter licenciamento ambiental solicitado à DILIC/IBAMA, por meio da apresentação de um Relatório de descrição da intervenção e de caracterização ambiental das áreas de inserção e influência, a fim de subsidiar a definição dos termos e da abrangência dos estudos e informações adicionais a serem apresentados.
- 1.8 Os procedimentos de supressão vegetal permitidos nas áreas das faixas de servidão e vias de acesso das Linhas de Transmissão ficam disciplinados pela Autorização de Supressão de Vegetação Nº 816/2013 - 1º Retificação.
- 1.9 Revoga-se o Termo de Compromisso celebrado em 11 de outubro de 2013, entre IBAMA e ELETROSUL, com vistas à disciplinar a regularização do licenciamento ambiental das Linhas de Transmissão e Subestações que compõem o Subgrupo Erva Mate.

2. Condições Específicas:

- 2.1. Implementar e executar os seguintes Programas e Planos Ambientais:
 - 2.1.1. Programa de Comunicação Social.
 - 2.1.2. Programa de Educação Ambiental.
 - 2.1.3. Plano de Prevenção e Emergências Anti-Incêndio.
 - 2.1.4. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA.
 - 2.1.5. Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Subprograma de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).
 - 2.1.6. Programa de Controle Ambiental das Atividades de Manutenção das Faixas de Servidão.
 - 2.1.7. Programa de Valorização da Biodiversidade no Entorno do Empreendimento.

CONDICIONANTES DA LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 1.259/2014

- 2.2. Apresentar, no prazo de 60 (sessenta) dias, para análise e aprovação, proposta preliminar dos Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental, nos termos dos Anexos 1 e 2 do Parecer Técnico nº 02001.003399/2014-18 COEND/IBAMA.
- 2.3. Informar, no prazo de 60 (sessenta) dias, o estágio das negociações para a retirada invasões identificadas ao longo da faixa de servidão.
- 2.4. Atualizar, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a identificação das Unidades de Conservação municipais, estaduais e federais, de uso sustentável ou de proteção integral, existentes nas Áreas de Influência Direta e Indireta (10km) das Linhas de Transmissão e Subestações que compõem o Subgrupo Erva Mate.
- 2.5. Apresentar, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, revisão do Plano de Prevenção e Emergências Anti-incêndio apresentado nos Estudos Ambientais de Regularização do Sistema Interligado protocolados em 2006, incluindo:
 - 2.5.1. Atualização, para todas as Subestações, das informações sobre presença ou ausência, estado de conservação, implantação, substituição ou modernização de estruturas do tipo paredes corta-fogo, bacias de captação, caixas e sistemas de separação de água e óleo, e demais instalações de prevenção ou controle de emergências, contendo justificativas para eventual inalteração da situação reportada em 2006.
 - 2.5.2. Adequação do Plano para os cenários de alteração / ampliação dos arranjos físicos das Subestações decorrentes do acesso de novas Linhas de Transmissão, implantação de novos setores, e a correspondente instalação de equipamentos e estruturas.
 - 2.5.3. Descrição das estruturas e atribuições de responsabilidade da Eletrosul para combate a ocorrências acidentais nas Subestações e Linhas de Transmissão, e das ações que envolvem participação de terceiros, como bombeiros e empresas que compartilham instalações ou pátios das SEs, ou que possuem LTs paralelas às da Eletrosul.
- 2.6. Requerer junto ao DNPM, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, o bloqueio mineral das áreas correspondentes às faixas de servidão de todas as Linhas de Transmissão incluídas no Subgrupo Erva Mate, e apresentar, no âmbito dos Relatórios anuais de implementação dos Programas Ambientais, as seguintes informações:
 - 2.6.1. Resultados das tratativas e dos encaminhamentos obtidos junto ao DNPM.
 - 2.6.2. Estágio de andamento da lavratura ou revisão das escrituras públicas de instituição da servidão junto à totalidade das propriedades interceptadas pelas Linhas de Transmissão, especificando as informações por empreendimento.
 - 2.6.3. Esclarecer o modo como a proibição ao desenvolvimento de atividades minerárias é conduzida pela Eletrosul junto aos proprietários dos terrenos interceptados, no âmbito das indenizações e da lavratura das escrituras públicas de servidão de passagem.
- 2.7. Complementar, no prazo de 180 dias, as informações sobre ampliação dos arranjos físicos e instalação de novos setores nas Subestações de Salto Santiago e Itá, bem como identificar e delimitar as instalações vizinhas à Subestação Xanxerê, nos termos das solicitações realizadas por meio do Ofício OF 02001.012624/2013-18 CGENE/IBAMA.

CONDICIONANTES DA LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 1.259/2014

- 2.8. No âmbito do Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos, realizar as seguintes atividades, no prazo de 1 (um) ano:
- 2.8.1. Revisar os indicadores de efetividade do Programa, de forma a ajustar o parâmetro de ocorrências de processos erosivos e escorregamentos de massas por extensão de LT às especificidades das áreas de inserção dos empreendimentos do Erva Mate.
- 2.8.2. Aplicar, para as Áreas de Influência Direta das Linhas de Transmissão e Subestações do Erva Mate, a metodologia de integração de variáveis ambientais utilizada nos diagnósticos locais de meio físico apresentados nos Estudos de Regularização protocolados em 2006.
- 2.8.3. Elaborar um mapeamento de suscetibilidade à erosão e de potencial à ocorrência de movimentos de massa na AID de cada Linha de Transmissão, a partir do cruzamento das informações de geologia, geomorfologia, clima e pedologia.
- 2.8.4. Apresentar o mapeamento de suscetibilidade incluindo uma discussão descritiva e representação cartográfica sobre imagem de satélite georreferenciada, na escala 1:250.000. Os resultados do monitoramento da formação de processos erosivos e da ocorrência de escorregamentos devem ser utilizados para revisão e atualização constantes do mapeamento.
- 2.8.5. Estruturar o Subprograma de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), definindo indicadores e metodologias específicos, cronograma, objetivos, metas e áreas-alvo.
- 2.9. Elaborar e implementar, após aprovação do IBAMA, um Programa de Valorização da Biodiversidade no Entorno dos Empreendimentos do Subgrupo Erva Mate, conforme as seguintes diretrizes:
- 2.9.1. Contatar as Unidades de Conservação Parque Nacional das Araucárias, Estação Ecológica Mata Preta, Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas, e Parque Estadual das Araucárias, a fim de solicitar propostas de Projetos a serem apoiados em relação à conservação da biodiversidade (flora e fauna).
- 2.9.2. Definir critérios objetivos para seleção das UCs a serem contempladas, e apresentá-los ao IBAMA para aprovação prévia à implementação dos Projetos, considerando, entre outros critérios, o grau de conservação do bioma dentro da Unidade de Conservação.
- 2.9.3. No âmbito da Fauna, selecionar espécies ameaçadas, endêmicas e/ou bandeiras, a serem priorizadas no âmbito dos Projetos de Conservação.
- 2.9.4. No âmbito da Flora, priorizar ações relacionadas à recuperação de áreas degradadas dentro das Unidades.
- 2.9.5. Apresentar, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, Relatório descritivo das tratativas mantidas junto às Unidades de Conservação, com a consolidação das propostas de Projetos a serem apoiados, incluindo cronograma físico-financeiro de execução, público-alvo, metodologia, objetivos, metas, indicadores, atores e instituições parceiras.
- 2.9.6. Após aprovação do Programa pelo IBAMA, estabelecer parcerias com a administração das Unidades, com o objetivo de apoiar a execução dos Projetos.
- 2.10. Os programas e medidas ambientais propostos pela Eletrosul ou solicitados pelo IBAMA devem ser implementados ao longo de toda a vigência desta Licença de Operação, com a apresentação de Relatórios anuais de acompanhamento, descrevendo atividades realizadas e resultados obtidos.

CONDICIONANTES DA LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 1.259/2014

ANEXO I

SUBESTAÇÕES: incluem-se na abrangência desta Licença apenas os Setores sob responsabilidade patrimonial e operacional da Eletrosul, nas seguintes instalações:

- **Subestação Passo Fundo**, situada no município Entre Rios do Sul/RS, setor de 230kV.
- **Subestação Xanxerê/SC**, setor de 230kV.
- **Subestação Itá/SC**, setor de 525kV.
- **Subestação Salto Osório**, situada no município de São Jorge do Oeste/PR. Setores com tensões de 230kV e 69kV.
- **Subestação Salto Santiago/PR**, situada no município de Rio Bonito do Iguaçu/PR. Setores com tensões de 525kV e 69kV.
- **Subestação Areia**, situada no município de Pinhão/PR, setores de 525kV e 230kV.
- **Subestação Campos Novos/SC**, setor de 525kV.
- **Subestação Machadinho/SC**.

Não são abrangidos por esta Licença, nas mesmas Subestações, os setores que operam com tensões distintas das especificadas, relativos à interligação de Linhas de Transmissão de outro Subgrupo do Sistema Eletrosul, de Linhas da empresa submetidas a processo regular e específico de licenciamento ambiental, ou de Linhas pertencentes a outras empresas, a exemplo da concessionária estadual.

LINHAS DE TRANSMISSÃO:

- **Linha de Transmissão 230kV Xanxerê – Passo Fundo, 2 circuitos paralelos.**
1º circuito, trecho único: SE Xanxerê – SE Passo Fundo I, com 79,3km de extensão.
2º circuito, trecho único: SE Xanxerê – SE Passo Fundo II, com 79,3km de extensão.
- **Linha de Transmissão 230kV Salto Osório – Xanxerê, 2 circuitos paralelos.**
1º circuito, trecho único: SE Salto Osório – SE Xanxerê, com 162 km de extensão.
2º circuito (2 trechos): SE Salto Osório – SE Pato Branco, com 85,9 km de extensão.
SE Pato Branco – SE Xanxerê, com 79,5 km de extensão.
- **Linha de Transmissão 230kV Salto Osório – Areia, 2 circuitos paralelos.**
1º circuito: SE Salto Osório – SE Areia I, com 160,5 km de extensão.
2º circuito: SE Salto Osório – SE Areia II, com 160,5 km de extensão.
- **Linha de Transmissão 69kV Salto Osório – Salto Santiago, circuito simples.**
Trecho único: SE Salto Osório – SE Salto Santiago, extensão de 50,5 km.
- **Linha de Transmissão 525kV Salto Santiago – Itá, circuito simples.**
Trecho único: SE Salto Santiago – SE Itá, com 186,8km de extensão.
- **Linha de Transmissão 525kV Areia – Campos Novos, circuito simples.**
Trecho único: SE Areia – SE Campos Novos, com 176,3 km de extensão.

J.

CONDICIONANTES DA LICENÇA DE OPERAÇÃO Nº 1.259/2014

- Linha de Transmissão 525kV Salto Santiago – Areia, circuito simples.

2 trechos: SE Salto Santiago – SE Segredo, com 60,9 km de extensão.

SE Segredo – SE Areia, com 57,8 km de extensão.

- Linha de Transmissão 525kV Areia – GB Munhoz Rocha, 2 circuitos paralelos.

1º circuito, trecho único: SE Areia – GB Munhoz Rocha (Areia) I, extensão de 10,7 km.

2º circuito, trecho único: SE Areia – GB Munhoz Rocha (Areia) II, extensão de 10,7 km.





Anexo 6.F. Arranjo físico da SE Pinhalzinho 2

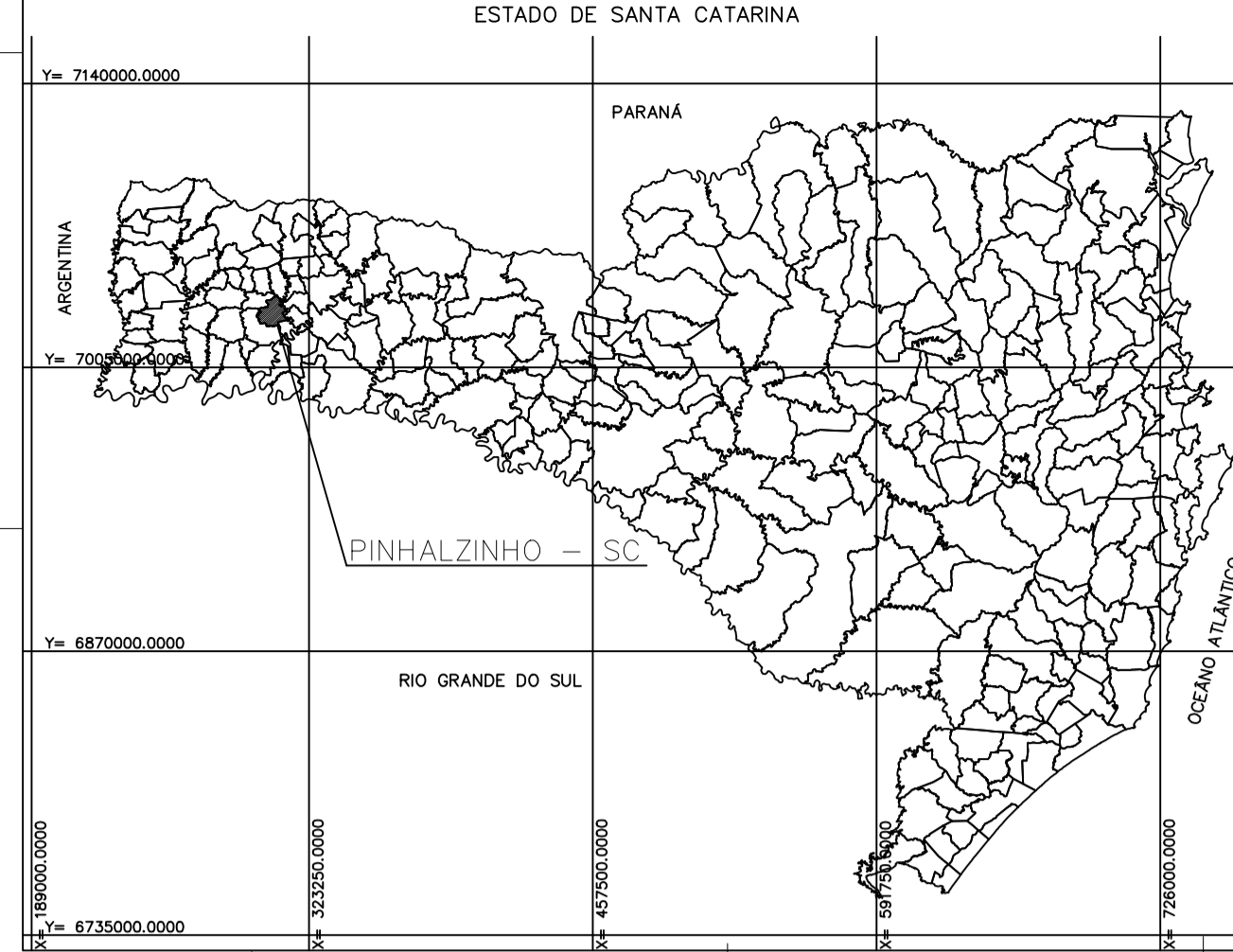
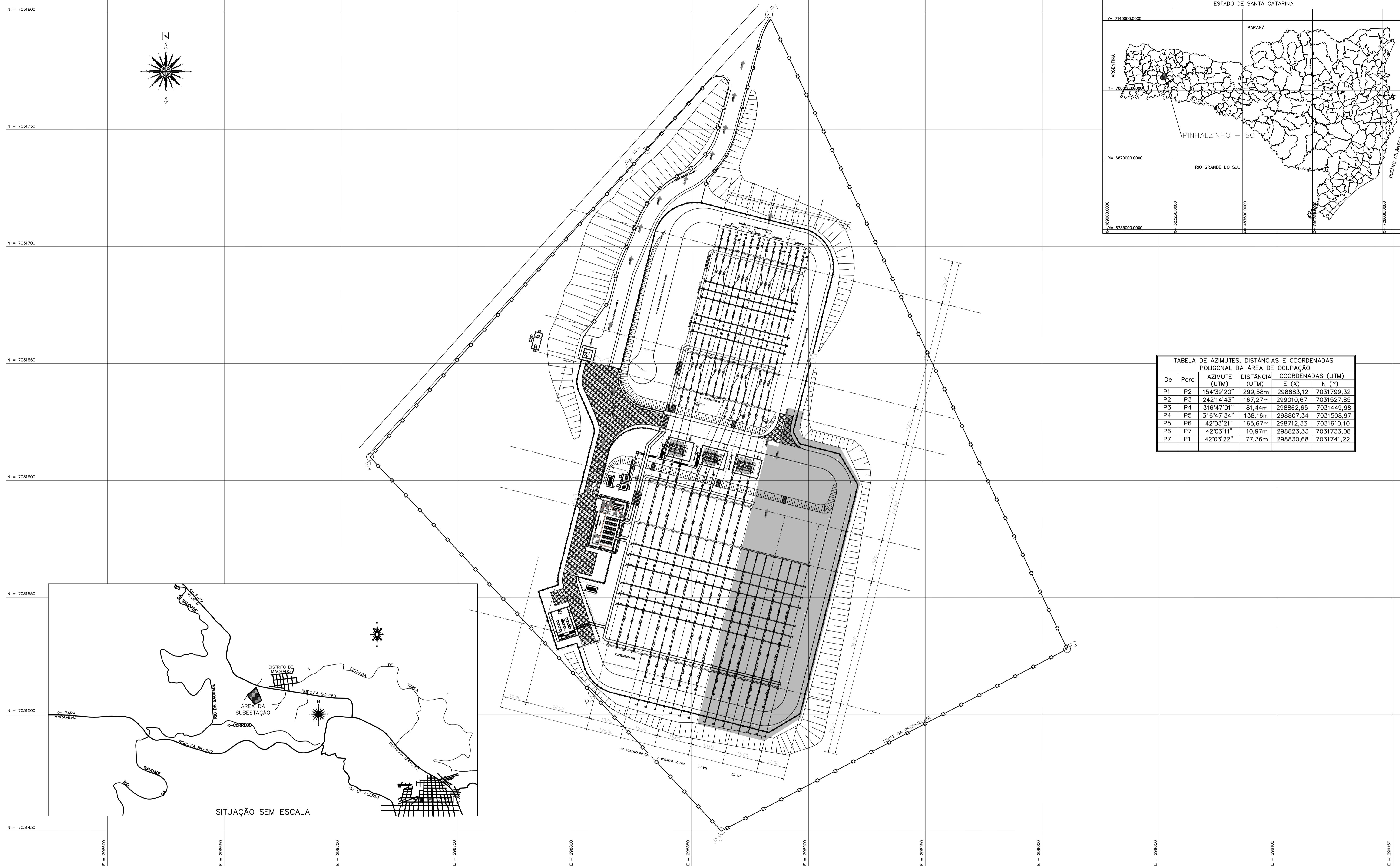
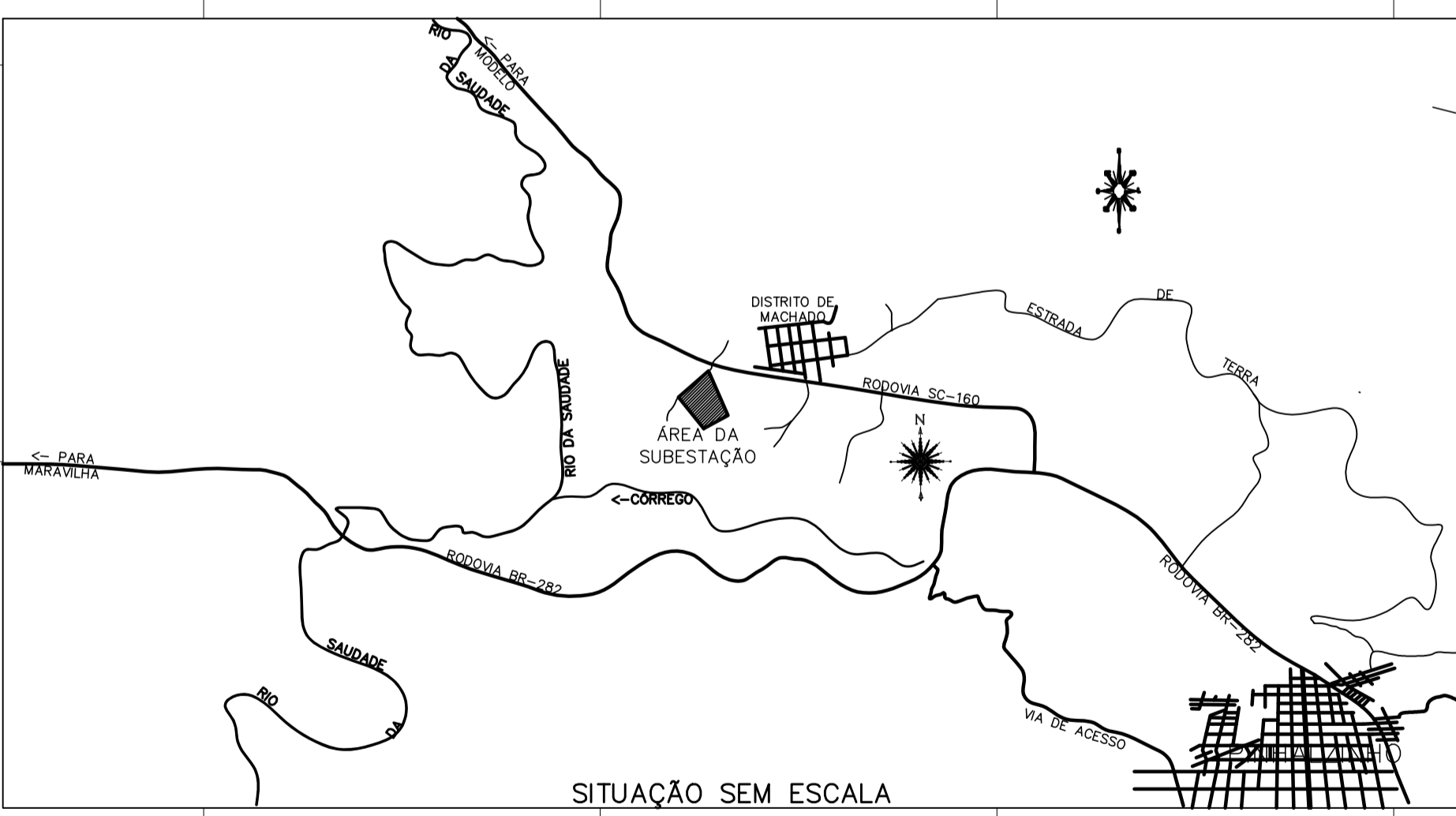


TABELA DE AZIMUTES, DISTÂNCIAS E COORDENADAS POLIGONAL DA ÁREA DE OCUPAÇÃO

De	Para	AZIMUTE (UTM)	DISTÂNCIA (UTM)	COORDENADAS (UTM)	
				E (X)	N (Y)
P1	P2	154°39'20"	299,58m	298883,12	7031799,32
P2	P3	242°14'43"	167,27m	299010,67	7031527,85
P3	P4	316°47'01"	81,44m	298862,65	7031449,98
P4	P5	316°47'34"	138,16m	298807,34	7031508,97
P5	P6	42°03'21"	165,67m	298712,33	7031610,10
P6	P7	42°03'11"	10,97m	298823,33	7031733,08
P7	P1	42°03'22"	77,36m	298830,68	7031741,22



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
ESC. 1: 750

10	10	1,00
9	9	0,90
8	8	0,80
7	7	0,70
6	6	0,60
5	5	0,50
4	4	0,40
3	3	0,30
2	2	0,20
1	1	0,13

NOTAS
1. DIMENSÕES EM METRO.

DESENHOS DE REFERÊNCIA
1. YTA-PIN2-230-01-PB-EM-AR-DE-0002: ARRANJO FÍSICO - PLANTA
2. YTA-PIN2-230-01-PB-EM-AR-DE-0003: ARRANJO FÍSICO - SETOR 230 kV - CORTES
3. YTA-PIN2-230-01-PB-EM-AR-DE-0004: BLINDAGEM DE PÁTIO - PLANTA
4. YTA-PIN2-230-01-PB-EM-AR-DE-0005: MALHA DE TERRA - PLANTA
5. YTA-PIN2-230-01-PB-GE-CB-MC-0001: DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO E MECÂNICO DOS BARRAMENTOS

CONVENÇÕES
XX - EIXOS DE REFERÊNCIA
■ - LEILÃO ANEEL 04/2018 LOTE 5 - AMPLIAÇÃO "A"

No.	DISCRIMINAÇÃO DAS REVISÕES	DATA
A	EMIÇÃO INICIAL	27/05/2019
B	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS	03/07/2019
C	REVISÃO CONFORME COMENTÁRIOS	09/08/2019

LEILÃO ANEEL 04/2018 - LOTE 05

SE PINHALZINHO 2 - 230/138 kV

ARRANJO FÍSICO - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

YTA-PIN2-230-01-PB-EM-AR-DE-0001

REVISÃO: C

FOLHA: 1/1