

ÍNDICE

6 -	Caracterização do Empreendimento	1/51
6.1 -	Traçado da Linha de Transmissão	1/51
6.2 -	Configuração Básica da Linha de Transmissão	2/51
6.3 -	Componentes do Projeto da Linha de Transmissão.....	3/51
6.3.1 -	Requisitos Gerais	3/51
6.3.2 -	Características Elétricas da LT.....	3/51
6.3.3 -	Série de Estruturas	4/51
6.3.4 -	Características Mecânicas dos Cabos Condutores e Pára-raios	12/51
6.3.5 -	Isoladores	12/51
6.3.6 -	Faixa de Servidão.....	13/51
6.3.7 -	Critérios Básicos do Projeto	13/51
6.3.7.1 -	Estabelecimento do Traçado	13/51
6.3.7.2 -	Condicionantes Socioambientais	14/51
6.3.8 -	Fontes de Distúrbios e Interferências.....	15/51
6.3.8.1 -	Efeito Corona	16/51
6.3.8.2 -	Radio-interferência	16/51
6.3.8.3 -	Ruído Audível	16/51
6.3.8.4 -	Campo Elétrico	17/51
6.3.8.5 -	Campo Magnético	18/51
6.3.8.6 -	Interferências com Sinais de TV.....	19/51
6.3.8.7 -	Compostos Químicos Formados.....	19/51
6.3.9 -	Fundações.....	19/51
6.3.9.1 -	Fundações para Mastros Centrais	19/51

6.3.9.2 -	Fundações para Estais	19/51
6.3.9.3 -	Torres Autoportantes	20/51
6.3.10 -	Medidas de Segurança	20/51
6.3.10.1 -	Características de Confiabilidade e Medidas de Proteção	21/51
6.3.10.2 -	Sistema de Aterramento de Estruturas e Cercas	22/51
6.3.10.3 -	Critérios Básicos para Travessia de Obstáculos	23/51
6.3.10.4 -	Faixa de Segurança e Distâncias de Segurança a Obstáculos	24/51
6.3.10.5 -	Sistema de Sinalização Aérea para Linhas de Transmissão	25/51
6.3.11 -	Aspectos Fundiários Legais	25/51
6.3.12 -	Subestações	26/51
6.4 -	Etapas do Projeto	26/51
6.4.1.1 -	Etapa de Planejamento	26/51
6.4.1.2 -	Etapa de Implantação	27/51
6.4.1.3 -	Etapa de Operação e Manutenção	49/51
6.4.2 -	Cronograma Físico de Implantação	51/51

ANEXOS

Anexo 1 - Cronograma de Implantação da LT

6 - CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

6.1 - TRAÇADO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

A Linha de Transmissão 500 kV São João do Piauí - Milagres, com aproximadamente 400 km de extensão, terá o seu início na SE São João do Piauí (PI) e término na SE Milagres (CE). O Quadro 6-1 apresenta as coordenadas dos 59 vértices previstos para o traçado.

Quadro 6-1 - Coordenadas dos Vértices da LT São João do Piauí - Milagres

VERTICE	COORD_X	COORD_Y
1	42° 13' 37,30" W	8° 21' 32,87" S
2	42° 13' 34,79" W	8° 21' 33,59" S
3	42° 11' 44,16" W	8° 21' 42,30" S
4	42° 10' 47,20" W	8° 21' 22,68" S
5	42° 6' 51,61" W	8° 19' 56,61" S
6	42° 4' 10,11" W	8° 19' 27,42" S
7	41° 49' 53,61" W	8° 17' 33,57" S
8	41° 46' 24,21" W	8° 16' 14,52" S
9	41° 32' 28,87" W	8° 15' 26,98" S
10	41° 31' 34,67" W	8° 15' 12,76" S
11	41° 26' 45,41" W	8° 14' 7,31" S
12	41° 19' 11,34" W	8° 11' 5,13" S
13	41° 13' 44,03" W	8° 9' 23,18" S
14	41° 9' 21,14" W	8° 7' 5,02" S
15	41° 1' 38,17" W	8° 6' 5,79" S
16	41° 0' 50,26" W	8° 5' 55,60" S
17	41° 0' 2,50" W	8° 5' 46,95" S
18	40° 52' 7,79" W	8° 4' 4,40" S
19	40° 42' 58,70" W	8° 3' 35,51" S
20	40° 41' 0,06" W	8° 3' 0,59" S
21	40° 39' 29,76" W	8° 2' 30,59" S
22	40° 39' 3,00" W	8° 2' 26,13" S
23	40° 33' 30,75" W	8° 1' 32,25" S
24	40° 32' 37,09" W	8° 1' 25,51" S
25	40° 28' 23,17" W	8° 0' 42,30" S
26	40° 24' 43,96" W	8° 0' 6,26" S
27	40° 21' 32,06" W	7° 59' 37,35" S
28	40° 17' 49,35" W	7° 58' 54,76" S
29	40° 15' 27,17" W	7° 58' 33,34" S
30	40° 13' 28,89" W	7° 58' 0,79" S
31	40° 5' 31,72" W	7° 55' 45,49" S
32	40° 5' 25,71" W	7° 55' 34,74" S
33	40° 2' 51,04" W	7° 54' 52,89" S

VERTICE	COORD_X	COORD_Y
34	40° 1' 17,41" W	7° 54' 24,74" S
35	39° 57' 2,65" W	7° 53' 11,86" S
36	39° 48' 10,19" W	7° 50' 20,63" S
37	39° 46' 43,01" W	7° 49' 53,76" S
38	39° 45' 52,96" W	7° 49' 36,46" S
39	39° 28' 51,48" W	7° 44' 7,19" S
40	39° 26' 37,22" W	7° 43' 13,92" S
41	39° 25' 34,03" W	7° 42' 46,94" S
42	39° 21' 23,15" W	7° 41' 3,44" S
43	39° 20' 47,06" W	7° 40' 45,10" S
44	39° 18' 38,68" W	7° 39' 54,45" S
45	39° 14' 56,63" W	7° 38' 9,49" S
46	39° 13' 29,08" W	7° 37' 21,32" S
47	39° 12' 43,52" W	7° 36' 52,80" S
48	39° 11' 2,82" W	7° 35' 57,41" S
49	39° 8' 9,86" W	7° 34' 16,98" S
50	39° 2' 4,45" W	7° 26' 55,74" S
51	39° 0' 37,75" W	7° 25' 17,05" S
52	38° 59' 58,52" W	7° 24' 23,59" S
53	38° 56' 56,23" W	7° 20' 43,29" S
54	38° 56' 26,88" W	7° 20' 3,71" S
55	38° 56' 3,04" W	7° 19' 19,91" S
56	38° 55' 59,99" W	7° 19' 11,96" S
57	38° 56' 5,49" W	7° 18' 32,36" S
58	38° 56' 6,70" W	7° 18' 26,73" S
59	38° 56' 8,13" W	7° 18' 25,35" S

6.2 - CONFIGURAÇÃO BÁSICA DA LINHA DE TRANSMISSÃO

A configuração básica é caracterizada pelas instalações listadas a seguir:

a.1) Linha de Transmissão

LT 500 kV, circuito simples, São João do Piauí - Milagres - C1 - 400 km

a.2) Subestações

Será realizada a ampliação das subestações já existentes de São João do Piauí e Milagres.

6.3 - COMPONENTES DO PROJETO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

6.3.1 - Requisitos Gerais

O projeto e a construção das linhas de transmissão deverão estar em conformidade com as últimas revisões das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, no que for aplicável, e, na falta destas, com as últimas revisões das normas da “International Electrotechnical Commission” - IEC, “American National Standards Institute” - ANSI ou “National Electrical Safety Code” - NESC, nesta ordem de preferência, salvo onde expressamente indicado.

6.3.2 - Características Elétricas da LT

Tensão máxima operativa - 550 kV.

Cada fase tem a configuração de um feixe de 4 condutores CAA 954 kcmil - 45/7 - RAIL, dispostos nos vértices de um quadrado com 457 mm de lado.

Espaçamento entre fases: 5,5 m, dispostos horizontalmente.

Espaçamento entre cabos pára-raios: 24,80 m.

As correntes de longa duração (I_{LD}) e de curta duração (I_{CD}) circulando no condutor foram calculadas utilizando o software especializado, TEMDET. São resumidos no **Quadro 6-2**, a seguir, os valores de corrente e suas temperaturas correspondentes, a serem adotados no projeto da LT:

Quadro 6-2 - Valores de correntes adotados no projeto

Operação de Longa Duração	$(I_{LD}) = 4 \times 575 \text{ A} = 2.300 \text{ A}$	$(T_{LD}) = 60^\circ \text{ C}$
Operação de Curta Duração	$(I_{CD}) = 4 \times 970 \text{ A} = 3.880 \text{ A}$	$(T_{CD}) = 76^\circ \text{ C}$

- Configuração dos cabos pára-raios:

Em uma extensão de 12 km após a saída, ou antes da chegada às subestações, os cabos pára-raio serão compostos por dois cabos CAA DOTTEREL. No restante da LT, os serão utilizados dois cabos 3/8” EAR.

- Ciclos de Transposição

Cada um dos trechos da LT deverá ter um ciclo completo de transposição. As estruturas de transposição deverão ser posicionadas em locais que correspondam a 1/6, 1/2 e 5/6 da extensão de cada trecho.

6.3.3 - Série de Estruturas

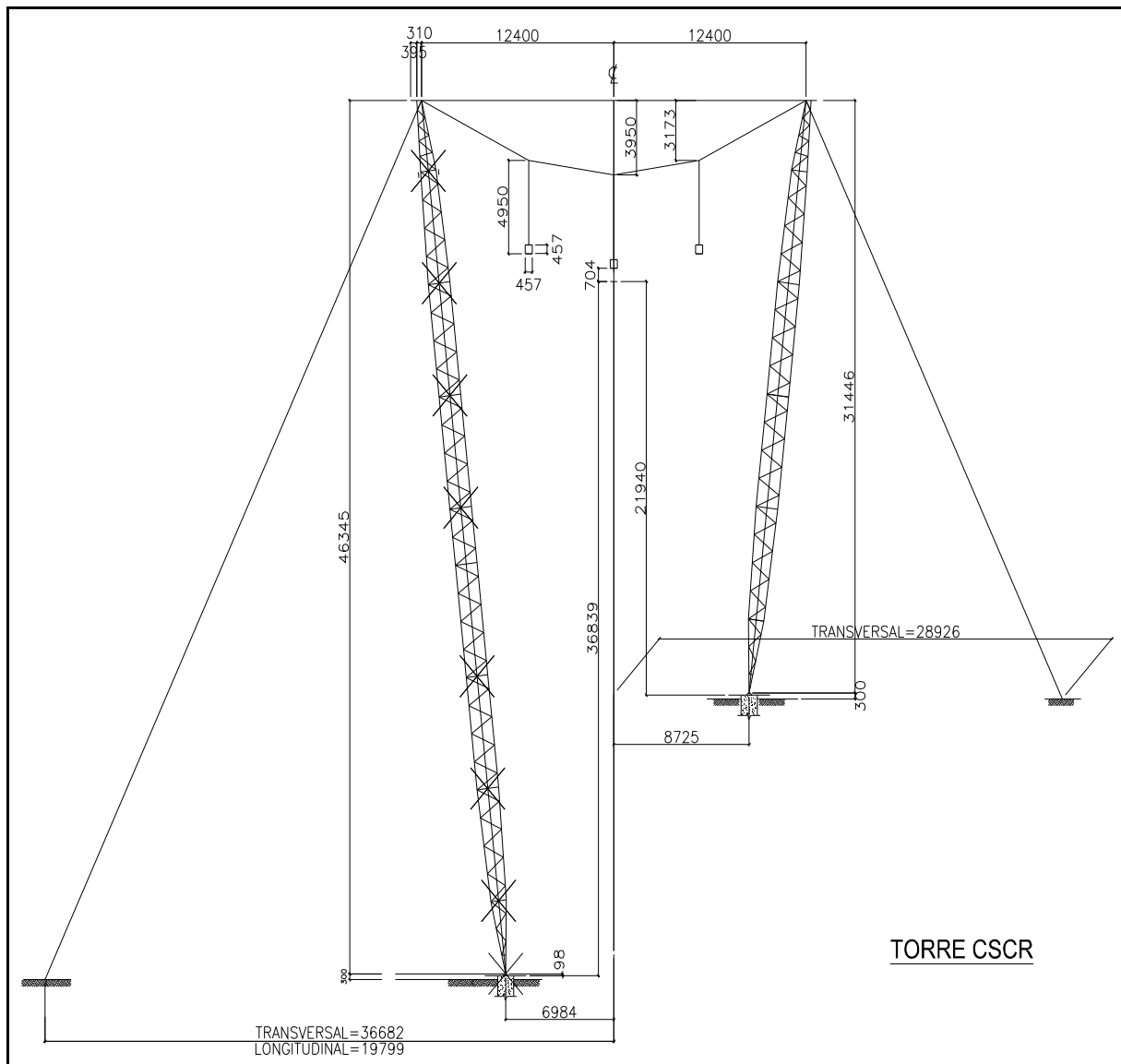
O relevo predominante atravessado pela LT em estudo (levemente ondulado) é adequado para o uso de estruturas de suspensão estaiadas, as quais devem ser complementadas, eventualmente, por estruturas autoportantes, tanto de suspensão como de ancoragem.

A série adotada utiliza como estrutura predominante uma torre estaiada do tipo “cross rope suspension” com 5,5 m de distância horizontal entre fases (condição EDS). A série é complementada por torre de suspensão autoportante tipo “raquete” com disposição compacta das fases, uma torre de transposição e duas torres de ancoragem com disposição horizontal das fases. Esses dois tipos de estruturas deverão totalizar, no mínimo, 90% das torres utilizadas na LT. Os dois tipos de torres compactas são complementados por cinco tipos de estruturas autoportantes, sendo duas de suspensão e três de ancoragem.

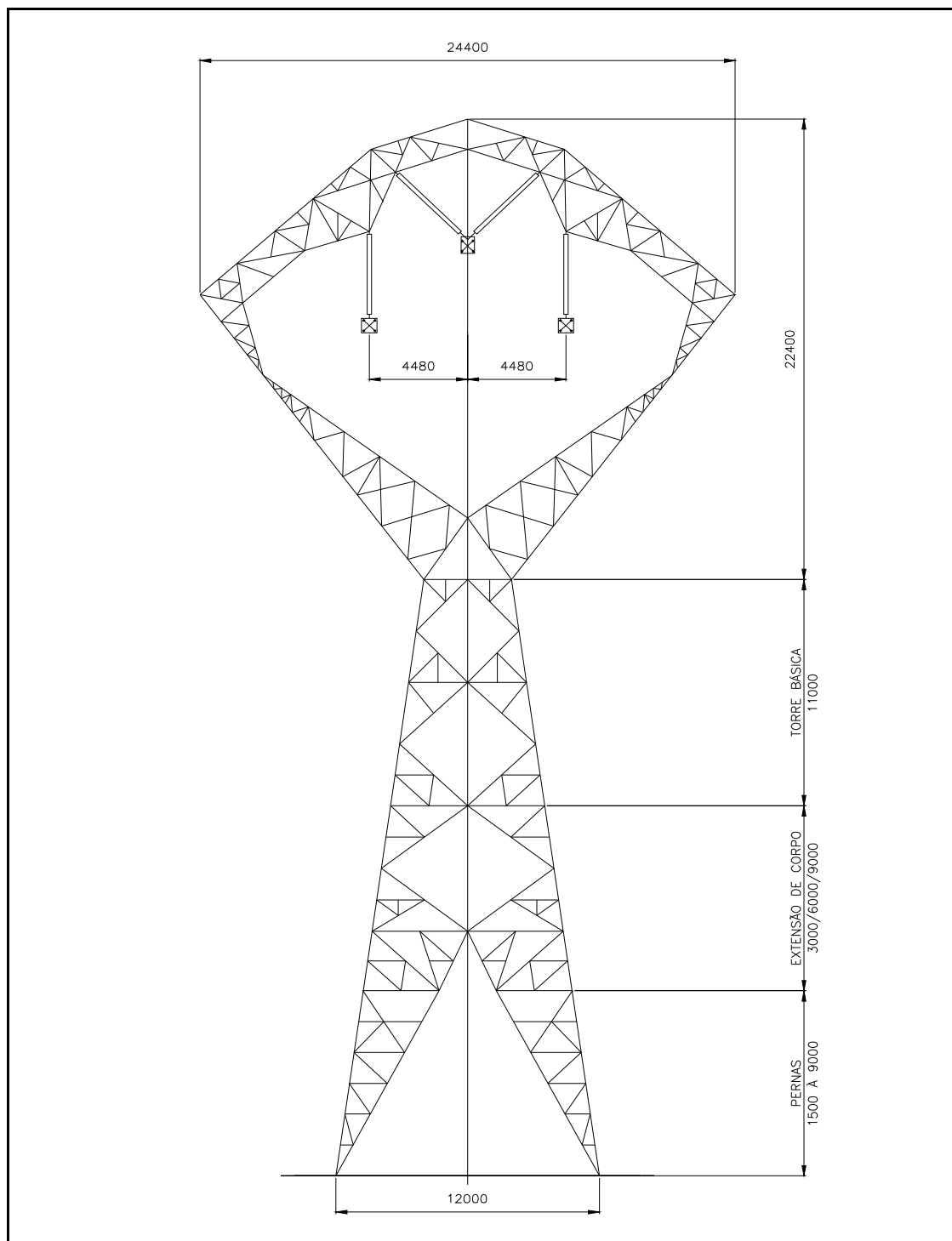
A série será formada pelos seguintes tipos de estruturas:

- suspensão estaiada “cross rope” em alinhamento e ângulo até 2°, tipo CMCR (tipo 1 e 2);
- suspensão autoportante “raquete” em alinhamento e ângulo até 3°, tipo CMSR;
- suspensão autoportante para ângulos até 8°, tipo CMSP;
- suspensão autoportante para transposição de fases, tipo CMST;
- ancoragem em ângulos até 15° tipo CMA15;
- ancoragem em ângulos até 30° tipo CMA30;
- ancoragem em ângulos até 55° e terminal tipo CMA55.

Os tipos de estruturas estão apresentados nas figuras a seguir.



**Figura 6-1 - Estrutura tipo CMCR - Suspensão
Estaiada "Cross Rope" em Alinhamento e Ângulo até 2°**



Dimensões em mm

Figura 6-2 - Estrutura tipo CMSR - Susp. Autoportante "Raquete" em Alinhamento e Ângulo até 3°

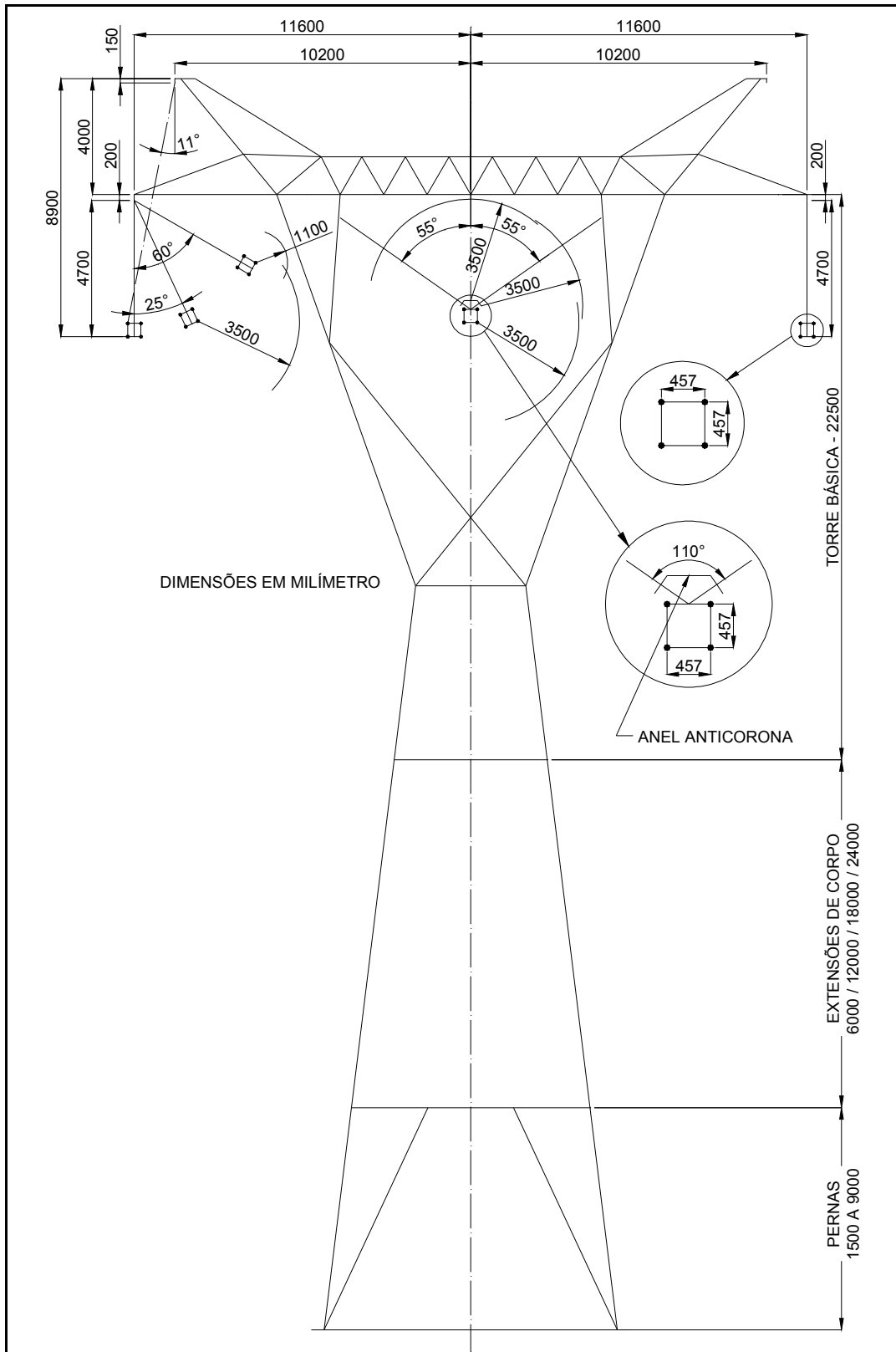
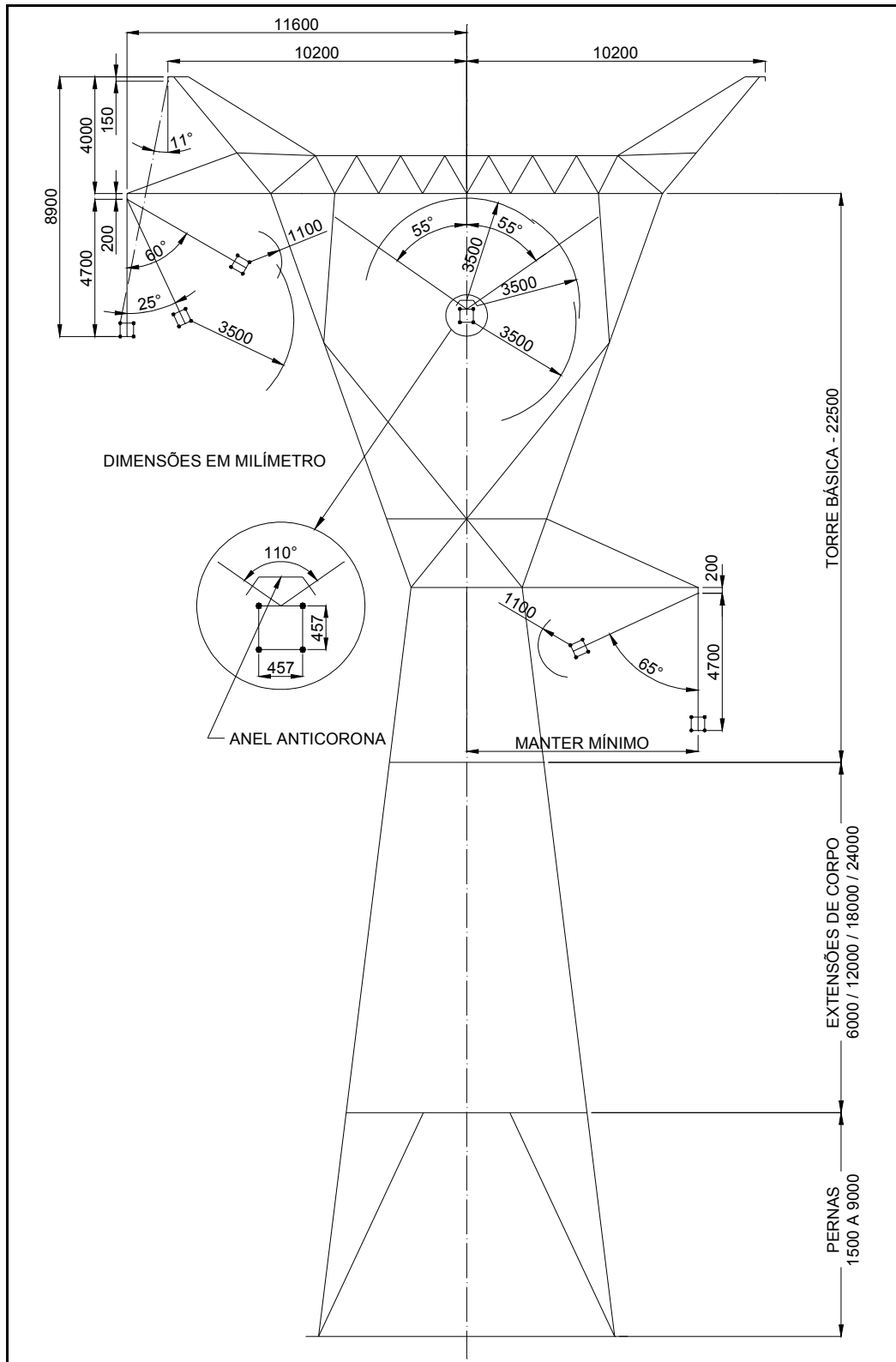


Figura 6-3 - Estrutura tipo CMSP - Suspensão Autoportante



**Figura 6-4 - Estrutura tipo CMST -
Suspensão Autoportante para Transposição de Fases**

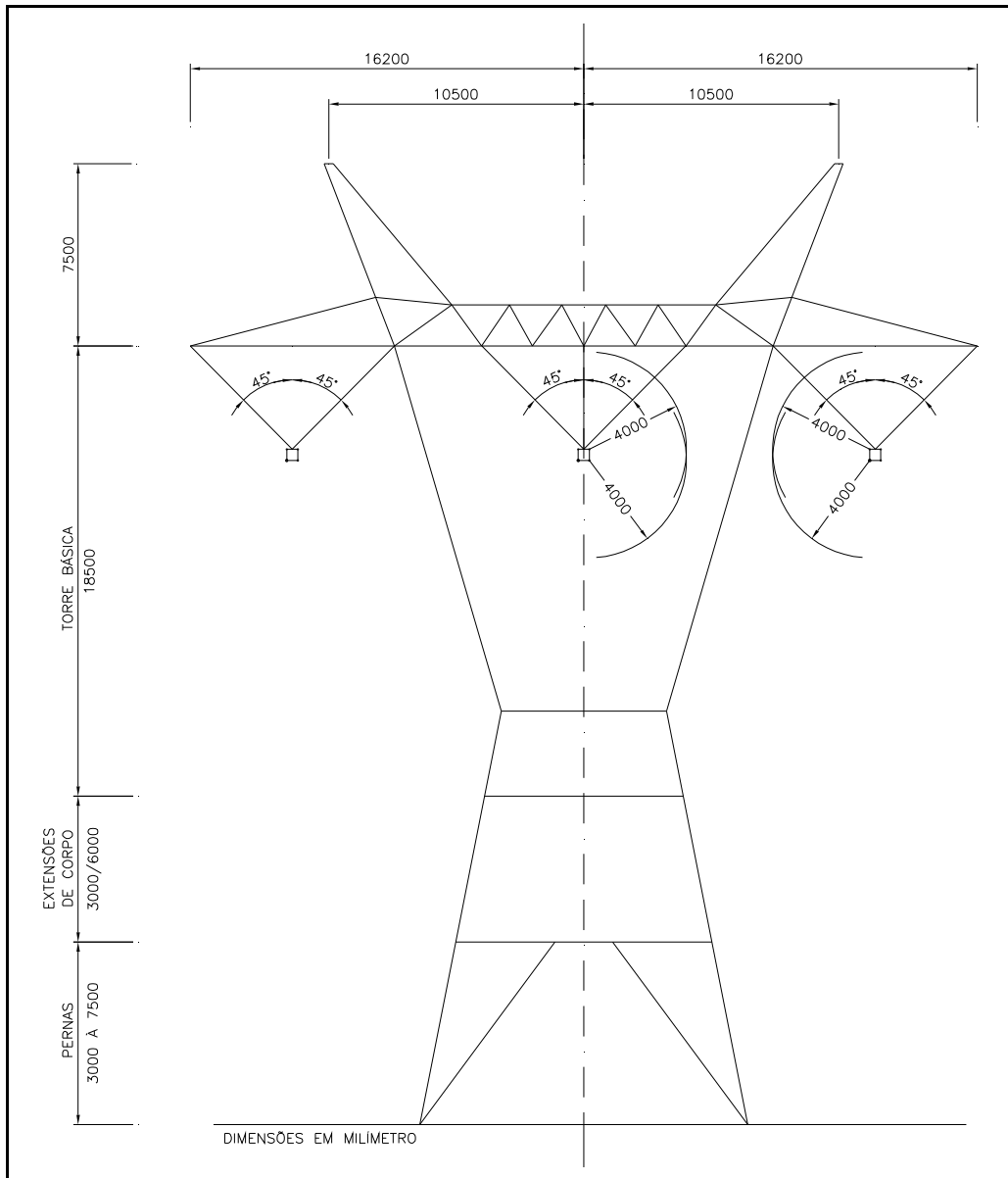


Figura 6-5 - Estrutura tipo CMA15 - Ancoragem Autoportante em Ângulos até 15°

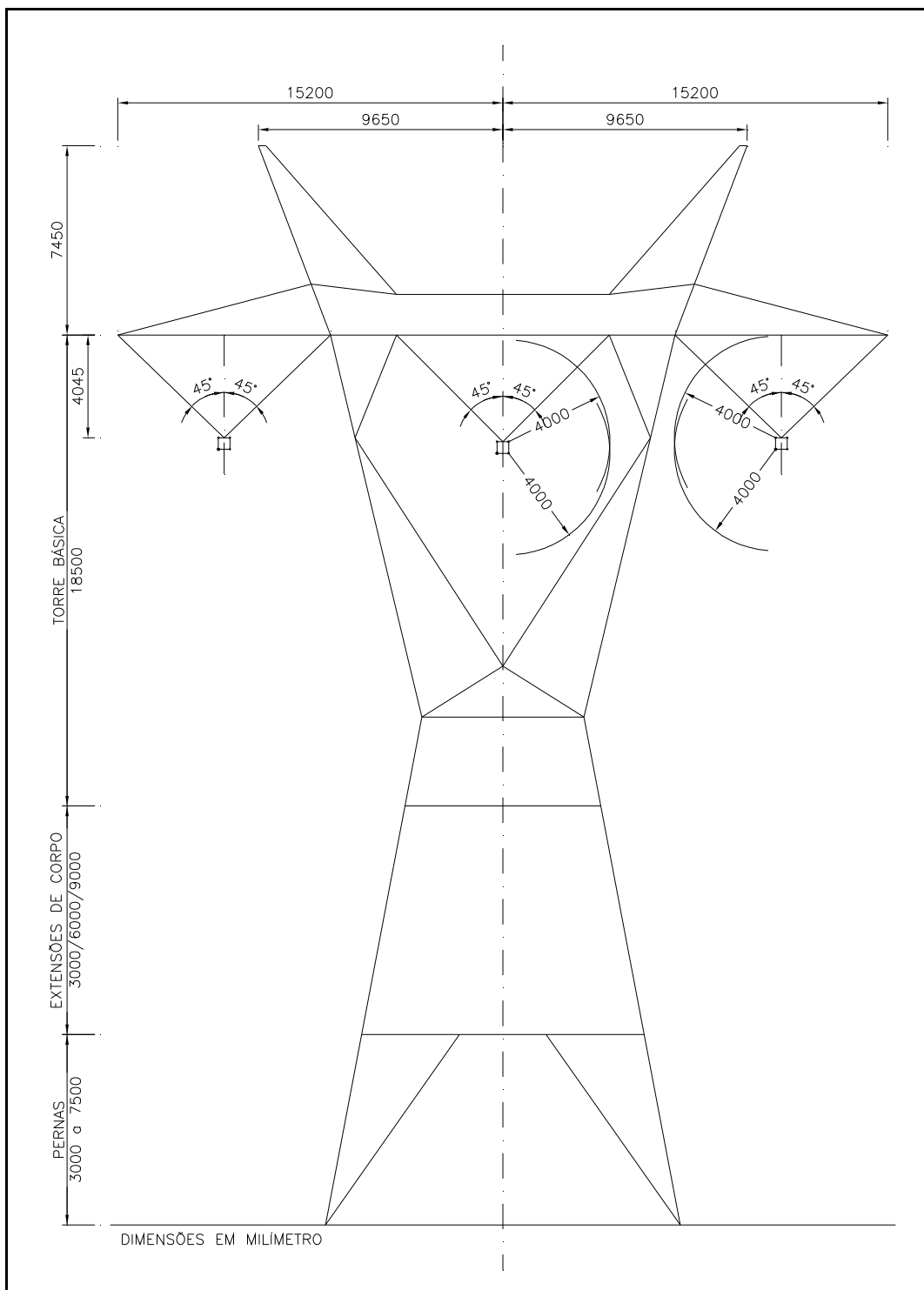


Figura 6-6 - Estrutura tipo CMA30 - Ancoragem Autoportante em Ângulos até 30°

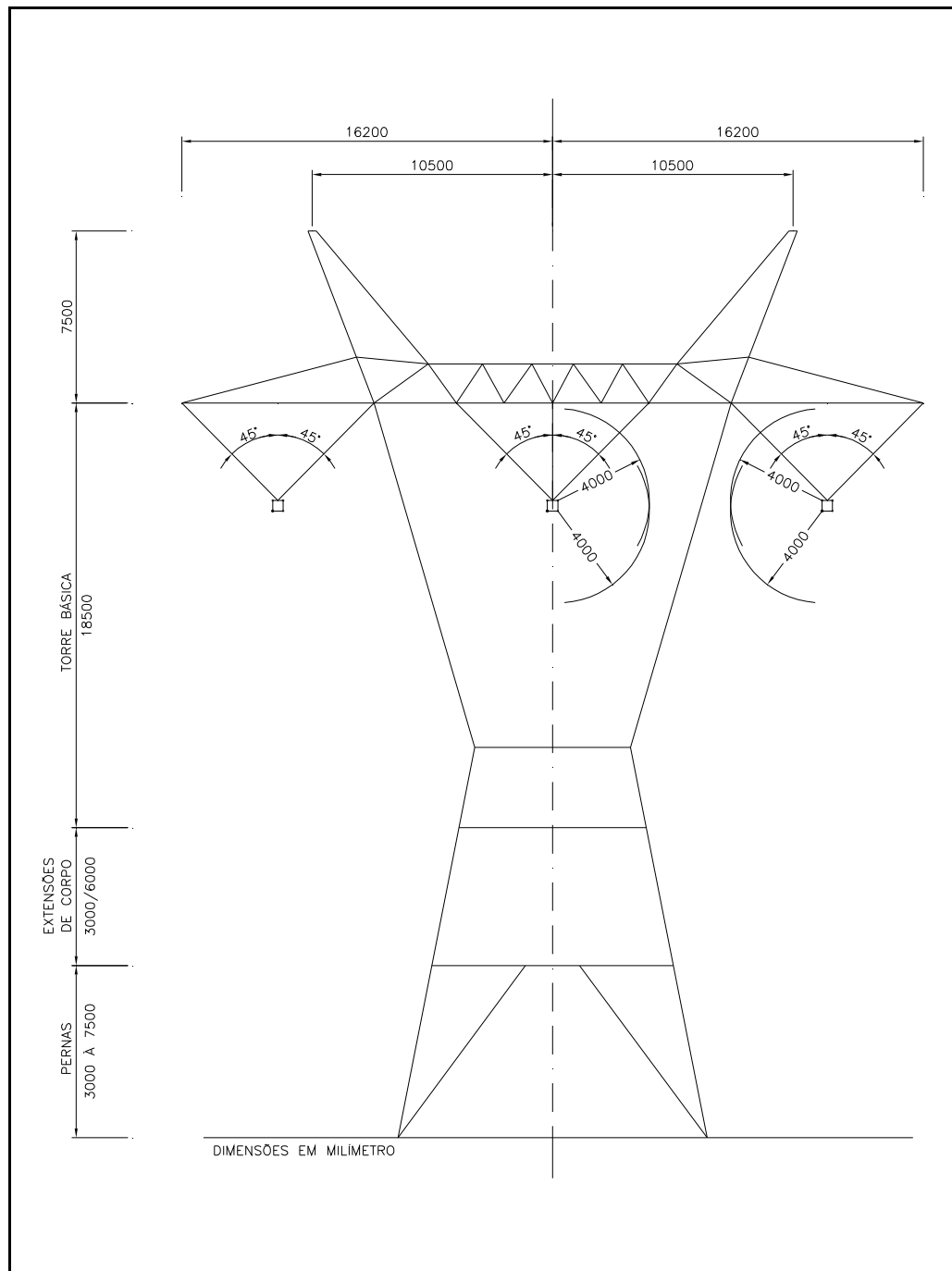


Figura 6-7 - Estrutura tipo CMA55 -
Ancoragem Autoportante em Ângulos até 55° e Terminal

A LT São João do Piauí - Milagres terá cerca de 810 estruturas de aço galvanizado, com distância média entre as mesmas de 500m.

6.3.4 - Características Mecânicas dos Cabos Condutores e Pára-raios

As características dos cabos condutores e pára-raios a serem utilizados na LT 500kV São João do Piauí - Milagres são apresentadas no **Quadro 6-3**.

Quadro 6-3 - Características de Cabos

Característica	Condutor	Pára-Raios Junto às SEs	Pára-Raios Restante da LT
		I _{cc} = 40 kA (*)	
Tipo	CAA	CAA	Aço zincado EAR
Código	Rail	Dotterel	
Bitola	954 kcmil	176,9 kcmil	3/8"
Formação	45/7	12/7	7 fios
Área total (mm ²)	516,83	141,89	51,08
Peso próprio (kgf/m ²)	1,598	0,657	0,407
Diâmetro (mm)	29,59	15,42	9,144
Carga de ruptura (GA) (kgf/m ²)	11.812	7.834	6.985

(*) O índice de 40 kA representa o nível de corrente de curto circuito nas SEs São João do Piauí e Milagres.

Os cabos pára-raios serão aterrados em todas as estruturas e conectados às malhas de terra nas subestações. Os mesmos deverão ser projetados para o nível de curto-circuito apresentado no **Quadro 6-3**.

6.3.5 - Isoladores

As cadeias de suspensão e ancoragem do condutor usam os isoladores descritos no **Quadro 6-4**.

Quadro 6-4 - Características dos Isoladores

Característica	Suspensão Leve e Passagem	Suspensão Pesada e Ancoragem
Carga mecânica de ruptura	120 kN	160 kN
Engate concha-bola	IEC 60120 - 16A	IEC 60120 - 20
Diâmetro do disco	254 mm	280 mm
Passo	146 mm	170 mm
Distância de escoamento	320 mm	380 mm

Serão adotados 25 isoladores nas cadeias de suspensão leve e passagem e 22 isoladores nas cadeias de suspensão pesada, tendo em vista a obtenção de um adequado desempenho sob descargas atmosféricas. As cadeias de ancoragem serão duplas e terão 23 isoladores em cada penca.

6.3.6 - Faixa de Servidão

A largura da faixa de servidão foi calculada considerando os critérios para desempenho mecânico, como o ângulo de balanço dos condutores, estabelecidos na Norma ABNT NBR 5.422/85, e comparada à largura mínima necessária para atender aos valores adequados de gradiente superficial, radio-interferência, ruído audível, campo elétrico e campo magnético, conforme estabelecidos no Edital de Leilão da ANEEL, e apresentados no item A7 - Fontes de Distúrbios e Interferências. Estes critérios elétricos foram verificados para a tensão máxima de operação da LT de 550 kV.

Atendendo aos critérios elétricos e mecânicos descritos acima adotou-se uma largura de 70 metros para a faixa de servidão.

6.3.7 - Critérios Básicos do Projeto

6.3.7.1 - Estabelecimento do Traçado

Foram considerados, dentre outros, os seguintes critérios básicos para a escolha do traçado:

- Poucas deflexões, tanto em grandeza quanto em quantidade.
- Escolha de regiões de fácil acesso.
- Desvio de picos altos, correndo por encostas laterais.
- Redução de aproximação com indústrias das quais emanem fumaça ou gases corrosivos (indústrias químicas, fábricas de cimento, etc.).
- Afastamento de pedreiras, jazidas de minério em exploração, depósitos de explosivos ou combustíveis e refinarias.
- Minimização de interferências com benfeitorias, pivô central, construções onerosas, tais como barragens, aeroportos, aeródromos, autódromos, monumentos, loteamentos e terrenos muito valorizados, pantanosos, rochosos ou sujeitos à erosão e obras de interesse social (escolas, hospitais, igrejas, cemitérios, etc.).
- Verificação, ao longo do traçado, da existência ou de projetos de rodovias, ferrovias, oleodutos, gasodutos, adutoras, linhas elétricas aéreas, torres de microondas, bem como

projetos de benfeitorias ou construções como especificado acima e tudo mais que possa tornar-se fator decisivo na definição do traçado.

- No caso de reservatórios planejados, verificação e caracterização fiel da curva de inundação dos mesmos, visando evitá-los.
- Minimização de paralelismo, em trechos longos, com linhas de telecomunicações, oleodutos, gasodutos, e adutoras; em nenhum caso é admitido que tal paralelismo ocorra dentro da faixa de servidão.
- No caso de obrigatoriedade de aproximação de aeródromos homologados ou não, é obedecido o exposto no decreto n° 83399 de 03/05/79, publicado no diário oficial de 04/05/79, que estabelece critérios para utilização de áreas vizinhas aos aeródromos.
- Nas aproximações com sistema de estações transmissoras ou receptoras de rádio, retransmissora de televisão e torres de microondas, realiza-se levantamento a parte com detalhes e medidas adequadas para caracterizar perfeitamente esses obstáculos.
- Tanto quanto possível, a faixa de servidão da linha não conterà estruturas de linhas elétricas de transmissão ou distribuição com tensão nominal igual ou superior a 13,8 kV. A identificação da diretriz de desenvolvimento das linhas existentes será feita de acordo com imagens de satélite IKONOS, de forma a assegurar que o traçado a ser escolhido se compatibilizará com o da linha existente de forma adequada.

6.3.7.2 - Condicionantes Socioambientais

Além das condicionantes técnicas para estabelecimento do traçado indicadas no item anterior, também são observados cuidados socioambientais que buscam reduzir os impactos causados pela implantação da LT. A seguir estão identificados aqueles considerados mais relevantes:

- Procurou-se evitar a passagem da linha sobre povoados e núcleos urbanos ou áreas quilombolas já estabelecidos, buscando reduzir o número de desapropriações e possíveis conflitos.
- Buscou-se a alocação do traçado em local que não oferecesse interferências a sítios arqueológicos, paleontológicos ou unidades de conservação.

- O planejamento para a alocação de canteiros e abertura de acessos buscou a escolha de locais que não ocasionassem interferência no cotidiano das populações locais.

6.3.8 - Fontes de Distúrbios e Interferências

A definição da largura da faixa de servidão das Linhas de Transmissão 500 kV, foi efetuada de modo a limitar ao interior da faixa os distúrbios e interferências causados pela linha de transmissão.

De acordo com os documentos do Edital de Leilão da Concessão, os critérios elétricos a serem atendidos pela LT, para a tensão máxima de operação de 550 kV, são os seguintes:

- **Gradiente superficial:** o gradiente superficial máximo deve ser limitado de modo a garantir que os condutores não apresentarão corona visual em 90% do tempo, para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela LT.
- **Radiointerferência:** para o nível mínimo de sinal especificado pelo DENTEL, a relação sinal/ruído, no limite da faixa de servidão, deve ser igual ou superior a 24 dB, para a 50% das condições atmosféricas que ocorrem no ano.
- **Ruído Audível:** sob chuva fina (<0,00148 mm/min) ou nevoa com 4 horas de duração ou após 15 minutos de chuva, o ruído audível no limite da faixa de servidão deve ser inferior ou, no máximo igual a 58 dB.
- **Campo Elétrico:** no limite da faixa de servidão, o campo elétrico a 1 m do solo deve ser inferior ou, no máximo igual a 4,16 kV/m; o campo elétrico máximo no interior da faixa, levando em conta a utilização de cada trecho, não deve provocar efeitos nocivos a seres humanos.
- **Campo magnético:** no limite da faixa de servidão, o campo magnético na condição de carregamento máximo deve ser igual ou inferior a 67 A/m, equivalente a uma indução magnética de 83,3 μ T; o campo magnético máximo no interior da faixa, levando em conta a utilização de cada trecho, não deve provocar efeitos nocivos a seres humanos.

Para verificação do atendimento aos critérios acima indicados, foi adotada uma faixa de servidão com 70 m de largura, tendo sido observados os valores a seguir indicados.

6.3.8.1 - Efeito Corona

Gradiente nas fases: $G_{\max} = 19,58 \text{ kV/cm}$

Gradiente Crítico: $G_{\text{crt}} = 20,51 \text{ kV/cm}$

O gradiente crítico é superior ao gradiente máximo nas fases, indicando que não deverá ocorrer corona visual em 90% do tempo, para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada.

6.3.8.2 - Radio-interferência

O Edital de Leilão especifica que a relação sinal / ruído no limite da faixa de servidão para a tensão máxima operativa, deve ser no mínimo 24 dB, para 50% das condições climáticas ocorrendo no período de um ano. O sinal adotado para o calculo deve ser o nível mínimo de sinal na região atravessada pela LT, conforme legislação pertinente.

Baseado no critério acima e adotando um sinal de 66 dB a 1 MHz obtém-se o nível máximo de radio interferência admissível no limite da faixa de servidão em pelo menos 50% de todos os tempos de um ano como $RI_{\max} \leq 42 \text{ dB}$. O valor de radio interferência no limite da faixa de servidão de 70 m, com 50% de probabilidade de não ser excedido, considerando-se todos os tempos do ano, calculou-se como 40,53 dB, inferior ao máximo de 42 dB.

Como pode ser constatado, o valor de radiointerferência no limite da faixa de servidão de 70 m, com 50% de probabilidade de não ser excedido, considerando-se todos os tempos do ano, atende o critério estabelecido.

6.3.8.3 - Ruído Audível

O Edital de Leilão especifica que o ruído audível no limite da faixa de servidão, para a tensão máxima operativa, deve ser no máximo igual a 58 dBA, para as seguintes condições climáticas:

- durante chuva fina (<0,00148 mm/min);
- durante nevoa de 4 horas de duração;
- após chuva (primeiros 15 minutos).

O ruído audível produzido por uma linha de transmissão varia sensivelmente com as condições atmosféricas. Com tempo bom, o ruído devido a LT é desprezível e, sob chuva forte, o ruído gerado pela própria chuva é superior ao produzido pelos condutores.

Por essa razão, os critérios de projeto normalmente exigem, como é o caso em questão, que o ruído audível seja verificado para condições que correspondam ao condutor úmido. Essas condições são usualmente associadas ao nível de ruído com 50% de probabilidade de ser excedido com tempo ruim.

Os valores do ruído audível em um eixo transversal à linha de transmissão foram calculados por programa computacional, sendo obtido, no limite da faixa de servidão de 70 m, o valor de 52,68 dBA, o qual atende o critério estabelecido.

6.3.8.4 - Campo Elétrico

O Edital de Leilão especifica que o campo elétrico a um metro do solo, no limite da faixa de servidão, deve ser inferior ou, no máximo, igual a 4,16kV/m. Adicionalmente, o campo elétrico no interior da faixa de servidão não deve provocar efeitos nocivos em seres humanos, levando-se em consideração a utilização que for dada a cada trecho.

Os valores obtidos para o campo elétrico a um metro do solo em um eixo transversal à linha de transmissão foram calculados pelo *software* EFCOCA para dois casos:

- **espaçamento condutor** - solo de 9,5 m (locais acessíveis a máquinas agrícolas);
- **espaçamento condutor** - solo de 11,5 m (travessias sobre rodovias).

O valor obtido no limite da faixa de servidão de 70 m, para os casos examinados, é de 0,65 kV/m e 0,72 kV/m, respectivamente, atendendo plenamente o critério estabelecido.

No interior da faixa de servidão os valores máximos atingem 7,90 kV/mkV/m para locais acessíveis a máquinas agrícolas e de 5,73 kV/m, para travessias sobre rodovias.

Para esses valores máximos de campo elétrico e para veículos compatíveis com os correspondentes usos da faixa de servidão, as correntes induzidas são as seguintes:

Quadro 6-5 - Valores máximos de campo elétrico e veículos compatíveis

Veículo	Corrente Induzida	
	Campo Elétrico 7,90 kV/m	Campo Elétrico 5,73 kV/m
Carreta de grande porte	-	3,5 mA
Ônibus	-	2,3 mA
Colheitadeira	3,2 mA	-
Trator de fazenda puxando carroça	2,4 mA	-
Trator de fazenda	0,8 mA	-

Esses valores de correntes induzidas situam-se em níveis compatíveis com a utilização da faixa de servidão e atendem o limite máximo de 5,0 mA, garantindo, portanto, o atendimento aos requisitos especificados.

6.3.8.5 - Campo Magnético

O Edital de Leilão especifica que o campo magnético no limite da faixa de servidão deve ser inferior ou, no máximo, igual a 67 A/m, equivalente a uma indução magnética de 83,3 μ T.

Adicionalmente o Edital especifica que o campo magnético no interior da faixa de servidão não deve provocar efeitos nocivos em seres humanos, levando-se em consideração a utilização que for dada a cada trecho.

Os valores do campo magnético em um eixo transversal à LT foram calculados para as correntes máximas de longa (I_{LD}) e curta duração (I_{CD}), ou seja, 2.300 A e 3.880 A, respectivamente. Foi calculado o campo magnético na largura da faixa de servidão em um eixo perpendicular à diretriz da LT localizado em um ponto do perfil com espaçamento mínimo condutor-solo, considerando terreno plano. A seguir são resumidos os valores calculados:

Quadro 6-6 - Valores de campo eletromagnético

	$I_{LD} = 2.300 \text{ A}$	$I_{CD} = 3.880 \text{ A}$
Campo magnético no limite da faixa	11,69 A/m	19,72 A/m
Campo magnético máximo	38,53 A/m	65,00 A/m

O exame dos valores acima mostra que o valor do campo magnético no interior da faixa de servidão é inferior a 67 A/m, atendendo o critério pré-estabelecido.

6.3.8.6 - Interferências com Sinais de TV

Não há interferências nas faixas de canais de TV.

6.3.8.7 - Compostos Químicos Formados

Não há formação de compostos químicos, tendo em vista que o gradiente crítico é superior ao gradiente máximo em ambos os trechos da linha.

6.3.9 - Fundações

6.3.9.1 - Fundações para Mastros Centrais

As fundações para mastros centrais serão executadas em sapatas ou tubulões, variando-se as dimensões em função das características do solo da fundação.

6.3.9.2 - Fundações para Estais

As fundações para os estais poderão ser executadas em tubulões, blocos ou tirantes ancorados em rochas. A escolha de cada tipo será definida em função das características do solo e das condições de acesso ao local da fundação. Os estais serão fixados às fundações por meio de sistema de ancoragens apropriado.

A solução em tubulões constitui-se em elementos moldados "in loco", em concreto armado com dimensões e profundidades racionalmente determinadas, onde são fixadas as ancoragens.

A solução em blocos constitui-se em elementos em forma de viga tipo "L", pré-moldados em concreto armado, com dimensões e profundidades racionalmente determinadas, onde são fixadas as ancoragens.

A solução em tirantes ancorados em rocha constitui-se na fixação das ancoragens diretamente sobre a rocha, de acordo com diâmetros e profundidades racionalmente definidas.

6.3.9.3 - Torres Autoportantes

As fundações para as torres autoportantes poderão ser executadas em tubulões, sapatas ou blocos ancorados em Rocha. A escolha de cada tipo será definida em função das características do solo e das condições de acesso ao local da fundação.

A solução em tubulões constitui-se em elementos moldados "in loco", em concreto armado, com dimensões e profundidades racionalmente determinadas, onde são fixados os *stubs*.

A solução em sapatas constitui-se em elementos moldados "in loco", em concreto armado, com o fuste acompanhando o ângulo de inclinação dos *stubs*.

A solução em blocos ancorados em rocha constitui-se em elementos moldados "in loco", sem alargamento de base, em concreto armado, com dimensões e profundidades racionalmente determinadas, ancorados na rocha através de tirantes, constituindo-se na solução em blocos ancorados em rocha, onde são fixados os *stubs*.

Durante a execução do Projeto Executivo, serão determinadas e mapeadas as regiões atravessadas pela linha de transmissão que possuam as mesmas características geológicas, de modo a permitir que sejam estimados os tipos e quantidades de fundação a serem aplicados para cada região (sapata, bloco de concreto, tubulão, estaca, tirante em rocha, etc.), elaborando-se desenhos ilustrativos e esquemáticos com dimensões aproximadas das fundações normais (típicas) a serem utilizadas, bem como os parâmetros básicos adotados referentes ao solo para o respectivo dimensionamento, com indicação das características principais resultantes e admitidas (dimensões, volumes e armações).

6.3.10 - Medidas de Segurança

Para todo o trecho da LT 500kV São João do Piauí - Milagres o projeto inclui uma série de medidas que garantem a segurança tanto para as comunidades vizinhas como para a infraestrutura existente e para a linha de transmissão. A seguir são descritos os principais critérios considerados no projeto:

6.3.10.1 - Características de Confiabilidade e Medidas de Proteção

O projeto e construção da linha de transmissão e subestações terminais serão desenvolvidos em conformidade com as últimas revisões das normas ABNT, ANSI, ASCE, ASME, ASTM, EIA, IEC, IEEE, INMETRO ISO, e NEMA, no que for aplicável.

O projeto mecânico da linha de transmissão foi desenvolvido segundo a IEC 60826: "Loading and Strength of Overhead Transmission Lines". O nível de confiabilidade do projeto eletromecânico, expresso pelo período de retorno do vento extremo foi adotado de 250 anos.

Os acessórios, conexões e demais componentes que conduzem correntes serão especificados com capacidade de condução de corrente correspondente àquela que resulte no limite térmico do condutor (temperatura do condutor 90°C) nas condições climáticas da região do projeto.

Além das hipóteses previstas na IEC 60826, para o cálculo das cargas mecânicas sobre as estruturas, é obrigatória a introdução de carregamento que reflitam tormentas elétricas.

O projeto das fundações será desenvolvido de forma a adequar todos os esforços estruturais resultantes de cada torre às condições específicas do solo em que serão instaladas. De modo a atender o critério de coordenação de falha, as solicitações transmitidas pela estrutura serão majoradas pelo fator mínimo 1,10. Estas solicitações, calculadas com base nas condições particulares de aplicação da torre serão consideradas nas cargas de projeto das fundações.

As propriedades físicas e mecânicas do solo, em cada local de instalação de estrutura, serão determinadas a partir de campanhas de prospecção de solos, de modo a retratar com precisão suas características geomecânicas. A partir dos dados coletados, serão definidos os parâmetros a serem utilizados no projeto das fundações das torres da linha.

No que se refere aos cabos, os estudos mecânicos serão desenvolvidos de acordo com as seguintes condições básicas:

- Para condições de temperatura mínima, a tração axial será limitada a 33% da tração de ruptura do cabo.
- Para condições de vento nominal com período de retorno de 50 anos, a tração axial será limitada a 50% da tração de ruptura do cabo.
- Para condições de vento extremo com período de retorno de 250 anos, a tração axial será limitada a 70% da tração de ruptura do cabo.

- Para fins de prevenção e controle de fadiga dos cabos, serão realizados estudos de vibração eólica e de amortecimento, de forma a garantir a prevenção contra vibrações e a ausência de danos aos cabos da linha de transmissão.

6.3.10.2 - Sistema de Aterramento de Estruturas e Cercas

Todas as estruturas da linha disporão de sistema de aterramento, dimensionado de modo a propiciar a descarga para a terra, tanto das correntes de curto-circuito, como das correntes provenientes de descargas atmosféricas. O sistema de aterramento assim dimensionado propiciará segurança para seres humanos e animais que se encontrem na faixa de servidão da linha quando da ocorrência desses eventos, assegurando ainda o desempenho das instalações quando da ocorrência de curto-circuitos ou de surtos atmosféricos.

Inclui-se na proteção a seres humanos e animais, o aterramento das cercas situadas no interior da faixa de servidão da linha e o seccionamento, nos limites da faixa, das cercas que venham a se estender para fora de seus limites. Todos os aterramentos de cercas serão efetuados de modo a que exista sempre um seccionamento entre dois pontos de aterramento adjacentes, de modo a evitar que ocorra a circulação de corrente nos fios das cercas.

O sistema de aterramento das estruturas da LT 500 kV São João do Piauí - Milagres deve ser compatível com a taxa de desligamento de 1 desligamento / 100 km / ano especificada no Edital da ANEEL. O sistema de aterramento será formado por 4 ramais de cabos contrapeso ligados às estruturas, com comprimentos variados, conforme a fase a ser instalada. A fase de aterramento será definida no decorrer do projeto executivo em função dos valores medidos da resistividade, de tal forma que a resistência de aterramento das estruturas seja limitada a 20 Ω para que seja alcançado o desempenho a descargas atmosféricas.

Para efeito de definição do sistema de aterramento foram analisadas diversas configurações de contrapeso. Em todos os casos considerou-se a utilização das seguintes premissas:

- fio aço galvanizado 3/8" SM;
- profundidade de instalação do fio: 0,5 m;
- resistividade do solo: 1000 Ω .m (valor utilizado no cálculo da resistência dos aterramentos, para efeito de comparação de valores apresentados por cada um deles).

6.3.10.3 - Critérios Básicos para Travessia de Obstáculos

Os cruzamentos com ferrovias, rodovias importantes, grandes rios ou outras linhas de transmissão foram evitados o máximo possível, uma vez que dificultam os trabalhos de montagem da linha e exigem, em alguns casos, estruturas ou fundações especiais. Foram respeitados os ângulos mínimos de cruzamento do eixo da linha de transmissão com os eixos dos vários obstáculos, abrangendo:

- rodovias - 15°;
- ferrovias - 60°;
- outras linhas de transmissão - 15°;
- linhas de comunicações - 60°;
- vias navegáveis - 15°;
- oleodutos, gasodutos e similares - 60°.

Nos cruzamentos inevitáveis, os vértices dos ângulos – quando existiam – foram localizados de modo que ficassem no mínimo 20 m fora do limite da faixa de domínio dos obstáculos ou das bordas das vias navegáveis. Em casos extremos, a distância do ponto central da torre ao cabo, trilho, bordas ou extremidades da pista mais próxima foi maior que a altura provável da torre de travessia.

Evitaram-se as travessias de rodovias ou ferrovias construídas sobre grandes aterros, uma vez que isso exige o emprego de estruturas altas e caras. Nos casos de travessias em linhas de transmissão de tensão superior a 69kV, evitou-se que as estruturas das linhas existentes ficassem dentro da faixa de segurança da linha a ser implantada.

Foram evitados, também, tanto quanto possível, pontos de travessia que exigissem utilização de estruturas muito altas ou estruturas muito baixas.

Os cruzamentos com linhas de tensão menor que a da linha em levantamento deverão ser feitos sempre que possível, no meio do vão da linha cruzada, e nos casos de cruzamentos com linhas de tensão superior ou igual, deverá ser escolhida uma posição conveniente de modo a evitar modificações nas linhas cruzadas por problemas de espaçamento, já que a LT em levantamento deverá passar sob a outra linha.

6.3.10.4 - Faixa de Segurança e Distâncias de Segurança a Obstáculos

Todas as distâncias de segurança foram calculadas de acordo com a metodologia indicada nos capítulos 10 e 11 da NBR 5422 e com as características operacionais da LT 500kV São João do Piauí - Milagres (Tensão máxima igual a 550 kV e temperatura máxima igual a 60°C). O Quadro 6-7 apresenta esses valores.

Quadro 6-7 - Valores das distâncias de segurança

Item	Natureza da região ou obstáculo atravessado pela linha de transmissão ou que dela se aproxima	Distância de Segurança (m)	Observações
1.	Locais acessíveis apenas a pedestres	8,7	
2.	Locais onde circulam máquinas agrícolas	9,5	Todos os locais atravessados pela LT são considerados como acessíveis a máquinas agrícolas
3.	Rodovias, ruas e avenidas	11,5	Para corrente induzida menor ou igual a 5 mA
4.	Ferrovias não eletrificadas	12,0	
5.	Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação	15,0	
6.	Suporte de linha pertencente à ferrovia	6,7	
7.	Águas navegáveis	H + 4,7	Altura máxima de mastro, determinada pela autoridade de navegação
8.	Águas não navegáveis	8,7	
9.	Linhas de transmissão ou distribuição de energia elétrica	3,9	Valor determinado para LTs com tensão máxima de operação (Du) igual ou inferior a 87kV. (*)
10.	Linhas de telecomunicações	4,5	
11.	Telhados e terraços	6,7	Valor válido para telhados e terraços não acessíveis a pedestres
12.	Paredes	5,7	
13.	Paredes cegas	3,7	
14.	Instalações transportadoras	5,7	
15.	Veículos rodoviários e ferroviários	5,7	
16.	Vegetação de preservação permanente	6,7	Em relação ao topo da vegetação

(*) Para travessias da LT 500 kV sobre condutores de outra LT com tensão máxima de operação (Du) superior a 87 kV, ao valor indicado no item 9 da tabela (3,9 m) deve ser acrescentada a seguinte parcela (referência: item 10.3.1.5 da NBR 5422):

$$0,01 \left(\frac{D_u}{\sqrt{3}} - 50 \right)$$

A verificação das distâncias de segurança deve ser feita com os cabos condutores e pára-raios nas temperaturas que conduzam aos menores espaçamentos, a partir da mesma temperatura ambiente.

6.3.10.5 - Sistema de Sinalização Aérea para Linhas de Transmissão

As sinalizações a serem aplicadas na linha serão de dois tipos: Sinalização para Identificação e Sinalização de Advertência.

- A sinalização para identificação da linha de transmissão, das estruturas e das fases tem por principal objetivo possibilitar a identificação, pelos funcionários, da linha ou parte da mesma, quando da execução dos serviços de manutenção e de inspeção aérea ou terrestre. Serve, também, como referência para terceiros, quando os mesmos necessitam de alguma comunicação com a empresa.
- A sinalização de identificação será realizada através de placas.
- A sinalização de advertência da linha de transmissão tem por objetivo a segurança física e operacional da instalação, bem como a segurança de terceiros.
- Terão sinalização, com placas de advertência de perigo, as estruturas situadas em locais de fácil acesso e com possibilidade de trânsito de pedestres próximo ao suporte, tais como, travessias de estradas, ferrovias, proximidades de núcleos residenciais, áreas de lazer, escolas, etc.
- Haverá sinalização nos estais das estruturas “Cross Rope”, principalmente as situadas em regiões de cultura agrícola mecanizada ou em áreas de trânsito de veículo.
- Para o sistema de sinalização de estruturas localizadas dentro de área abrangida pelo plano básico ou específico de zona de proteção de aeródromo aérea devido a aeronaves e aves tem-se a sinalização consistirá em pintura, nas cores laranja e branca das torres que ultrapassam o gabarito vertical das áreas horizontais internas e cônicas dos planos mencionados, instalação de dispositivos de sinalização noturna, composta de luminária pulsada com cobertura horizontal de 360° com média intensidade luminosa e instalação de esferas de sinalização na cor laranja.

6.3.11 - Aspectos Fundiários Legais

Em todas as travessias e paralelismo, obedeceu-se à legislação própria associada a cada entidade proprietária. No caso de inevitáveis aproximações de aeródromos, foi observada a legislação de segurança da navegação aérea (Decreto nº 83.399, de 03.05.79) e, com base na Portaria nº 1.141/GM5, de 08.12.87, foram realizados estudos sobre possíveis interferências. Para tanto,

tais aeródromos tiveram suas posições e altitudes levantadas e amarradas planialtimetricamente ao eixo da diretriz básica. Na ausência de legislação específica, foram cumpridas as prescrições da NBR-5.422/85, Projeto de LT de Energia Elétrica, da ABNT, em sua última revisão.

6.3.12 - Subestações

As ampliações nas Subestações de São João do Piauí e Milagres contemplarão as seguintes configurações:

São João do Piauí	500 kV	uma entrada de linha, arranjo disjuntor e meio (operando provisoriamente com dois disjuntores).
	500 kV	uma interligação de barras.
	500 kV	três reatores monofásicos de linha (60 MVar) - LT SJP-MIL.
	500 kV	um reator monofásico reserva 60 MVar.
	500 kV	uma conexão de reator de linha não manobrável (sem disjuntor).
Milagres	500 kV	uma entrada de linha, arranjo disjuntor e meio (operando provisoriamente com dois disjuntores).
	500 kV	uma interligação de barras.
	500 kV	três reatores monofásicos de linha (60 MVar) - LT SJP-MIL.
	500 kV	um reator monofásico reserva 60 MVar.
	500 kV	uma conexão de reator não manobrável (com disjuntor).

6.4 - ETAPAS DO PROJETO

6.4.1.1 - Etapa de Planejamento

Esta etapa é de responsabilidade do Empreendedor, a quem cabe planejar a logística a ser adotada, para as seguintes atividades:

- Especificação dos materiais e equipamentos e respectivas coletas de preços para contratação da fabricação e entrega.
- Especificação dos serviços e contratação das empresas encarregadas das coletas de dados e levantamentos preliminares necessários para o detalhamento do projeto.
- Especificação dos serviços e contratação das empresas encarregadas da construção civil e montagem eletromecânica das linhas e subestações.

No caso específico da contratação das obras, embora a execução dos trabalhos se baseie na regulamentação geral definida nas especificações técnicas de construção elaboradas pelo

Empreendedor, na prática, os procedimentos e rotinas efetivamente seguidos pelos empreiteiros não são uniformes, diferindo principalmente em função da experiência técnica e práticas gerenciais peculiares.

Desta forma, embora a logística de cada frente de obra seja prerrogativa das empresas que venham a ser contratadas para execução dos trabalhos em cada trecho específico, nesta etapa de planejamento, cabe ao Empreendedor e à sua Fiscalização da obra buscar a padronização dos critérios de construtivos, de modo a obter resultados uniformes nas várias frentes de obra em que o empreendimento venha a ser desmembrado.

6.4.1.2 - Etapa de Implantação

6.4.1.2.1 - Subestações

As atividades mais críticas na construção das subestações contemplarão a implantação da rede de drenagem e as ações de terraplanagem para nivelamento do terreno. A seguir será apresentada uma descrição de cada uma dessas etapas:

a) Drenagem

A implantação da rede de drenagem contará com as seguintes fases:

- ▶ Drenagem periférica: será executada logo após as obras de terraplanagem e consistirá de canaletas de proteção de cristas e pés de taludes, descidas de águas em taludes, dispositivos de dissipação de energia e de lançamentos.
- ▶ Drenagem de pátio: será executada após atingir o greide do pátio da SE e poderá ser executada em paralelo com as fundações das estruturas e equipamentos. Consistirá de drenos (drenos cegos e ou profundos), caixas de passagem, caixas coletoras, canaletas, coletores (de concreto e ou PVC), dispositivos de dissipação de energia e lançamentos.
- ▶ Drenagem de vias: deverá ser executada logo após a finalização das obras viárias de pavimentação e revestimento. Consistirá de sarjetas combinadas ou não com meio fio, bocas de lobo, caixas coletoras, caixas de passagem, coletores (de concreto e ou PVC), dispositivos de dissipação de energia e lançamentos.

Para as SE Milagres está se prevendo a utilização de lançamentos já existente na subestação. Somente para a SE São João do Piauí serão construídos novos lançamentos.

b) Terraplanagem

Os serviços de terraplanagem englobarão as seguintes atividades:

► Limpeza Superficial e Raspagem do Terreno

Consiste na remoção da vegetação rasteira e da camada superficial do solo. A camada do solo vegetal será retirada por meio de raspagem de toda a área e removida para os locais pré-fixados. A raspagem deverá atingir a profundidade de aproximadamente 20cm. Caso a raspagem deva ser maior do que o valor acima especificado, será considerada como escavação. Nessa raspagem o solo deverá ficar isento de raízes e detritos. A remoção mencionada será feita para a área de bota-fora, onde haverá espalhamento em camadas, compactação e re-vegetação de modo a não prejudicar a aparência da vizinhança de obra.

O solo vegetal proveniente dessa raspagem será estocado, para posterior utilização no plantio de grama nos taludes e ajardinamento.

► Corte

O material escavado e não aproveitado na construção de aterros será removido para a área de bota-fora a ser aprovada pela Fiscalização e deverá ser executada compactação controlada a fim de se evitar erosões, com posterior re-vegetação da área de bota-fora.

As inclinações dos taludes de corte do terreno serão executadas conforme especificadas no projeto, de maneira a garantir a estabilidade dos mesmos.

Atingida a cota final de escavação, caso a superfície do solo apresente áreas com grau de compactação natural inferior ao especificado para os aterros, será executada uma escavação adicional de 0.5 m com posterior reaterro e compactação em camadas.

► Aterro e Compactação

O maciço de aterro terá as dimensões a serem definidas no projeto executivo das SEs. Os equipamentos utilizados na compactação (rolos pé-de-carneiro, vibratórios, pneumáticos, etc.), irão satisfazer às exigências e aos fins a que se destina o aterro. O material a ser utilizado na construção do maciço será o material retirado do corte. Entretanto, caso este

seja insuficiente ou inadequado, deverá ser utilizado material de empréstimo. A área a ser aterrada será limpa e isenta de raízes, detritos e materiais com fraca capacidade de suporte, tais como argila mole com materiais orgânicos e/ou areia muito fofa.

O material de aterro será lançado e compactado em camadas horizontais com cerca de 20 cm de solo solto. O material será homogeneizado por meio de grades e, caso necessário, será utilizado caminhão pipa para a regularização da umidade do solo homogeneizado. O desvio da umidade deverá estar entre mais ou menos 2% da umidade ótima do Ensaio Normal de Compactação (NBR 7182).

Em caso de correção de umidade, o material deverá ser escarificado, gradeado e recompactado. O material do maciço deverá ser compactado com a umidade ótima até atingir um grau de compactação não inferior a 95% do Ensaio Normal de Compactação (NBR 7182). Será feito um ensaio de controle de compactação por camada nos pontos indicados pela fiscalização.

Os controles de compactação e umidade serão feitos por pessoal especializado. A Fiscalização deverá liberar cada uma das camadas compactadas de acordo com a NBR-5681.

Os taludes devem ser acertados manualmente onde se fizer necessário, observando-se as inclinações de projeto.

Os taludes de corte e aterro deverão receber proteção vegetal que será definida em projeto específico, de acordo com as características climáticas da região.

► Escavações

As escavações para execução das fundações deverão obedecer às dimensões indicadas no projeto de cada SE.

Em função da natureza do solo e da profundidade das escavações, serão definidos a necessidade e o tipo de escoramentos a utilizar.

O material das escavações adequado para o reaterro será estocado ao longo das valas ou das áreas de escavação a uma distância conveniente para evitar desmoronamento, retorno à escavação e/ou empelinhos para execução dos demais serviços. O material inadequado

para reaterro e o material em excesso serão removidos para locais determinados pela fiscalização.

As escavações serão mantidas sem presença de água através de bombeamento, se necessário, tomando-se também providências para que a água da superfície não escoe para dentro das mesmas. Quando necessário será providenciado o rebaixamento do lençol freático com a introdução de ponteiros na área a ser trabalhada.

Toda escavação realizada para execução de drenagem e/ou malha de terra deverá ser reaterrada.

► Reaterro

Os locais a serem reaterrados deverão estar limpos, removendo-se pedaços de madeira ou outros materiais.

O reaterro será executado em camadas de 20 cm de material solto, com umidade ótima e compactado manual ou mecanicamente até se conseguir grau de compactação de no mínimo 95% do Ensaio Normal de Compactação (NBR 7182). O controle da compactação será visual e, em caso de dúvidas, a fiscalização fará verificações através de processos expeditos de campo, medindo-se o peso específico através da cravação de cilindro amostrador de paredes finas e determinando-se a umidade, através de equipamento "Speed".

Após a execução dos reaterros e acertos do terreno, a terra excedente será removida para local adequado, onde será espalhado em camadas, compactado e re-vegetado.

► Material de Empréstimo

O solo necessário à construção do maciço de aterro, não sendo possível obter das escavações obrigatórias, virá de empréstimo de área externa. Apenas serão utilizadas para fins dessa obra, jazidas previamente licenciadas que operem de acordo com a legislação vigente.

► Gramagem dos Taludes

Receberão proteção vegetal todos os taludes de cortes e aterros, definida de acordo com as características climáticas do local.

6.4.1.2.2 - Linha de Transmissão

a) Planejamento Construtivo

Liberação da faixa de servidão - Cadastro, Negociação, Indenização e Desapropriação

Tendo em vista a longa extensão da LT 500 kV São João do Piauí - Milagres, estudos preliminares indicaram que ela irá transpor diversas propriedades ao longo dos 15 municípios atravessados, podendo exigir a realocação de 49 benfeitorias (casas, currais ou outros tipos de construções). Durante os trabalhos de topografia, a equipe de profissionais especializados irá atuar de maneira a reduzir esse número, buscando mínimas necessidades de realocações.

As atividades de cadastro, negociação, indenização e desapropriação das propriedades e benfeitorias presentes ao longo da faixa de servidão do empreendimento serão realizadas conforme orientações descritas no **Programa para Estabelecimento da Faixa de Servidão Administrativa e de Indenizações**, item 11.3 deste EIA.

Frentes de Obras

Para implementação das obras da LT 500 kV São João do Piauí - Milagres, o traçado todo será subdividido em 2 trechos onde as obras ocorreram simultaneamente. Cada trecho terá, aproximadamente, 200km de extensão.

Mobilização e Serviços Preliminares

Inicialmente, haverá a mobilização para a execução dos trabalhos preliminares, que darão suporte ao desenvolvimento dos serviços principais. Essas tarefas consistirão na preparação da logística e dos acessos a serem utilizados, na instalação das áreas dos canteiros de obras e estocagem de estruturas metálicas, na contratação da mão-de-obra e em demais providências necessárias.

Topografia

Para todas as motosserras previstas a serem utilizadas nos serviços, será obrigatória a licença específica (Licença para Porte e Uso de motosserra - LPU), que deverá ficar junto do equipamento. Deverão também ser cumpridas as recomendações constantes nas Normas de Segurança no Trabalho.

A abertura de picadas de topografia (com apenas 1m de largura) será realizada limitando-se a podas e supressões, suficientes apenas para possibilitar a medição e locação da faixa de serviço, praças de montagem de torres e de lançamento de cabos.

O trabalho da equipe de topografia contemplará, principalmente, a locação das torres, considerando os seguintes aspectos:

- ▶ A passagem da LT sobre remanescentes florestais será evitada, através do afastamento do traçado, retrocedendo-se as torres previamente locadas para estabelecimento de novos ângulos, ou alteando-as, se necessário. A locação de torres em áreas de APP será restrita ao mínimo necessário.
- ▶ Dever-se-á evitar a locação da linha de transmissão em áreas nas proximidades de aglomerados urbanos, rodovias e ferrovias, objetivando minimizar o impacto visual das torres e cabos no meio ambiente. A partir de análises de imagens de satélites, será possível prever a locação.
- ▶ Dever-se-á evitar a locação das torres nas proximidades de travessias, pontes e viadutos, também para minimizar o impacto visual das torres e cabos.
- ▶ A locação do traçado deverá levar em conta as condições geológico-geotécnicas, observando-se as seguintes características: (i) terrenos estáveis; (ii) evitar a locação em terrenos alagados e inundáveis, pântanos, brejos, mangues e margens de rios; (iii) na locação das torres, estruturas de suporte e estais não poderão ser instalados sobre áreas de preservação (margem de rios, mata ciliar, etc.).
- ▶ Quando forem observados material paleontológico, restos cerâmicos ou artefatos de pedras lascadas ou qualquer vestígio relacionados a civilizações antigas, ao longo de travessias de corpos d'água ou nas proximidades onde serão instaladas as torres e as praças de lançamento de cabos, ou quando da abertura de novos acessos, dever-se-á comunicar o fato imediatamente ao funcionário superior, que deverá retransmitir a informação ao Inspetor Ambiental ou à Fiscalização das obras, para que estes tomem as devidas providências.

Mão-de-Obra

Prevê-se que a mão de obra a ser utilizada na implementação da LT atingirá um total de 900 (novecentos) homens. Desse total, 65% serão especializados e 35% não especializados.

A distribuição desse contingente ao longo dos meses de obra será definida posteriormente, de acordo com a elaboração do projeto executivo.

Equipamentos e Materiais de Construção

Os principais materiais de construção civil industrializados que serão utilizados nas obras da LT e subestações, tais como cimento portland, vergalhões de aço, perfis de aço para estacas, tintas e solventes, deverão ser oriundos diretamente de centros industriais, sendo distribuídos dos canteiros para os locais de aplicação, no caso da linha de transmissão. Os materiais primários, tais como areia, brita ou seixo rolado e madeira aparelhada, deverão ser adquiridos de fornecedores locais.

Quanto a equipamentos de construção, serão empregados retroescavadeiras, caminhões-basculante, caminhões convencionais, motoniveladoras, pás carregadeiras e carretas, utilizados nas etapas de terraplenagem, abertura de cavas de fundações, nivelamento e transporte em geral. Na montagem de equipamentos, serão utilizados guindastes autotransportados. No lançamento e emenda dos cabos da linha, serão necessários guinchos, tensionadores, prensas hidráulicas e roldanas, dentre outros. Poderão, ainda, ser necessários equipamentos auxiliares, tais como compressores, compactadores, rompedores, bombas de esgotamento, vibradores para concreto, bate-estacas, etc.

Para composição da frota de veículos leves serão preferencialmente utilizados veículos bicomustíveis (flex) movidos a álcool disponíveis no mercado, evitando o consumo de combustível fóssil (derivado do petróleo) e emissão de gases.

Espera-se que sejam utilizados aproximadamente 120 veículos pesados para o trânsito de pessoas e transporte de máquinas e equipamentos durante as atividades de obra, dentre esse grupo, destacam-se carretas para transporte de materiais, caminhões munck, Grua de 45 T de capacidade.

Para insumos minerais serão adquiridos materiais de jazidas já operantes e com as devidas licenças em dia.

b) Construção e Montagem

Canteiro de Obras

Ao longo do traçado, haverá diversas instalações de apoio para execução do empreendimento. Essas instalações foram concebidas de forma a propiciar o melhor apoio logístico e gerencial aos trechos definidos.

Os canteiros foram estrategicamente distribuídos nos trechos, com a finalidade de minimizar o deslocamento dos efetivos de pessoal e equipamentos nas frentes de trabalho. Cada canteiro contará com instalações de almoxarifado para material e ferramental aplicados no trecho, central de armação e pré-moldados, oficina mecânica e pátio para veículos e equipamentos, alojamento, cantina e facilidades de instalação para supervisão, onde deverá ser priorizada toda a estrutura disponível nos municípios (postos de combustíveis, oficinas mecânicas, hotéis e etc.).

A localização dos canteiros priorizará locais que causem o mínimo de impactos ambientais e às comunidades locais, e serem submetidas às Prefeituras locais. A definição dos locais dos canteiros de obras em empreendimentos lineares depende de uma série de fatores que, diretamente, envolvem a logística (procedência da mão-de-obra especializada e forma de habitação a ser utilizada – alojamentos e/ou hotéis, pensões, repúblicas) e a forma estratégica de execução da montadora. O espaçamento entre os canteiros, nessas obras, depende da produção de construção e montagem (avanço de obras), em que cada montadora tem a sua produção.

Diante do exposto e das características locais, os canteiros de obra serão locados nos municípios de Paulistana, Ouricuri e Brejo Santo.

Para a operação e manutenção dos canteiros, deverão ser previstos dispositivos e rotinas que não só atendam às prescrições básicas de conforto, higiene e segurança dos trabalhadores como também minimizem os transtornos que possam ser causados à população vizinha, tais como ruídos, poeira, bloqueio de acessos, etc. No Plano Ambiental para a Construção (PAC), apresentado ao final deste EIA, pode ser observado um maior detalhamento sobre os cuidados que devem ser tomados para a instalação dos canteiros de obra.

Oficinas Mecânicas e Postos de Abastecimento de Combustível

Durante as obras, para reparos, lavagens e abastecimento de equipamentos e veículos, sempre que possível, serão utilizadas as oficinas mecânicas existentes nos municípios próximos aos canteiros de obras.

Caso essa prática não seja viável, devido à escassez de infra-estrutura na região, serão montadas oficinas provisórias, em local adequadamente preparado, com piso impermeável e sistema de drenagem independente da rede de drenagem de águas pluviais. Nesses locais, os resíduos e efluentes (águas oleosas) oriundos das lavagens e lubrificação de equipamentos e veículos, serão encaminhados para caixas coletoras e de separação de água e óleo, para posterior remoção do óleo através de caminhões sugadores ou de dispositivos apropriados, a serem encaminhados aos locais mais próximos, para rerrefino ou disposição final adequada.

Disposição de Resíduos

Resíduos perigosos serão destinados para disposição final em aterros industriais classe I. Para os óleos extraídos do separado água e óleo ou outros efluentes oleosos será priorizado o encaminhamento para rerrefino.

Os resíduos não perigosos (Classe IIA e IIB) serão coletados seletivamente e encaminhados para locais de armazenamento temporário providos de cobertura, piso impermeabilizado e identificação. A destinação final de resíduos dessa natureza priorizará o encaminhamento para reciclagem e, quando isso não for possível, para o sistema de destinação local.

Descarte de Efluentes Sanitários

Mesmo havendo infra-estrutura no local, os efluentes gerados pelo canteiro de obras não deverão ser despejados diretamente às redes de águas pluviais e de águas servidas, sem que haja aprovação prévia da Fiscalização das obras e/ou pelo Coordenador Ambiental, em conjunto com os órgãos públicos de cada município. Não existindo infra-estrutura, deverão ser previstas instalações completas para o controle e tratamento dos efluentes, notadamente os de coleta de esgotos dos sanitários e refeitório, com o uso de fossas sépticas segundo a NBRs 7.229 e 13.969 da ABNT e outras normas pertinentes.

Fase de Preparo de Acessos

As empreiteiras, antes do início dos serviços, definirão um procedimento de acesso às áreas dos canteiros de obra e às torres, apresentando uma planta-chave que indique as estradas principais da região, identificando, a partir delas, as estradas secundárias e particulares, vias vicinais, caminhos e trilhas existentes, cujos traçados serão utilizados como acesso a cada torre. Incluem-se, também, nesse procedimento, os pequenos acessos novos que, porventura, tenham que ser implantados.

Como aproveitamento máximo dos acessos e estradas existentes na região, serão utilizados os acessos abertos para a manutenção e acesso das propriedades locais, e a abertura de novos acessos será reduzida, priorizando o eixo da faixa de servidão, em sobreposição à faixa de lançamento de cabos.

Em qualquer dos dois casos (melhoria de acessos existentes ou construção de novos acessos), o traçado será adequadamente escolhido, de modo a causar a menor interferência ambiental possível, evitando desmatamentos desnecessários, principal origem da ocorrência de processos erosivos.

Tanto a abertura de uma nova estrada, como a modificação de via de acesso existente, será acompanhada de obras de drenagem para evitar a ocorrência de processos erosivos. Os sistemas de drenagem serão tão simples quanto possível e construídos de modo a exigir pouca manutenção.

Os taludes produzidos por corte ou aterro terão uma drenagem adequada, mediante utilização de canaletas, degraus e caixas de dissipação de energia, conforme necessário.

Acessos situados em áreas alagáveis receberão proteção adequada, mediante revestimentos, enrocamento ou providências similares, de modo a garantir sua estabilidade e evitar erosão.

O transporte de sedimentos para os cursos d'água será evitado com utilização de caixas de deposição de sólidos, barreiras e outros dispositivos.

Nas áreas onde houver necessidade de novos acessos ou onde esses estiverem intransitáveis, serão abertas vias de serviço, de acordo com as normas existentes e tendo como premissas básicas os seguintes pontos:

- Em função do porte dos equipamentos/veículos pesados e do fluxo de tráfego, para os acessos, a empreiteira elaborará um programa de melhorias das condições das estradas, incluindo pontes, compatível com o tráfego previsto.
- Os novos acessos serão prioritariamente abertos sobre a faixa de lançamento de cabos para reduzir a supressão de vegetação, conforme exemplo ilustrado na **Figura 6-8**.



Figura 6-8 - Imagem de satélite de LT implantada na região do empreendimento, indicando a alocação de acessos dentro da faixa de lançamento

- Em função da área atravessada por novos acessos, caso sejam necessários, serão investigadas as evidências de sítios arqueológicos e paleontológicos não cadastrados, com o acompanhamento da equipe técnica especializada para sua identificação e salvamento.
- Os acessos permanentes às áreas de torres, após a conclusão da obra e durante toda a fase operacional, serão mantidos em boas condições de tráfego. Os novos acessos somente serão abertos com a autorização dos proprietários locais.
- Após a conclusão da obra, as áreas dos acessos provisórios (caminhos de serviço) serão completamente restituídas às suas condições originais, conforme documentação fotográfica registrada antes de sua abertura, a não ser que o proprietário especifique de forma diferente.

Limpeza da Faixa de Servidão, Áreas das Torres e Praças de Montagem

As áreas para implantação das praças de montagem correspondem ao número de torres existentes ao longo da LT (810), sempre evitando o posicionamento das torres em áreas de APP.

As torres autoportantes terão praças com dimensões de 30 x 30 m. Para as torres estaiadas, a supressão de vegetação será realizada apenas na área onde isso for necessário, contemplando uma abertura maior no centro de uma área de 20x60m, para possibilitar o armazenamento de materiais e movimentação de guindastes, e 4 caminhos anexos com, aproximadamente, 4m de largura para a instalação dos estais. A **Figura 6-9** e a **Figura 6-10** ilustram os padrões que serão adotados.

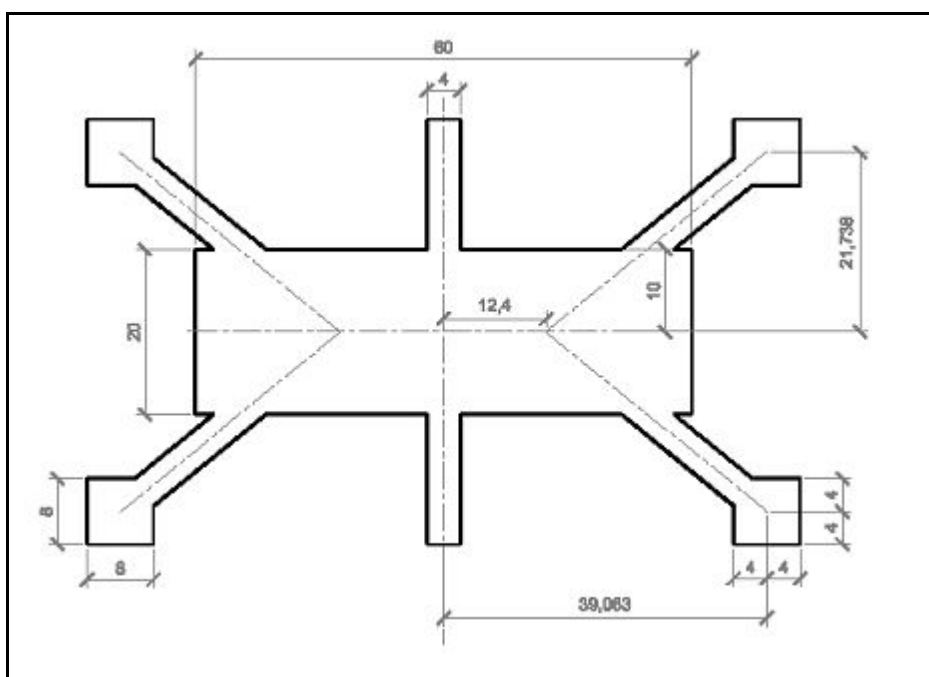


Figura 6-9 - Esquema de supressão de vegetação em praças de torres estaiadas (medidas em metros)



Figura 6-10 - Exemplo de torres estaiada instalada com mínima supressão de vegetação

Ressalta-se que em áreas de maior sensibilidade ambiental (principalmente áreas de APP), mantidas as condições de segurança dos trabalhadores, as torres cross-rope poderão vir a ser montadas manualmente, através da aplicação de estais provisórios para evitar o uso de guindaste e reduzir ainda mais a área de supressão de vegetação, podendo contemplar uma área de, no mínimo, 30 x 30m.

As praças de lançamentos de cabos têm caráter provisório e localizar-se-ão dentro da faixa de servidão da LT, distando, entre si, 6,5 km. São estimadas, aproximadamente, 60 praças ao longo da LT, podendo ter dimensões variáveis de acordo com os equipamentos a serem utilizados: Metade das praças (30) será destinada à instalação dos freios, podendo ser simples (60x80m) ou duplas (de 60x120m). As outras praças, destinadas à instalação dos *pullers*, terão dimensões reduzidas: 40x40m. A localização destas praças priorizará áreas de topografia plana, evitando áreas de vegetação.

No preparo das praças, serão tomadas as medidas cabíveis para evitar que processos de erosão se iniciem após a conclusão dos trabalhos. Tanto quanto possível, a vegetação rasteira será mantida intacta.

Cuidados especiais serão tomados na execução das praças junto a cursos d'água, visando não provocar qualquer alteração ou interrupção no sistema de drenagem natural. De modo a evitar o transporte de sedimentos para o corpo d'água, serão implantadas as contenções que se façam necessárias.

As supressões de vegetação da faixa de servidão deverão ser feitas com a largura suficiente para permitir a implantação, operação e manutenção da LT. Dessa forma, dever-se-á incluir, também, a supressão da vegetação que é determinada levando-se em conta o balanço dos cabos devido à ação do vento, efeitos elétricos e posicionamento das fundações de suportes e estais.

No projeto básico, foi definido que a largura da faixa de servidão da LT 500 kV São João do Piauí - Milagres será de 70 m, comprimento até onde poderá ser feito o corte de vegetação de forma seletiva. No eixo dessa faixa será implementada a faixa de lançamento, com apenas 4 m de largura, onde será realizado o corte raso da vegetação.

Nas zonas de APP (brejos e matas ciliares) será aberta uma picada manual para permitir as tarefas de lançamento, visando preservar ao máximo esses ambientes.

A seguir, são definidos os tipos de supressão que serão utilizados na abertura da faixa.

- Supressão total/corte raso: ocorrerá na faixa de lançamento, no eixo de interligação entre as torres, que terá a largura de apenas 4 m, suficiente para a colocação do cabo-guia, montagem e içamento das torres (praça das torres), trânsito de veículos, transporte de materiais e lançamento de cabos pilotos e condutores. Nesse eixo, é possível realizar corte raso, sendo sempre preferível, entretanto, limitar o corte à retirada de árvores e arbustos com motosserra, o que facilita a rebrota dos indivíduos. Em Áreas de Preservação Permanente, que fiquem dentro do eixo, o desmatamento deverá ser restrito, procurando-se utilizar a técnica de corte seletivo de indivíduos. Também ocorrerá o corte raso nas áreas de implantação das torres e nas praças de lançamento.

Para supressão total e/ou corte raso, inclui-se ainda a faixa de supressão de vegetação ocorrente em áreas com remanescentes florestais, onde não foi possível, no projeto, altear-se as torres o suficiente para evitar o corte dessa vegetação. Nesses casos, empregar-se-ão os critérios da NBR-5422, que estabelece o corte raso na faixa central, que nesta LT atingirá, no máximo, 4 m.

- Supressão parcial/corte seletivo: a supressão parcial será feita de forma seletiva, segundo o critério da NBR-5.422, que divide a faixa de servidão em 3 (três) zonas, onde, em cada uma delas, determinam-se as alturas máximas em que a vegetação remanescente poderá ficar em relação ao condutor e seus acessórios energizados e a quaisquer partes, energizadas ou não, da própria LT. A largura e a distância do cabo às árvores para cada zona devem constar claramente no Projeto Executivo.

Na área de corte seletivo, os Coordenadores Ambientais das empreiteiras deverão orientar quanto às árvores a serem cortadas. Deverão ser marcados, de forma clara e com tinta adequada, os indivíduos a serem removidos da área, ou os que deverão permanecer, conforme a situação.

A abertura e a limpeza da faixa de servidão, tanto no que se refere à supressão total quanto à parcial, envolverão a remoção da madeira suprimida do local de supressão e reposicionamento da mesma nos limites da faixa de servidão para uso dos proprietários locais. Os procedimentos-padrão a serem seguidos durante o processo de limpeza são:

- avisar, antecipadamente, aos proprietários as datas de execução dos serviços pertinentes em sua propriedade;
- nenhuma atividade de Supressão de Vegetação poderá ser feita sem a autorização dos órgãos competentes (Licenças de Desmatamento emitidas pelo IBAMA);
- todas as motosserras utilizadas nos serviços terão que possuir licença específica, que ficará junto com o equipamento, sendo também respeitadas as recomendações constantes na NR-12, da ABNT;
- as laterais da faixa de lançamento serão claramente delimitadas, certificando-se de que não ocorrerá nenhuma supressão além dos seus limites;
- vegetação tipo arbustos, matos rasteiros e árvores de altura compatível com a segurança da LT não poderá ser cortada; esse tipo de prática auxiliará, também, no controle da erosão;
- dever-se-á evitar a utilização de equipamentos pesados na limpeza;
- o uso de herbicidas é proibido para o desmatamento ou controle da rebrota da vegetação, a não ser que haja autorização do órgão ambiental competente;

- é proibido o desmatamento de forma indiscriminada, preservando-se todos os indivíduos cuja altura não ultrapasse a distância mínima requerida em relação aos cabos;
- as árvores serão tombadas para dentro da faixa de lançamento;
- qualquer árvore que cair dentro de cursos d'água ou além do limite da faixa de lançamento será imediatamente removida;
- as árvores localizadas fora dos limites da faixa de servidão não deverão ser, em hipótese alguma, cortadas com o objetivo de obter madeira, evitando-se a poda dos galhos projetados na faixa de servidão;
- o desmatamento não será necessário nas áreas de pastagens ou culturas agrícolas, exceto onde houver canaviais e reflorestamentos com árvores do tipo eucalipto ou similares que apresentem rápido crescimento, os quais serão completamente erradicados dentro da faixa de lançamento;
- o solo onde forem erradicadas as culturas deverá ser dotado de cobertura vegetal, tão rápido quanto possível;
- nas áreas de torres e praças de lançamento, a área de serviço será desmatada e limpa somente nas dimensões mínimas necessárias;
- obstáculos de grande altura e árvores fora da faixa de servidão e que, em caso de tombamento ou oscilação dos cabos, possam ocasionar danos à linha, serão também removidos e/ou cortados, a critério da Fiscalização; entretanto, somente serão executados os serviços fora da faixa de servidão com autorização prévia dos proprietários e respectivos órgãos ambientais, observando-se também a Norma NBR 5.422/85;
- o desmatamento seletivo será executado através de demarcação dos indivíduos a cortar, utilizando-se, a seguir, o método de derrubada individual, com motosserra, procurando-se evitar danos aos demais indivíduos no momento da queda;
- em qualquer atividade de desmatamento ou limpeza de faixa de servidão, não será permitido o uso de queimada;
- poderão ser dispensados o corte das árvores e a limpeza da faixa de servidão nas grotas onde a linha cruzar com bastante altura do solo, devendo, entretanto, ser garantida a altura mínima de projeto do condutor ao dossel da árvore mais alta;

- procurar-se-á aumentar o espaçamento vertical dos cabos condutores ao solo (*clearance*) nas áreas com remanescentes que constituem matas ciliares, de modo a evitar a redução da cobertura vegetal e da fauna associada, além de minimizar a erosão acelerada e o assoreamento dos rios, córregos e açudes existentes.

Escavações para Fundações das Torres

No que diz respeito à escavação das fundações das torres, serão especialmente observados os aspectos listados a seguir.

- Na escavação das fundações, será evitado alargamento das praças de montagem.
- As escavações não serão realizadas durante chuvas intensas e as cavas já abertas serão protegidas com material impermeável, além de executada drenagem eficiente ao seu redor.
- Cuidados especiais serão tomados na execução das fundações de torres junto a cursos d'água, visando não provocar qualquer alteração ou interrupção no sistema de drenagem natural. De modo a evitar o transporte de sedimentos para o corpo d'água, serão implantadas as contenções que se façam necessárias.
- Todas as obras de fundações, quando de seu término, terão o terreno à sua volta perfeitamente recomposto, revestido, compactado, drenado e protegido, não dando margem ao início de processos erosivos.
- Dever-se-á evitar a utilização de máquinas pesadas na abertura de praças de trabalho. A escavação será feita manualmente nos locais mais críticos, visando preservar ao máximo as condições naturais do terreno e sua vegetação.
- O material escavado que vier a ser utilizado como reaterro das fundações será acondicionado, de maneira a preservar a vegetação nas imediações.
- A presença de formigueiros na faixa de servidão, em uma distância de até 15m do centro das cavas de fundação, deverá ser avaliada para que seja decidida pela sua eliminação ou pela relocação da torre.
- Todo o material escavado e não utilizado, proveniente, principalmente, da camada superficial rica em matéria orgânica, será espalhado superficialmente nas áreas das torres.

- Ao final das escavações as cavas de fundações serão cobertas, cercadas e sinalizadas para evitar acidentes com a população local e com a fauna silvestre ou doméstica.
- Sempre que necessário, as fundações deverão receber proteção contra erosão, através da execução de canaletas, muretas, etc.

Montagem de Estruturas

A localização de cada torre é determinada pelo projeto, que após os levantamentos topográficos e de acordo com as condicionantes ambientais, são processados com critérios técnicos e normas técnicas, com prioridade para os locais com o mínimo de interferência possível.

A montagem das estruturas poderá ser realizada peça por peça, por seções ou ainda por pré-montagem completa no solo, seguida de içamento.

A planificação da praça de montagem poderá ser realizada, caso seja necessário, através de pequena terraplanagem do local, e posteriormente, com auxílio do apoio de madeira de seção.

Após a correção do alinhamento no solo, obedecidas às tolerâncias indicadas nesta especificação, os parafusos e as porcas deverão ter seu aperto final aplicado ainda no solo, antes do içamento da estrutura.

Durante o içamento, a estrutura não poderá, em hipótese alguma, ser arrastada diretamente sobre o solo. Para torres estaidas o arrasto dos mastros no solo não será permitido, sendo necessária a utilização de dois carrinhos especiais.

Todas as estruturas estaidas deverão ter seus estais sinalizados por meio de calhas refletidas, na cor laranja, conforme projeto.

Ressalta-se que em áreas de maior sensibilidade ambiental (principalmente áreas de APP e mata), mantidas as condições de segurança dos trabalhadores, as torres cross-rope poderão vir a ser montadas manualmente, através da aplicação de estais provisórios para evitar o uso de guindaste e reduzir a área de supressão de vegetação.

Todas as estruturas da linha disporão de sistema de aterramento, dimensionado de modo a propiciar a descarga para a terra, tanto das correntes de curto-circuito, como das correntes provenientes de descargas atmosféricas. O sistema de aterramento assim dimensionado propiciará segurança para seres humanos e animais que se encontrem na faixa de servidão da

linha quando da ocorrência desses eventos, assegurando ainda o desempenho das instalações quando da ocorrência de curto - circuitos ou de surtos atmosféricos.

Inclui-se na proteção a seres humanos e animais, o aterramento das cercas situadas no interior da faixa de servidão da linha e o seccionamento, nos limites da faixa, das cercas que venham a se estender para fora de seus limites.

Paralelamente à implantação das fundações e aterramentos da LT, as áreas deverão ter pequenas obras de drenagem no seu entorno em caso de erosão hídrica, como valetas e canais escoadouro das águas pluviais, de modo a minimizar ou mesmo prevenir os efeitos da erosão, preservando-se as estruturas de quaisquer basculamentos em função de eventuais descalçamentos. Nesse sentido, a revegetação das áreas do entorno imediato das torres com as espécies herbáceas é obrigatório.

Os procedimentos e recomendações ambientais e de segurança a serem adotados são apresentados a seguir.

- Dever-se-á priorizar procedimentos que reduzam a abertura de áreas destinadas às atividades de construção da LT, diminuindo, principalmente, o uso de equipamentos de grande porte, de forma a preservar as áreas atingidas. Por exemplo, que se dê prioridade à montagem manual das torres estaiadas.
- Os serviços de montagem serão executados dentro da área estipulada para a praça de montagem, mantendo-se o processo de recolhimento de resíduos sólidos e oleosos.
- Só poderão permanecer dentro da praça de montagem os funcionários necessários à execução dos serviços.
- Na execução desses serviços nas proximidades de áreas urbanas/habitacionais, serão providenciadas as proteções adequadas para evitar acidentes, tais como tapumes, cercas isolantes, sinalizações, etc.

Instalação dos Cabos Condutores, Pára-Raios e Acessórios

Os serviços a serem executados consistem na instalação das cadeias de isoladores e lançamento dos condutores sob tração mecânica, incluindo instalação de luvas de emenda, de reparo, de grampos terminais, regulagem e grampeamento dos cabos, instalação de espaçadores, peso adicional nas cadeias e de espaçadores-amortecedores, assim como instalação de “jumpers”.

O método construtivo adotado para a LT prevê o lançamento tensionado dos cabos, que diminui a necessidade de desmatamento na faixa de servidão, necessitando apenas de uma picada com poucos metros de largura, onde houver vegetação.

O lançamento dos cabos condutores somente deverá ocorrer após a instalação dos cabos pára-raios.

É confeccionado os Planos de Lançamento dos cabos que são elaborados e planejados antes do início do lançamento de cabos. Quando da elaboração dessas folhas são verificadas e estudadas alternativas para o lançamento, com a preocupação de evitar ao máximo: cursos d'água; locais de interferência ambiental em que as estruturas extremas dos tramos sejam submetidas a esforços excessivos por ocasião do lançamento dos condutores; e emendas em vãos de cruzamentos com rodovias, ferrovias ou linhas de transmissão.

A montagem e instalação das cadeias de ancoragem e suspensão serão feitas obedecendo às recomendações e cuidados feitos pelo fabricante e projeto.

O lançamento será simultâneo ao lançamento dos subcondutores, que será efetuado pelo método de desenrolamento sob tração mecânica constante e uniforme, através de equipamentos especializados para lançamentos em LT de 500 kV.

O cabo guia "piloto" (cabo de aço 3/4") puxará os condutores diretamente das bobinas para as roldanas nas torres, sem tocar o solo(tencionado). Para o estiramento do cabo guia "piloto" será necessária abertura de picadas de até 4m de largura.

O freio ("tensionador") deve ser instalado a uma distância adequada da estrutura adjacente, para que o ângulo de aplicação do esforço não imponha condições de sobrecarga às mísulas da estrutura. Em terreno plano, o freio não deverá ficar a distancia de 03 vezes a altura da torre, sendo esta recomendação também aplicável ao guincho ("*puller*").

Os equipamentos puller e tensionador utilizados para executarem o lançamento de cabos, durante a execução dos trabalhos deverão estar estacionados sobre uma malha metálica constituída de aços galvanizados (sistema de aterramento) que deverão estar ligadas aos cabos de aterramento conectados por meio de grampos adequados a hastes de aterramento que deverão estar cravadas ao solo para melhor condutividade, e presos por ancoragens de solo "mortos".

Por medida de segurança técnica fica proibido o acesso e a permanência de pessoas não autorizadas às praças de lançamento onde estão estacionados o puller e tensionador, para evitar incidentes.

Após os lançamentos os cabos são nivelados e concatenados conforme projeto, grampeados e ancorados. O grampeamento e a ancoragem consistem em fixar os cabos nas torres. O grampeamento dos cabos é realizado de acordo com as especificações fornecidas pelos fabricantes.

A instalação dos cabos contrapeso do sistema de aterramento deverá ser feita antes do lançamento dos cabos pára-raios, em valetas com profundidade conforme projeto. Os suportes da linha deverão ser aterrados de maneira a tornar a resistência de aterramento compatível com o desempenho desejado e a segurança de terceiros. O aterramento deverá se restringir à faixa de segurança da LT e não interferir com outras instalações existentes e com atividades desenvolvidas dentro da faixa.

Para a sinalização, serão identificados os pontos obrigatórios (rotas aeroviárias, vales profundos, cruzamentos com rodovias, ferrovias e outras linhas de transmissão), para os quais serão executados projetos específicos de sinalização aérea e de advertência, baseados nas Normas da ABNT e nas exigências de cada órgão regulador envolvido.

Os principais procedimentos a serem adotados são:

- remodelar a topografia do terreno ao término da utilização respectiva, restabelecendo o solo, as condições de drenagem e a cobertura vegetal;
- demarcar, cercar e sinalizar os locais de instalação dos cabos condutores, pára-raios e acessórios;
- instalar estruturas de proteção com altura adequada (por exemplo, cavaletes de madeira - empolcaduras), para manter a distância necessária entre os cabos, os obstáculos atravessados e o solo, nos casos de travessias sobre rodovias, ferrovias, linhas elétricas e de telecomunicações e outros cruzamentos. Será instalada uma rede ou malha de material não condutor, para evitar a queda do cabo sobre o obstáculo atravessado, em caso de falha mecânica no processo de lançamento;
- colocar sinais de advertência pintados com tinta fosforescente, se as empolcaduras (traves de proteção ao lançamento dos cabos) forem situadas a menos de 2m do acostamento da

estrada. Os sinais serão colocados de modo tal a serem facilmente visíveis de veículos que trafeguem nos dois sentidos;

- todas as cercas eventualmente danificadas durante a fase de instalação dos cabos serão reconstituídas após o lançamento;
- a execução das valetas para contrapeso deverá garantir condições adequadas de drenagem e proteção contra erosão, tanto na fase de abertura como na de fechamento, recompondo o terreno ao seu término.

Comissionamento

Na fase de comissionamento das obras, será inspecionado o estado final dos componentes da LT e dos itens a seguir listados.

- Áreas florestais remanescentes.
- Preservação das culturas.
- Vãos livres de segurança, verticais e laterais, entre árvores e a LT.
- Limpeza de proteção contra fogo.
- Proteção contra erosão e ação das águas pluviais.
- Reaterro das bases das estruturas.
- Estado dos corpos de água.

Desmobilização das obras

- Os canteiros de obra serão desmobilizados de acordo com a finalização das atividades de cada empreiteira. Sua desmobilização contemplará a recuperação da área onde foi instalado de modo que o terreno no local recupere as suas características originais. Um maior detalhamento das atividades que serão realizadas nesse sentido pode ser observado no **Programa de Recuperação de Áreas Degradadas**.
- A mão-de-obra local contratada para a obra também será desmobilizada gradativamente de acordo com o andamento das obras. Durante a dispensa dos profissionais serão seguidos os

trâmites estabelecidos pela legislação trabalhista brasileira, garantindo-lhes todos os direitos devidos, inclusive o aviso prévio de 30 dias.

6.4.1.3 - Etapa de Operação e Manutenção

a) Subestações

O projeto básico das subestações prevê que as mesmas serão assistidas, contando com operadores e equipes de manutenção locais. O controle das SEs se dará de maneira informatizada através de softwares especializados que monitoram constantemente o fluxo de energia na linha e o funcionamento das SEs.

As entradas de linha deverão ser supervisionadas segundo a filosofia adotada pelas empresas proprietárias de tais Subestações/Usina, de forma que seja garantida a sua perfeita integração aos sistemas de supervisão e controle existentes.

A Operação das 2 subestações Associadas à LT 500 kV São João do Piauí - Milagres gerará o seguinte quadro de empregos:

- SE Milagres: 3 pessoas.
- SE São João do Piauí: 3 pessoas.
- Total: 6 pessoas.

b) Linha de Transmissão

A operação e controle da linha de transmissão serão efetuados pelas subestações existentes nas extremidades de cada trecho.

A inspeção periódica das linhas poderá vir a ser efetuada por via terrestre, utilizando as vias de acesso construídas para a obra, ou por via aérea, utilizando aviões e/ou helicópteros.

Os serviços de manutenção preventiva (periódica) e corretiva (restabelecimento de interrupções) caberão a equipes de manutenção da Transmissora. Estas equipes trabalham em regime de plantão e normalmente estão alocadas em escritórios regionais, em condições de atender prontamente as solicitações que venham a ocorrer.

Em resumo, a inspeção e manutenção das linhas serão feitas por pessoal especializado, sediado nos escritórios regionais que venham a ser implantados pela Transmissora, não sendo prevista mão-de-obra local para execução destas tarefas. Para esse serviço será utilizada a mão-de-obra de 6 pessoas especializadas em manutenção de LT.

Nas inspeções das linhas, deverão ser observadas as condições de acesso às torres e também a situação da faixa de servidão, visando preservar as instalações e operação do sistema, com destaque para os itens a seguir relacionados.

Estradas de acesso:

- Focos de erosões.
- Drenagem da pista.
- Condições de trafegabilidade.
- Manutenção de obras de arte correntes.
- Manutenção de porteiras e colchetes.

Outros aspectos ligados às restrições de uso do solo:

- Faixa de Servidão
- Cruzamentos com rodovias.
- Travessias com outras LTs.
- Tipos de agricultura praticadas na faixa de servidão, evitando a implantação de culturas que exijam queimadas.
- Construções de benfeitorias na faixa de servidão, sempre evitando-as
- Controle da altura da vegetação na faixa de servidão e áreas de segurança.
- Manutenção das estruturas das torres.
- Preservação da sinalização (telefones de contato, em casos emergenciais).
- Anormalidades nas instalações.

Principais riscos de acidentes

A implantação de linhas de transmissão, assim como outras modalidades construtivas, tende a gerar inúmeras situações de risco, podendo desencadear acidentes com graves conseqüências para os trabalhadores e a população de entorno. Para reduzir as chances de ocorrência de acidentes, é necessária uma postura preventiva que permita o conhecimento das possíveis situações de risco e a tomada de decisões de forma pronta e eficaz nos momentos de emergência.

O reconhecimento dessas situações de risco é levado a cabo através de uma série de ações investigativas, baseadas no histórico de construção de outras linhas, conforme orientações contidas no Plano Ambiental para a Construção - PAC.

6.4.2 - Cronograma Físico de Implantação

O anexo 1, apresenta o cronograma dos trabalhos de obra da LT 500 kV São João do Piauí - Milagres assumido pela IRACEMA perante a ANEEL no momento da assinatura do contrato de concessão. Nesse sentido, é importante destacar que ele pode sofrer alterações de acordo com o andamento do processo de licenciamento ambiental junto ao IBAMA.

ANEXOS

ANEXO 1 - CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DA LT



CRONOGRAMA FÍSICO DE LINHA DE TRANSMISSÃO (TABELA A)

NOME DA EMPRESA: CYMI HOLDING S.A		MESES																				
LINHA DE TRANSMISSÃO: 500 KV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - MILAGRES																						
DATA: 09/01/2008																						
N°	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA IMPLANTAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	PROJETO BÁSICO	[Barra]																				
2	ASSINATURA DE CONTRATOS	[Barra]																				
2.1	EPC - Estudos, projetos e construção	[Barra]																				
2.2	CCT - Acordo Operativo	[Barra]																				
2.3	CCI - Acordo Operativo	[Barra]																				
2.4	CPST	[Barra]																				
3	IMPLANTAÇÃO DO TRAÇADO	[Barra]																				
4	LOCAÇÃO DE TORRES	[Barra]																				
5	DECLARAÇÃO DE UTILIDADE PÚBLICA	[Barra]																				
6	LICENCIAMENTO AMBIENTAL	[Barra]																				
6.1	Termo de Referência	[Barra]																				
6.2	Estudo de Impacto Ambiental	[Barra]																				
6.3	Licença Prévia	[Barra]																				
6.4	Licença de Instalação	[Barra]																				
6.5	Autorização de Supressão de Vegetação	[Barra]																				
6.6	Licença de Operação	[Barra]																				
7	PROJETO EXECUTIVO	[Barra]																				
8	AQUISIÇÕES	[Barra]																				
8.1	Pedido de Compra	[Barra]																				
8.2	Estruturas	[Barra]																				
8.3	Cabos e Condutores	[Barra]																				
9	OBRAS CIVIS	[Barra]																				
9.1	Canteiro de Obras	[Barra]																				
9.2	Fundações	[Barra]																				
10	MONTAGEM	[Barra]																				
10.1	Montagem de Torres	[Barra]																				
10.2	Lançamento de Cabos	[Barra]																				
11	ENSAIOS DE COMISSIONAMENTO	[Barra]																				
12	OPERAÇÃO COMERCIAL	[Barra]																				
OBSERVAÇÕES:		DATA DE INÍCIO: 10/03/2007										DURAÇÃO DA OBRA: 21 MESES										
		DATA DE CONCLUSÃO: 10/11/2009																				
		ASSINATURA: <i>Bienvenido Miguez Montero</i>										CREA N°: 200120339-0										
		ENGENHEIRO: BIENVENIDO MIGUEZ MONTERO										REGIÃO: RJ										

15º Ofício de Notas, Rua do Ouvidor no 89, Centro-RJ
 Tabela: Fernanda de Freitas Leitão - 3852-8989
 RECONHECO POR SEMELHANÇA A(S) FIRMA(S) DE:
 (IXL77594) Bienvenido Miguez Montero
 Rio de Janeiro, 27/12/2007
 EMPL.: R\$3,33 FUNDPER.: R\$0,16 FETJ.: R\$0,66 FUNFE:
 Total: R\$4,31
 Em testemunho
 Luiz Claudio Rodrigues da Conceição
 Conf. por: ZINHO
 CORREGEDORIA GERAL DA JUSTIÇA - RJ
 SELO DE AUTENTICAÇÃO E RECONHECIMENTO DE FIRMA
 NOTARIAL Nº 77584
 15º OFÍCIO DE NOTAS
 Escrevente Substituto
 Matr.: 94-5758



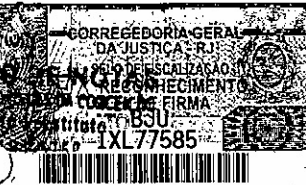
CRONOGRAMA FÍSICO DE LINHA DE SUBESTAÇÕES (TABELA B)

NOME DA EMPRESA: CYMI HOLDING S.A		MESES																				
SUBESTAÇÃO: SÃO JOÃO DO PIAUÍ																						
DATA: 09/01/2008																						
Nº	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA IMPLANTAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	PROJETO BÁSICO																					
2	ASSINATURA DE CONTRATOS																					
2.1	EPC - Estudos, projetos e construção																					
2.2	CCT - Acordo Operativo																					
2.3	CCI - Acordo Operativo																					
2.4	CPST																					
3	DECLARAÇÃO DE UTILIDADE PÚBLICA																					
4	LICENCIAMENTO AMBIENTAL																					
4.1	Termo de Referência																					
4.2	Estudo de Impacto Ambiental																					
4.3	Licença Prévia																					
4.4	Licença de Instalação																					
4.5	Autorização de Supressão de Vegetação																					
4.6	Licença de Operação																					
5	PROJETO EXECUTIVO																					
6	AQUISIÇÕES																					
6.1	Pedido de Compra																					
6.2	Estruturas																					
6.3	Equipamentos Principais (Transformadores e Compensadores de Reativos)																					
6.4	Demais Equipamentos (Disj., Secc., TP, TC, PR e etc)																					
6.5	Painéis de Proteção, Controle e Automação																					
7	OBRAS CIVIS																					
7.1	Canteiro de Obras																					
7.2	Fundações																					
8	MONTAGEM																					
8.1	Montagem de Torres																					
8.2	Estruturas																					
8.3	Equipamentos Principais (Transformadores e Compensadores de Reativos)																					
8.4	Demais Equipamentos (Disj., Secc., TP, TC, PR e etc)																					
8.5	Painéis de Proteção, Controle e Automação																					
11	ENSAIOS DE COMISSIONAMENTO																					
12	OPERAÇÃO COMERCIAL																					

OBSERVAÇÕES: DATA DE INÍCIO: 10/03/2007 DURAÇÃO DA OBRA: 21 MESES
 DATA DE CONCLUSÃO: 10/11/2009
 ASSINATURA: *Bienvenido Miguez Montero* CREA Nº: 200120339-0
 ENGENHEIRO: BIENVENIDO MIGUEZ MONTERO REGIÃO: RJ

150 Ofício de Notas, Rua do Ouvidor no 89, Centro-RJ
 Tabela: Fernanda de Freitas Leitão - 3832-8989
 RECONHECO POR SEMELHANÇA A(S) FIRMA(S) DE:
 (IXL77585) Bienvenido Miguez Montero
 Rio de Janeiro, 27/12/2007
 EMOL.:R\$3,33 FUND.FEEL:R\$0,14 FETJ:R\$1,14
 Total:R\$4,31
 Em testemunho
 Luiz Claudio Rodrigues da Conceição

Conf. por: ZINHO

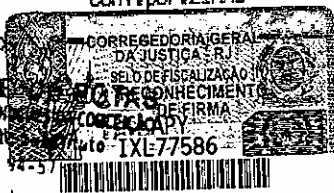




CRONOGRAMA FÍSICO DE LINHA DE SUBESTAÇÕES (TABELA B)

NOME DA EMPRESA: CYMI HOLDING S.A		MESES																				
SUBESTAÇÃO: MILAGRES																						
DATA: 09/01/2008																						
N°	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA IMPLANTAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	PROJETO BÁSICO																					
2	ASSINATURA DE CONTRATOS																					
2.1	EPC - Estudos, projetos e construção																					
2.2	CCT - Acordo Operativo																					
2.3	CCI - Acordo Operativo																					
2.4	CPST																					
3	DECLARAÇÃO DE UTILIDADE PÚBLICA																					
4	LICENCIAMENTO AMBIENTAL																					
4.1	Termo de Referência																					
4.2	Estudo de Impacto Ambiental																					
4.3	Licença Prévia																					
4.4	Licença de Instalação																					
4.5	Autorização de Supressão de Vegetação																					
4.6	Licença de Operação																					
5	PROJETO EXECUTIVO																					
6	AQUISIÇÕES																					
6.1	Pedido de Compra																					
6.2	Estruturas																					
6.3	Equipamentos Principais (Transformadores e Compensadores de Reativos)																					
6.4	Demais Equipamentos (Disj., Secc., TP, TC, PR e etc)																					
6.5	Painéis de Proteção, Controle e Automação																					
7	OBRAS CÍVIS																					
7.1	Canteiro de Obras																					
7.2	Fundações																					
8	MONTAGEM																					
8.1	Montagem de Torres																					
8.2	Estruturas																					
8.3	Equipamentos Principais (Transformadores e Compensadores de Reativos)																					
8.4	Demais Equipamentos (Disj., Secc., TP, TC, PR e etc)																					
8.5	Painéis de Proteção, Controle e Automação																					
11	ENSAIOS DE COMISSIONAMENTO																					
12	OPERAÇÃO COMERCIAL																					
OBSERVAÇÕES:		DATA DE INÍCIO: 10/03/2007										DURAÇÃO DA OBRA: 21 MESES										
		DATA DE CONCLUSÃO: 10/11/2009																				
		ASSINATURA: <i>Bienvenido Miguez Montero</i>										CREA N°: 200120339-0										
		ENGENHEIRO: BIENVENIDO MIGUEZ MONTERO										REGIÃO: RJ										

15o Ofício de Notas, Rua do Ouvidor no 89, Centro-RJ
 Tabela: Fernanda de Freitas Leitão - 3852-8989
 RECONHECO POR SEMELHANÇA A(S) FIRMA(S) DE:
 (IXL77586) Bienvenido Miguez Montero
 Rio de Janeiro, 27/12/2007
 EPIL: R\$3,33 FUND: R\$10,16 PETJ: R\$10,16
 Total: R\$4,31
 Em testemunho
 Luiz Claudio Rodrigues da Conceição Matr.: 94.377



Conf. por: ZINHO