

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 1/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

## SUMÁRIO

1	OBJETIVO .....	2
2	RESPONSABILIDADES .....	2
3	DEFINIÇÕES .....	2
4	ESPECIFICAÇÕES.....	4
5	REFERÊNCIAS.....	27
6	CONTROLE DE ALTERAÇÕES .....	28

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 2/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

## 1 OBJETIVO

Especificar, padronizar e estabelecer os requisitos técnicos mínimos ao fornecimento, relativos a características, projeto, fabricação, ensaios e outras condições específicas de cruzetas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), destinados à montagem de redes aéreas urbanas e rurais de distribuição das Distribuidoras do Grupo Neoenergia – Neoenergia Pernambuco, Neoenergia Coelba, Neoenergia Cosern, Neoenergia Elektro e Neoenergia Brasília.

## 2 RESPONSABILIDADES

Cabe aos órgãos de suprimento, planejamento, engenharia, construção, expansão, operação e manutenção o cumprimento das disposições desta especificação.

## 3 DEFINIÇÕES

### 3.1 Distribuidora

Denominação dada à empresa fornecedora dos serviços de distribuição de energia elétrica dos Estados de Pernambuco (Neoenergia Pernambuco), Bahia (Neoenergia Coelba), Rio Grande do Norte (Neoenergia Cosern), São Paulo (Neoenergia Elektro) e Brasília (Neoenergia Brasília), pertencentes ao Grupo Neoenergia, doravante denominada Distribuidora.

### 3.2 Cruzeta de PRFV

Peça constituída de resina poliéster reforçada por filamentos contínuos de fibra de vidro (PRFV), com eixo retilíneo, sem emendas, destinada a suportar os esforços mecânicos de sustentação dos isoladores, condutores e/ou equipamentos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica.

### 3.3 Resistência Nominal ( $R_n$ )

Valor da carga que a cruzeta deve suportar continuamente, na direção e sentido indicados no plano de aplicação e passando pelo eixo da cruzeta, de grandeza tal que não produza em nenhum plano transversal momento fletor que prejudique a qualidade dos materiais, trincas e flechas superiores às especificadas.

### 3.4 Limite de Carregamento excepcional ( $1,4R_n$ )

Carga que corresponde a uma sobrecarga de 40% sobre o valor da carga nominal.

### 3.5 Carga de Ruptura ( $C_r$ )

Carga que provoca o rompimento ou a fluência da cruzeta em uma seção transversal. A ruptura é definida pela carga máxima indicada no aparelho de medida dos esforços, carregando-se a cruzeta de modo contínuo e crescente. A fluência pode ser caracterizada como um ponto onde o material não suporta mais a carga aplicada, mesmo sem apresentar ruptura em função de propriedades elásticas do material.

### 3.6 Curvatura

Desvio de direção da cruzeta.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 3/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

### 3.7 Face A

Face da cruzeta que apresenta a furação padrão para fixar a cruzeta ao poste.

### 3.8 Face B

Face da cruzeta que apresenta a furação padrão para fixação dos isoladores tipo suporte.

### 3.9 Flecha

Medida do deslocamento de um ponto em um determinado plano, provocado pela ação de uma carga.

### 3.10 Flecha Residual

Flecha que permanece após a remoção dos esforços, determinada pelas condições especificadas.

### 3.11 Fissura ou Trinca

Fratura ou abertura superficial visível a olho nu.

### 3.12 Suporte de Fixação

Acessório confeccionado em resina termofixa reforçada com eixo retilíneo destinado a servir de apoio para à cruzeta de fibra de vidro.

### 3.13 Geo Coat

Resina pigmentada à base de poliéster aditivado com anti-UV com a finalidade de aumentar a proteção contra os raios UV e melhorar o acabamento superficial, impedindo a exposição das fibras durante a vida útil da cruzeta.

### 3.14 Tinta de Poliuretano (PU)

Polímero que compreende uma cadeia de unidades orgânicas unidas por ligações uretânicas, que quando aplicada sobre uma superfície promove proteção contra intempéries e raios UV.

### 3.15 Pultrusão

Processo de fabricação contínua de perfis de plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) que utiliza resinas poliéster, reforços de fibra de vidro, manta de fibra de vidro e véu de poliéster. O processo consiste em puxar as fibras molhadas com resina mais aditivos através de um molde metálico aquecido utilizando dispositivos de tracionamento contínuo. A polimerização ocorre no momento em que a fibra impregnada com resina passa pelo molde aquecido.

### 3.16 Enrolamento Filamentar

Este processo utiliza uma máquina de enrolamento filamentar que envolve, no mandril, as fibras impregnadas com resina termofixa, na quantidade e orientação necessárias para construir a estrutura reforçada necessária.

### 3.17 Véu de Poliéster

Camada de tecido a base de poliéster adicionado na camada externa da cruzeta com a finalidade de melhorar a proteção superficial e impedir a exposição das fibras de vidro durante a vida útil da cruzeta.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 4/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

## 4 ESPECIFICAÇÕES

### 4.1 Escopo do Fornecimento

**4.1.1.** Compreende o fornecimento das cruzetas de fibra de vidro, para instalação exterior, conforme características e exigências detalhadas a seguir, inclusive a realização de ensaios de aceitação e tipo, além dos relatórios dos ensaios.

### 4.2 Cruzetas Padronizadas

As cruzetas padronizadas estão citadas na Tabela 1 abaixo:

**Tabela 1 - Cruzetas de Fibra de Vidro Padronizadas**

Item	Código SAP			Descrição Sucinta	Referência
	NE	SE	Brasília		
1	3340010	59991	22015020	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M REFORCADA	Desenho 1
2	3340011	59992	22015018	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M REFORCADA	Desenho 2
3	3340014	101285	22015036	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,0M REFORCADA	Desenho 3
4	3340012	101150	22015032	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 3,2M REFORCADA	Desenho 4
5	3340013	101286	22015037	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,4M REFORCADA	Desenho 5

### 4.3 Características Gerais

#### 4.3.1. Material

**4.3.1.1** As cruzetas devem ser fabricadas em resina termoplástica (poliéster), reforçada por filamentos contínuos de fibra de vidro ou fibra compósito, manta de fibra de vidro e véu de poliéster. O véu de poliéster deve ser aplicado como sendo a última camada no processo de pultrusão, garantindo a proteção contra a exudação das fibras de vidro durante a vida útil da cruzeta. Uma vez conformada, a estrutura é submetida a um processo de cura de modo que o material adquira melhores propriedades.

**4.3.1.2** A resina deve conter aditivos, como agente de antipropagação de chama, protetor contra raios UV e outros que se fizerem necessários para garantia da durabilidade da cruzeta.

**4.3.1.3** As cruzetas devem ser de boa qualidade, resistente à umidade, variações de temperatura, impactos mecânicos, contendo agentes químicos antidegradantes de modo que assegure total resistência à ação de agentes corrosivos e biológicos como insetos, roedores, aves e fungos.

**4.3.1.4** As cruzetas não podem ter reforços metálicos em seu interior. Na necessidade da utilização de vergalhões para reforço mecânico, estes devem ser em fibra de vidro.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 5/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

### 4.3.2. Acabamento

**4.3.2.1** Na fabricação pelo processo de pultrusão, deve ser previsto a proteção adicional do véu de poliéster sobre a manta de fibra. O acabamento da cruzeta deve ser feito com aplicação de tinta Poliuretano (PU) nas cores Cinza Munsell 6.5 ou RAL 7038, devendo ser aplicado de maneira contínua e uniforme em toda a superfície externa da cruzeta. A aplicação da tinta de acabamento deve ser feita somente após a execução dos furos na cruzeta e anterior ao processo de colocação dos tubetes para proteção dos furos, evitando assim a possibilidade de afloramento das fibras na região dos furos.

**4.3.2.2** . Na fabricação pelo processo de enrolamento contínuo deverá ser aplicado o véu de superfície como proteção adicional e acabamento com aplicação Gel Coat isofitálico ou tinta Poliuretano (PU) na cor Cinza Munsell 6.5 ou RAL 7038 em toda a superfície externa da cruzeta, seguindo a mesma cronologia do procedimento do item 4.3.2.1.

**4.3.2.3** As cruzetas devem ser ocas, apresentar superfície lisa e uniforme, sem cantos vivos, arestas cortantes ou rebarbas, isenta de defeitos como trincas ou fissuras, bolhas, rebarbas, avarias de transporte ou armazenagem. Não são permitidas asperezas, rugosidades ou imperfeições que dificultem suas condições de utilização ou que possam colocar em risco a integridade física do instalador.

**4.3.2.4** As extremidades da cruzeta devem ser fechadas, garantindo a integridade da cavidade com dispositivo que impeça a mesma de se soltar e assim permanecer durante toda sua vida útil.

**4.3.2.5** Devem apresentar acabamento externo resistente ao impacto e protetor permanente contra raios ultravioletas, que não sofra degradação durante o período de vida útil do material.

### 4.3.3. Furos

**4.3.3.1** Os furos de passagem dos parafusos devem ser passantes e perpendiculares ao eixo da cruzeta.

**4.3.3.2** Devem ser cilíndricos, permitindo-se o arremate na sua saída para garantir uma superfície tal que não dificulte a colocação dos tubetes, montagem de ferragens, acessórios e equipamentos.

**4.3.3.3** Devem ser totalmente desobstruídos e protegidos por tubetes resistentes aos ataques dos raios ultravioletas, intempéries e substâncias químicas, evitando também a entrada de água, insetos ou corpos estranhos em seu interior.

Nota: os tubetes devem ser fornecidos em sua cor natural, cinza ou preto, sem necessidade de serem pintados com Gel Coat ou PU. Devem ser aplicados somente após o acabamento das cruzetas, conforme item 4.3.2 e não devem se soltar na sua movimentação. Os tubetes devem ter diâmetro interno de 18 mm.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 6/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.3.4. Condições de Serviço

As cruzetas devem ser projetadas para trabalhar sob as seguintes condições normais de serviço:

- a) Qualquer altitude e relevo;
- b) Temperatura ambiente entre 5 °C e 55 °C, com média diária de 35 °C;
- c) Radiação solar máxima de 1,1 kW/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta;
- d) Umidade relativa média de até 80%;
- e) Velocidade máxima do vento de 110 km/h;
- f) Nível de salinidade superior a 0,3502 mg/cm<sup>2</sup> dia;
- g) Expostas ao sol, à chuva e à poluição, como emissões industriais, poeira, areia e salinidade, desde que utilizadas com isolador adequado para o nível de agressividade presente no local de instalação.

#### 4.3.5. Durabilidade

As cruzetas devem ter uma vida útil mínima de 20 anos quando instaladas segundo as condições descritas no item 4.3.4. desta especificação. Devem ser considerados os seguintes parâmetros:

**4.3.5.1 Resistência ao ataque de agentes naturais físicos e biológicos:** como agentes físicos naturais incluem-se radiação ultravioleta, tempestades, umidade baixa ou elevada e variações extremas de temperaturas. Quanto a agentes biológicos incluem-se a ação de insetos, roedores, aves e fungos.

**4.3.5.2 Resistência mecânica:** as cruzetas devem atender às exigências de flechas máximas admissíveis e de carga mínima de ruptura, mantendo esses valores ao longo do período de vida útil média do material.

**4.3.5.3 Resistência à descarga atmosférica, campo elétrico e arco de potência:** as cruzetas devem ser resistentes à descarga atmosférica, campo elétrico e arco de potência de forma a manter as propriedades elétricas de isolamento e mecânicas do material.

**4.3.5.4 Resistência à corrosão:** as cruzetas e suas partes componentes devem ser resistentes às atmosferas poluídas.

**4.3.5.5 Resistência ao fogo:** as cruzetas devem apresentar resistência ao ataque do fogo, a partir do solo e mesmo no topo do poste. Assim, as cruzetas devem apresentar aditivo antichama em sua constituição física, de forma a diminuir o risco e/ou evitar a propagação da chama no material, após curto período de exposição.

### 4.4 Características Elétricas e Mecânicas

#### 4.4.1 Características Elétricas

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 7/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

- a) Nível básico de isolamento mínimo: 250 kV/m conforme NBRIEC 60060-1;
- b) Rigidez dielétrica: >5 kV/mm conforme ASTM D-149;
- c) Tensão de trilhamento elétrico: > 1,75 kV conforme NBR 10296;
- d) Resistência elétrica: 105  $\Omega$ /m conforme IEC 60093;
- e) Resistência aos raios ultravioleta: teste 1 com duração de 2000 horas conforme ASTM G 155;
- f) Flamabilidade: classificação V-1 conforme padrão UL-94;
- g) Propagação de chama: extinção em até 30 s, conforme item 4.8.2.15 dessa norma.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 8/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.4.2 Características Mecânicas

- a) A cruzeta de fibra de vidro deve ser projetada para atender aos requisitos da Tabela 2, sem apresentar fissuras, trincas ou ruptura.
- b) A cruzeta deve suportar, sem sofrer deformação ou trincas em qualquer parte de seu corpo, a aplicação do torque máximo (8,0 daN.m) especificado para o parafuso.

**Tabela 2 - Características Técnicas das Cruzetas**

Comprimento (mm)	Carregamento	Resistência (daN)	Flecha para ensaio de resistência à flexão (mm)	
			Máxima	Residual máxima
2000	Nominal	400	50	-
	Máximo excepcional	560	-	10
	Mínimo de ruptura	800	-	-
2400	Nominal	400	60	-
	Máximo excepcional	560	-	12
	Mínimo de ruptura	800	-	-
3200	Nominal	400	80	-
	Máximo excepcional	560	-	16
	Mínimo de ruptura	800	-	-

#### 4.5 Fabricação

4.5.1. A fabricação das cruzetas deve respeitar as mais modernas técnicas e processos empregados neste tipo de manufatura, mesmo quando não mencionados nesta especificação.

4.5.2. As cruzetas podem ser fabricadas por um dos seguintes processos:

- a) Pultrusão;
- b) Enrolamento filamentar.

#### 4.6 Identificação

4.6.1. As cruzetas devem ser identificadas de forma legível e indelével, através de uma placa metálica resistente à corrosão ou, opcionalmente, por gravação em alto relevo ou a laser em uma das tampas de fechamento das extremidades laterais.

4.6.2. A placa deve estar fixada em uma de suas extremidades laterais, preferencialmente por rebites ou opcionalmente, por sistema de colagem, e conter as seguintes informações:

Nota 1: para placa colada, o fornecedor deve garantir a eficiência do sistema de colagem com apresentação de relatórios de ensaios pertinentes que comprovem a eficiência do processo de colagem.

- a) Nome da Distribuidora;
- b) Nº do Contrato e/ou Pedido de Compra;
- c) Nome ou marca comercial do fabricante;

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 9/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

- d) Nº de série ou lote de fabricação;
- e) Data de fabricação (mês e ano);
- f) Dimensões em milímetros (faces e comprimento);
- g) Resistência nominal em decanewtons (daN);
- h) Massa aproximada da cruzeta.

## 4.7 Inspeção e Ensaios

### 4.7.1. Geral

A Tabela 3 apresenta a classificação dos ensaios e amostragem para os ensaios de tipo e as Tabelas 4 e 5 apresentam os planos de amostragem e critério de aprovação para os ensaios de recebimento.

**Tabela 3 - Relação de Ensaios**

Descrição do ensaio	Classificação	Nº de amostras p/ ensaios de tipo
Inspeção geral	T/R	3
Verificação dimensional	T/R	3
Resistência à flexão	T/R	3
Resistência à torção	T/R	3
Resistência à tração lateral	T/R	3
Resistência ao torque	T/R	3
Resistência da tampa da cruzeta – ensaio de queda	T/R	3
Resistência da tampa da cruzeta – ensaio de arrastamento	T/R	3
Ensaio mecânico de longa duração	T	2
Ensaio mecânicos do composto - antes e após envelhecimento em câmara de UV	T	Corpos de prova de uma cruzeta ASTM G 155
Verificação da resistência ao trilhamento e erosão	T	Corpos de prova de uma cruzeta NBR 10296
Flamabilidade	T	Corpos de prova de uma cruzeta UL 94
Absorção de água	T	Corpos de prova de uma cruzeta NBR 5310
Tensão suportável à frequência industrial sob chuva	T	3
Resistência à propagação de chama	T/R	3
Seccionamento para verificação da estrutura interna	T/R	3

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 10/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

**Tabela 4 – Plano de Amostragem para de Inspeção Geral e Dimensional**

Tamanho do lote	Sequência de amostragem	Inspeção geral e dimensional		
		Nível 2 – NQA 4%		
		AM	AC	RE
Até 150	1ª	13	0	3
	2ª	13	3	4
151 a 280	1ª	20	1	4
	2ª	20	4	5
281 a 500	1ª	32	2	5
	2ª	32	6	7
501 a 1200	1ª	50	3	7
	2ª	50	8	9
1201 a 3200	1ª	80	5	9
	2ª	80	12	13
3201 a 10000	1ª	125	7	11
	2ª	125	8	19
10001 a 35000	1ª	200	11	16
	2ª	200	26	27

Notas:

1.Regime de inspeção: Normal nível 2

2.Plano de inspeção: Amostragem dupla, onde:

- AM = tamanho da amostra;
- AC = nº de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote;
- RE = nº de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.

3.Procedimento para amostragem dupla:

Inicialmente é ensaiado um nº de unidades igual ao da 1ª amostra indicada na Tabela. Se o nº de unidades defeituosas estiver compreendido entre AC e RE (excluídos estes valores) deve ser ensaiada a 2ª amostra.

O total de unidades defeituosas encontradas depois de ensaiadas todas as amostras (1ª e 2ª amostragem) deve ser igual ou inferior ao maior AC especificado.

4.NQA = Nível de qualidade aceitável (NBR 5426): 4%

	<b>TÍTULO:</b> <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	<b>CÓDIGO:</b> DIS-ETE-006	
		<b>REV.:</b> 09	<b>Nº PÁG.:</b> 11/36
<b>APROVADOR:</b> RICARDO PRADO PINA		<b>DATA DE APROVAÇÃO:</b> 24/07/2023	

**Tabela 5 – Plano de Amostragem para Ensaios Mecânicos e de Resistência à Propagação de Chama**

Tamanho do lote	Ensaios de torção, tração lateral, resistência ao torque e verificação da resistência da tampa da cruzeta			Ensaios de flexão e resistência à propagação de chama		
	Nível S3 – NQA 4%			AM	AC	RE
	AM	AC	RE	AM	AC	RE
Até 150	2	0	1	8	1	2
151 a 280						
281 a 500						
501 a 1200				13		
1201 a 3200						
3201 a 10000						
10001 a 35000				20	2	3

Notas:

1. Regime de inspeção: Nível especial S3.

2. Plano de Amostragem: Amostragem simples, onde:

- AM = tamanho da amostra;
- AC = nº de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote;
- RE = nº de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.

3. Procedimento para amostragem simples:

Inicialmente é ensaiado um nº de unidades do produto inspecionado igual ao tamanho da amostra indicada na Tabela. Se o nº de unidades defeituosas encontrado na amostra for igual ou menor do que o nº de aceitação (AC), o lote é considerado aceito. Sendo o nº de unidades defeituosas igual ou maior do que o nº de rejeição (RE), o lote é rejeitado.

4. NQA = Nível de qualidade aceitável (NBR 5426): 4%.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 12/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.2. Descrição dos Ensaios

##### 4.7.2.1 Inspeção geral

###### a) Amostragem

- Para ensaio de tipo a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.
- Para ensaio de recebimento a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 4.

###### b) Procedimento

Deve ser verificado se as amostras atendem às características de identificação, acabamento, características físicas, desobstrução dos furos e acondicionamento.

###### c) Critério de aprovação

A cruzeta é considerada aprovada se atender aos seguintes requisitos:

- Identificação;
- Acabamento;
- Características físicas;
- Desobstrução dos furos;
- Acondicionamento.

##### 4.7.2.2 Verificação Dimensional

###### a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 4.

###### b) Critério de aprovação

A cruzeta deve ser considerada aprovada no ensaio se as dimensões medidas atenderem às condições especificadas, incluindo as tolerâncias permitidas.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 13/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.2.3 Resistência à flexão

##### a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

##### b) Procedimento

- Resistência nominal ( $R_n$ )

Com a cruzeta instalada conforme Figura 1, utilizando para sua fixação parafuso M16, porca quadrada e arruela quadrada de 38x38 mm, aplicar o carregamento gradativamente até atingir a carga nominal e permanecer com esta aplicada por 1 min, para permitir a acomodação da instalação. Retirar a carga e realizar os ajustes da instalação.

Com os ajustes realizados, aplicar novamente a carga nominal de forma gradativa e permanecer com esta durante 5 min.

Após os 5 min com a carga ainda aplicada a cruzeta não pode apresentar trincas e a flecha medida em cada extremidade, no plano de aplicação das cargas, não pode exceder o valor estabelecido na Tabela 2

- Limite de carregamento excepcional

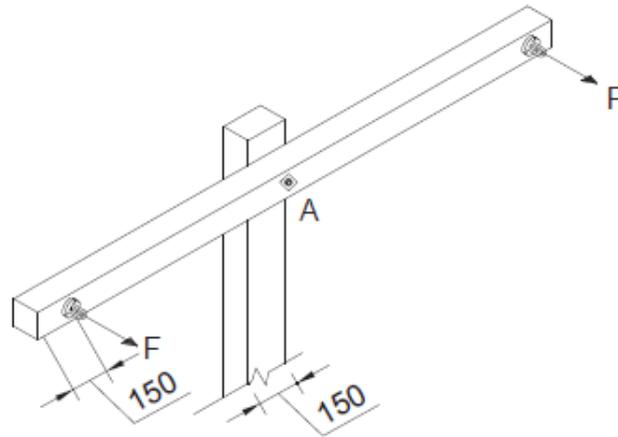
Mantendo a condição anterior, utilizar uma carga de  $1,4 \times R_n$ , conforme Tabela 2 - Características Técnicas das Cruzetas.

- Carga de ruptura da cruzeta

Mantendo a condição anterior, aplicar de forma gradativa até atingir  $2 \times R_n$ , sem que ocorra a ruptura.

Assim que o valor apresentado no dinamômetro apresentar duas vezes a carga nominal sem a ruptura da cruzeta, o ensaio pode ser interrompido e a cruzeta é considerada aprovada no ensaio.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 14/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	



**Figura 1 - Esquema para Ensaio de Resistência à Flexão - Cruzetas Reforçadas**

**c) Critério de aprovação**

A cruzeta deve ser considerada aprovada se atender aos valores de flechas da Tabela 6.

**Tabela 6 - Valores de ensaios de resistência à flexão**

Comprimento (mm)	Resistência F (daN)	Aplicação dos esforços	Flecha (mm)	
			Máxima	Residual
2000	400	Simultâneos	50	-
	560			10
	800		Sem ruptura	
2400	400	Simultâneos	60	-
	560			12
	800		Sem ruptura	
3200	400	Simultâneos	80	-
	560			16
	800		Sem ruptura	

A cruzeta de 3200 mm, exclusivamente, deverá ser submetida além do ensaio de resistência a flexão contido 4.8.2.3 ao ensaio de resistência a flexão em montagem do tipo beco, conforme descrito no Anexo III.

**4.7.2.4 Resistência à torção**

**a) Amostragem**

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.
- Para a realização deste ensaio, devem ser ensaiadas cruzetas que ainda não foram utilizadas para os ensaios mecânicos.

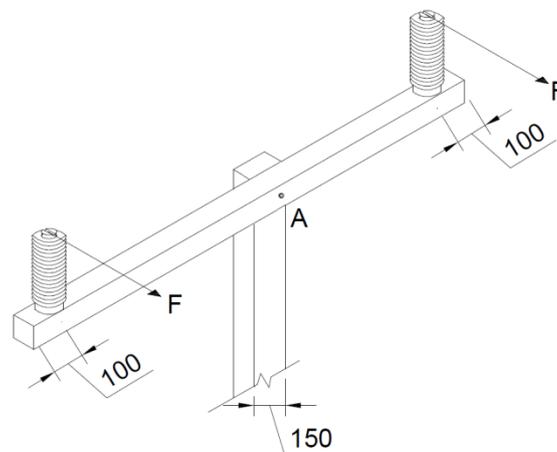
**b) Procedimento**

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 15/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

Com a cruzeta montada, conforme Figura 2, instalar a 100 mm de cada extremidade um isolador pilar PL8CC170 (classe 36,2 kV), padronizado na ABNT NBR 12459, para que seja realizada a fixação do sistema de tracionamento nos pescoços dos isoladores. Devem ser aplicados esforços simultâneos gradativos nos isoladores conforme Tabela 7.

**Tabela 7 - Valores de ensaios de resistência à torção**

Resistência F (daN)	Aplicação dos esforços
50	Simultâneos
70	
100	



**Figura 2 - Esquema para Ensaio de Resistência à Torção - Cruzetas Reforçadas**

**c) Critério de aprovação**

Após decorrido o tempo mínimo 5 min da aplicação da carga final, a cruzeta não pode apresentar trincas de qualquer espécie.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 16/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.2.5 Ensaio de tração lateral

##### a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5;
- Para a realização deste ensaio, ensaiar cruzetas que ainda não foram utilizadas para os ensaios mecânicos.

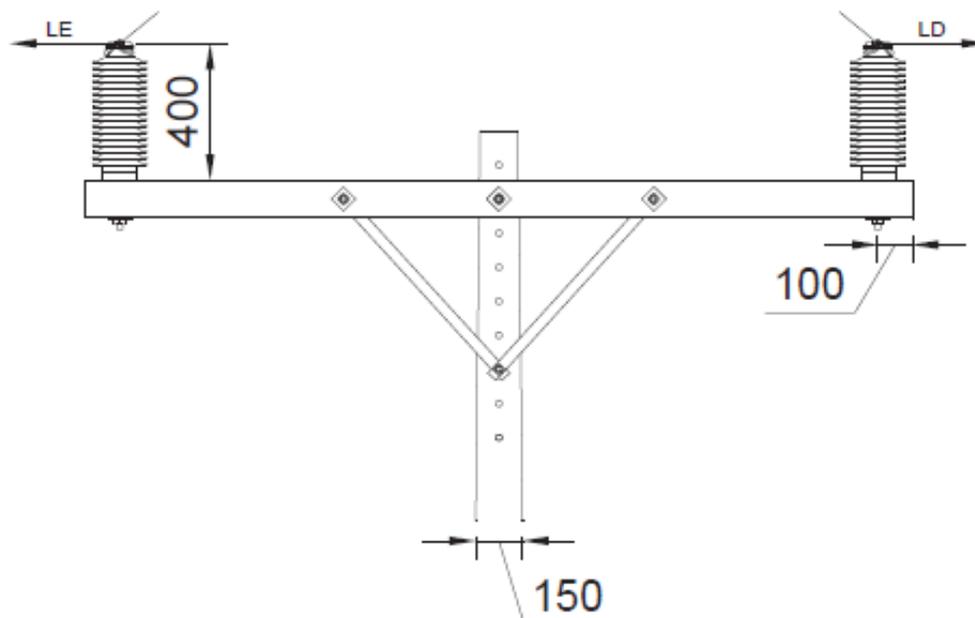
##### b) Procedimento

Com a cruzeta instalada conforme Figura , aplicar o carregamento no pescoço do isolador pilar PL8CC170 (classe 36,2 kV), padronizado na NBR 12459, gradativamente até atingir 50 daN e permanecer com esta carga aplicada durante 1 min, para permitir a acomodação da instalação. Retirar a carga e realizar os ajustes da instalação.

Com os ajustes realizados, aplicar 80 daN de forma gradativa e permanecer com esta carga por 5 min.

Retirar a carga e avaliar as condições da peça. A cruzeta é considerada aprovada se não ocorrer deslocamento no topo, no plano horizontal conforme Tabela 8.

Após avaliação acima, aumentar gradativamente a carga até 160 daN. A cruzeta deve suportar essa carga sem que ocorra a ruptura.



**Nota:** para cruzetas tipo T, não devem ser utilizadas as mãos francesas na execução do ensaio.

**Figura 3 - Esquema para Ensaio de Tração Lateral**

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 17/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

**c) Critério de aprovação**

A cruzeta deve atender as condições da Tabela 8.

**Tabela 8 - Valores de Ensaio de Tração Lateral e Critério de Aprovação**

Resistência F (daN)	Aplicação dos esforços	Critério de aprovação
80	Não simultâneos	Deslocamento máximo do topo do isolador de 50 mm
160		Não pode ocorrer ruptura

**4.7.2.6 Resistência ao torque**

**a) Amostragem**

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

**b) Procedimento**

- Fixar parafuso M16 com arruelas quadradas de 38 mm x 38 mm nas duas faces da cruzeta e porca quadrada M16.
- Aplicar um torque nominal de 8 daN.m nas porcas.

**c) Critério de aprovação**

A cruzeta não pode apresentar fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam seu desempenho.

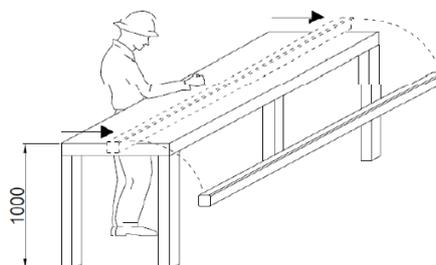
**4.7.2.7 Verificação da resistência da tampa da cruzeta**

**a) Amostragem**

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

**b) Procedimento**

A cruzeta deve ser solta de uma altura de 1,0 m na posição horizontal, conforme figura 4 abaixo.



**Figura 4 – Esquema para Ensaio da Verificação da Resistência da Tampa da Cruzeta**

**c) Critério de aprovação**

A cruzeta não pode ter suas tampas desprendidas ou danificadas.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 18/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

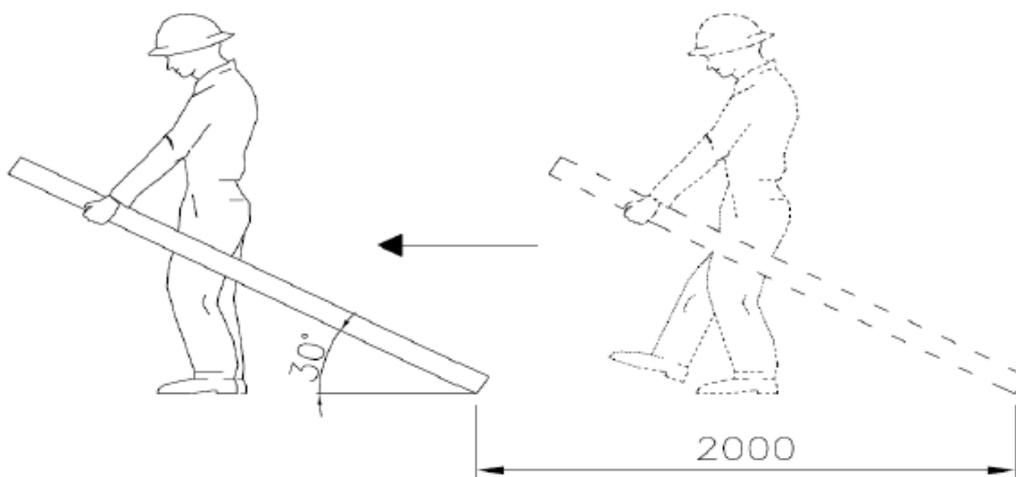
#### 4.7.2.8 Verificação da Fixação da Tampa da Cruzeta – Arrastamento

##### d) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

##### e) Procedimento

Erguer a cruzeta por uma das extremidades até um ângulo de aproximadamente 30º graus em relação ao solo e arrastá-la por uma distância mínima de 2 metros em um piso áspero, concreto ou asfalto, conforme indicado na figura 5.



**Figura 5 – Esquema para Verificação da Fixação da Tampa da Cruzeta – Arrastamento**

##### f) Critério de aprovação

A cruzeta não pode ter suas tampas desprendidas ou danificadas.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 19/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.2.9 Ensaio Mecânico de Longa Duração

##### a) Amostragem

A amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.

##### b) Procedimento

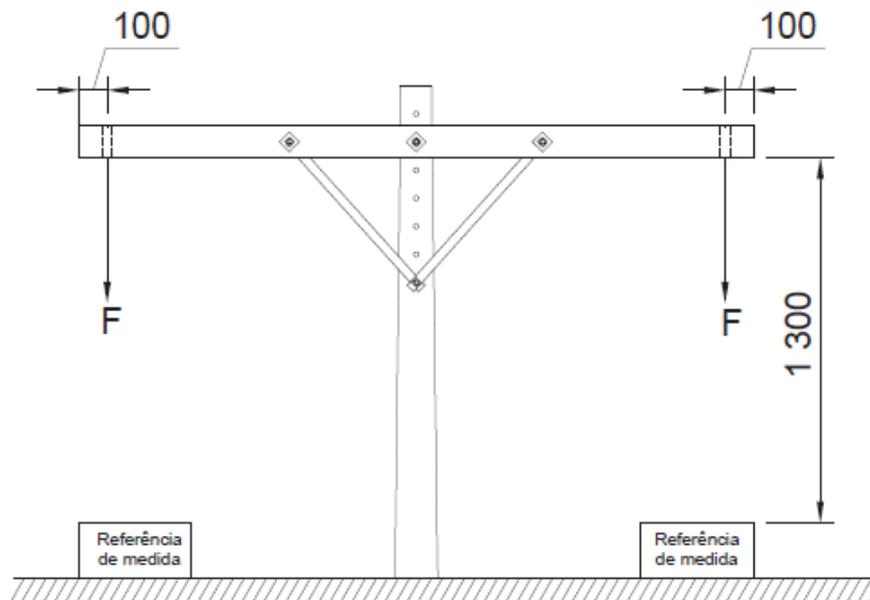
Com a cruzeta corretamente instalada, deve ser aplicada a carga nominal no ponto de fixação dos isoladores laterais (100 mm das extremidades da cruzeta), conforme Figura 6.

A resistência  $F$ , descrita na Tabela 8, deve ser mantida pelo período de 216 h.

Deve ser verificada a flecha durante o ensaio e após a retirada da carga.

**Tabela 9 - Valores de Ensaio Mecânico de Longa Duração**

Carga $F$ (daN)	Aplicação dos esforços	Flecha (mm)	
		Máxima	Residual
400	Simultâneos	-	20



**Nota:** para cruzetas tipo T, não devem ser utilizadas as mãos francesas na execução do ensaio.

**Figura 6 - Esquema para Ensaio Mecânico de Longa Duração**

##### c) Critério de aprovação

Retirando o esforço, a leitura do valor da flecha deve ser realizada no intervalo de 5 a 10 minutos no máximo. A cruzeta é considerada aprovada se:

1. Não apresentar trincas;
2. Atender a flecha nominal especificada na tabela 2;

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 20/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

3. A flecha residual máxima medida em cada extremidade, no plano de aplicação das cargas, não for superior a 20 mm, conforme Tabela 9.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 21/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.2.10 Ensaio mecânicos do composto - antes e após envelhecimento em câmara de UV

##### a) Amostragem

Devem ser confeccionados dez corpos de prova uniformes, preparados de forma que representem o processamento da cruzeta, com dimensões de acordo com a respectiva norma de ensaios e separados em dois grupos com cinco unidades cada, para execução dos ensaios, antes e após o envelhecimento em câmara de intemperismo artificial.

##### b) Procedimento

- O ensaio de envelhecimento deve ser realizado conforme ASTM G155, ciclo 1, durante 2000 h.
- O ensaio de tração antes e após o envelhecimento deve ser realizado conforme NBR NM IEC 60811-1-1.

##### c) Critério de aprovação

O corpo de prova é considerado aprovado neste ensaio se os valores mínimos e máximos de resistência obtidos após o envelhecimento não variarem em mais de 25% em relação aos respectivos valores mínimo e máximo obtidos com os corpos de prova ensaiados sem envelhecimento.

#### 4.7.2.11 Verificação da resistência ao trilhamento e erosão.

##### a) Amostragem

A amostragem deve estar conforme NBR 10296.

##### b) Procedimento

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 10296, método 2, critério A.

##### c) Critério de aprovação

O material é considerado aprovado se atender à classe 2 A1,75 da NBR 10296.

Nota: Tensões superiores a 1,75 kV também constituem aprovação, desde que o ensaio seja realizado conforme método 2, critério A, da NBR 10296.

#### 4.7.2.12 Flamabilidade

##### a) Princípio

Esse ensaio é destinado à verificação do material quanto às propriedades de ignição e auto extinção.

##### b) Amostragem

Devem ser confeccionadas cinco amostras de acordo com a UL 94. As amostras devem ser retiradas de diferentes partes da cruzeta de forma a avaliar a homogeneidade do produto.

##### c) Procedimento

Deve ser realizado de acordo com a UL 94.

##### d) Critério de aprovação

Os corpos de prova devem apresentar classificação mínima de V-1.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 22/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.2.13 Absorção de água

**a) Amostragem**

A amostragem deve estar conforme NBR 5310.

**b) Procedimento**

O ensaio deve ser realizado pelo método gravimétrico, conforme NBR 5310.

**c) Critério de aprovação**

O teor de absorção de água do composto da cruzeta não pode exceder 3%.

#### 4.7.2.14 Tensão suportável à frequência industrial sob chuva

**a) Amostragem**

A amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.

**b) Procedimento**

A tensão deve ser aplicada diretamente na cruzeta, no ponto de fixação da fase central. A cruzeta deve ser montada fixada diretamente ao poste, com mão-francesa polimérica, ou quando montada com mão-francesa metálica, esta deve ser montada em apenas um dos lados da cruzeta e a tensão deve ser aplicada do lado oposto, entre o ponto de fixação do isolador e o ponto de fixação da cruzeta ao poste (terra).

A tensão de ensaio a ser aplicada ao material deve ser 1,05 vezes a maior tensão fase-terra do sistema para o qual a cruzeta é utilizada, sob chuva, devidamente corrigido para as condições atmosféricas no momento de execução do ensaio, conforme a NBR 6936.

A tensão de ensaio deve ser mantida neste valor durante 1 min.

Os parâmetros de chuva são definidos pela NBR 6936.

Nota: Convém que durante a realização do ensaio seja medida a corrente de fuga da cruzeta e informado, apenas para referência, seu valor máximo no relatório de ensaios.

**c) Critério de aprovação**

A cruzeta é considerada aprovada se não ocorrer nenhuma descarga disruptiva ou qualquer dano ao material durante o ensaio.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 23/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.2.15 Ensaio de resistência à propagação de chama

- a) Amostragem
- A amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.
  - Para ensaio de recebimento a amostragem deve ser conforme Tabela 5.
- b) Procedimento

A cruzeta deve ser montada conforme Figura 7. Para cada amostra devem ser escolhidos três pontos para aplicação da chama durante 2 min.

O dispositivo deve ser ligado a uma fonte de calor e a altura da chama regulada até o ponto indicado na Figura 7, sem a presença da cruzeta.

Com a chama na altura indicada, deve-se posicionar a cruzeta no primeiro ponto de ensaio e retirá-la após 2 min.

Após a verificação, deve ser repetido o ensaio em mais dois pontos da mesma cruzeta, distantes pelo menos 400 mm do ponto de aplicação anterior.

Nota: caso a aplicação seja feita diretamente na região dos furos, os tubetes destes furos devem ser retirados antes da aplicação da chama, evitando interpretação dúbia do resultado do ensaio.



Nota: Dispositivo lança chamas tipo longo, bico de saída com diâmetro de 50 mm e gás GLP.

**Figura 7 - Esquema para ensaio de resistência à propagação de chama**

- c) Critério de aprovação
- Após a retirada da fonte de calor, a chama não pode se propagar pela amostra, devendo extinguir-se em até 30 s.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 24/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.2.16 Seccionamento para verificação da estrutura interna

##### a) Amostragem

- A amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3.
- Para ensaio de recebimento a amostragem deve ser conforme Tabela 5.

##### b) Procedimento

Seccionar a cruzeta em 5 (cinco) partes em cortes perpendiculares ao comprimento com tamanhos mínimo por parte de 300 mm.

##### c)

##### d) Critérios de aprovação

- As cruzetas devem ser homogêneas, sem falhas e ter a espessura das paredes uniforme;
- Para as cruzetas reforçadas, deve ser verificada a integridade do reforço junto ao corpo da cruzeta, verificando se esta condição de cruzeta reforçada está indicada na sua placa de identificação;
- Os reforços deverão ser verificados quanto ao material, sua integridade e aderência junto ao corpo da cruzeta e conferidos com a placa de identificação.

#### 4.7.3. Aceitação e Rejeição

Todos os materiais rejeitados nos ensaios de recebimento, quando executados, integrantes de lotes aceitos devem ser substituídos por unidades novas e perfeitas pelo fabricante, sem qualquer ônus para a Distribuidora.

A aceitação de um determinado lote pelo comprador não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer os materiais em conformidade com as exigências desta especificação nem invalida as reclamações que a Distribuidora possa fazer a respeito da qualidade dos materiais empregados na fabricação das peças.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 25/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.7.4. Relatórios de Ensaios

Devem constar nos relatórios de ensaio, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Nome e marca comercial do fornecedor;
- b) Identificação do laboratório de ensaios;
- c) Número do contrato/pedido de compra e nome da Distribuidora;
- d) Quantidade de material do lote e quantidade ensaiada;
- e) Identificação completa do material sob ensaio;
- f) Relação e descrição detalhada dos esquemas de montagem e resultado dos ensaios;
- g) Relação das normas utilizadas na execução dos ensaios;
- h) Certificados atualizados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 meses;
- i) Data e horário de início e término de cada ensaio;
- j) Nomes legíveis e assinaturas dos representantes do fornecedor e do inspetor (quando inspecionado em fábrica) e data de emissão do relatório.

Os relatórios devem ser disponibilizados em duas vias, sendo uma delas entregue ao inspetor responsável pelo acompanhamento dos ensaios.

#### 4.8 Exigências Adicionais

O fornecedor deve apresentar em sua proposta técnica a seguinte documentação:

- a) Desenhos com as dimensões das cruzetas, indicando a posição da furação;
- b) Desenho do tubete a ser utilizado na sua montagem;
- c) Tipo de acabamento a ser aplicado, se geo coat ou tinta pu, com a sua especificação;
- d) Informações complementares referentes aos itens 4.10 a 4.12 dessa norma.

#### 4.9 Garantia

**4.9.1.** O fornecedor deve dar garantia mínima de 20 anos, a partir da data de entrega, no local indicado no pedido de compra, contra qualquer defeito de material ou fabricação.

**4.9.2.** Em caso de devolução das cruzetas para substituição, dentro do período de garantia, todos os custos de material e transporte, bem como os custos de retirada do material já instalado são de responsabilidade exclusiva do fornecedor.

**4.9.3.** Caso se constate falha devido à deficiência do projeto, todos os custos devem ser assumidos pelo fornecedor, independente do prazo de garantia estar vencido ou não.

Nota: a garantia contra defeitos de projeto deve permanecer por prazo indeterminado.

**4.9.4.** Quaisquer cruzetas substituídas ou reparadas dentro do prazo de garantia devem ter sua garantia renovada.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 26/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

#### 4.10 Manuseio e Armazenamento

As cruzetas devem ser empilhadas, pelo menos, a 90 mm acima do solo sobre apoios de metal, concreto, material reciclado ou madeira preservada, de maneira que não apresentem flechas perceptíveis devidas ao próprio peso.

#### 4.11 Transporte

No transporte dos postes devem ser atendidas as exigências do Ministério dos Transportes e dos órgãos ambientais competentes, especialmente as relativas à segurança e sinalização da carga. Qualquer recomendação do fabricante pertinente ao procedimento necessário ao transporte deve ser fixada no produto e informada à Distribuidora.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 27/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

## 5 REFERÊNCIAS

O projeto, a fabricação e os ensaios dos postes devem satisfazer às exigências desta especificação, e no que não a contrariem, às seguintes normas nas suas últimas revisões:

- NBR 5310 Materiais plásticos para fins elétricos – Determinação da absorção de água.
- NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
- NBR 5427 Guia de utilização da norma NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento.
- NBR 8451-3 Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica – parte 3 – Ensaios mecânicos e inspeção.
- NBR 10296 Material isolante elétrico – Avaliação da resistência ao trilhamento e erosão sob condições ambientais severas.
- NBR 16946 Cruzetas de poliéster reforçado do fibra de vidro (PRFV) – Especificação, métodos de ensaios, padronização e critérios de aceitação.
- ASTM D149 Standard test method for dielectric breakdown voltage and dielectric strength of solid electrical insulation materials at commercial power frequencies.
- ASTM D570 Standard test method for water absorption of plastic.
- ASTM D638 Standard test method tensile properties of plastics.
- ASTM D790 Standard test method for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials.
- ASTM G155 Standard Practice for operating xenon-arc light apparatus for exposure of nonmetallic materials.
- UL 94 Standard for safety tests for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances.

O projeto, a matéria prima, a mão-de-obra e a fabricação devem incorporar, tanto quanto possível, os melhoramentos tecnológicos mais recentes, mesmo quando não mencionadas nesta especificação.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 28/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

## 6 CONTROLE DE ALTERAÇÕES

Revisão	Data	Alterações em relação à versão anterior
00	06/02/2019	Emissão do documento.
01	11/06/2019	Adequação do desenho da cruzeta de fibra reta de 2,4 m.
02	12/05/2020	Adequação do desenho da cruzeta de fibra reta de 2,4 m.
03	14/05/2020	Adequação do diâmetro do furo de 21 mm para 18 mm no desenho da cruzeta de fibra reta de 2,4 m.
04	30/04/2021	Inserção da Neoenergia Distribuição Brasília.
05	20/10/2021	Inserção do código Elektro 100920 na tabela 1, anexo I e Desenho 3.
06	22/06/2022	Item 4.3.2 – alteração no texto de seus subitens referente a aplicação do véu de superfície; Item 4.3.3 – inclusão da nota referente aos tubetes; Item 4.7 – inclusão da nota referente a placa de identificação colada; Item 4.8 – adequação dos ensaios à norma NBR 16946:2021, especificamente com respeito a amostragem para o ensaio de carga de ruptura, a ser realizado conforme plano de amostragem da Tabela 5; Anexo I – inclusão de nota referente a aquisição de cruzetas normais x reforçadas. Anexo II – inclusão da nota 3 nos desenhos 1 e 2.
07	20/07/2022	Inclusão da cruzeta de 3,2 m na especificação; Inclusão do Desenho 4; Inclusão do Anexo III referente ao procedimento adicional de ensaio para a cruzeta de 3,2 m; Remoção dos itens 4.1.2 e 4.1.3 referentes a norma de fornecimento; Inclusão dos códigos referentes a cruzeta de 3,2 m; Inclusão da informação referente as arruelas quadradas e parafusos a serem utilizados no procedimento ensaio de resistência a flexão.
08	14/04/2023	Inclusão da cruzeta de fibra tipo T de 90x90x2400 mm, figura 5 do Anexo II; Item 4.3.1.1 - alteração do texto com a inserção da posição do véu de superfície no processo de pultrusão; Item 4.3.2.1 – alteração do texto com a retirada da opção da aplicação de Geo Coat no processo de pultrusão, devendo nesse caso ser obrigatório a utilização de tinta tipo PU; Item 4.3.2.2 – alteração do texto com a inclusão da aplicação do véu de superfície nas cruzetas no processo de enrolamento contínuo, porém com aplicação do geo coat como acabamento; Inclusão de “nota” nos esquemas de ensaios de tração lateral (item 4.8.2.5.b) e ensaio mecânico de longa duração (item 4.8.2.9.b) para serem executados sem a utilização de mãos francesas para as cruzetas do tipo T. Inclusão dos códigos para as cruzetas tipo T de 90x90x2400 mm e de 90x90x2000 mm, reforçadas, na Tabela 1 e no Anexo I; Retirada da nota referente a pintura na extremidade das cruzetas reforçadas no item 4.7.2; Retirada das figuras 2 e 4 referentes aos ensaios de cruzetas normais, com renumeração das demais figuras. Retirada dos códigos e das notas nos desenhos 1 a 3 referentes às cruzetas normais.
09	24/07/2023	Revisão da logomarca sem alteração de conteúdo.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 29/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

## 1. ANEXOS

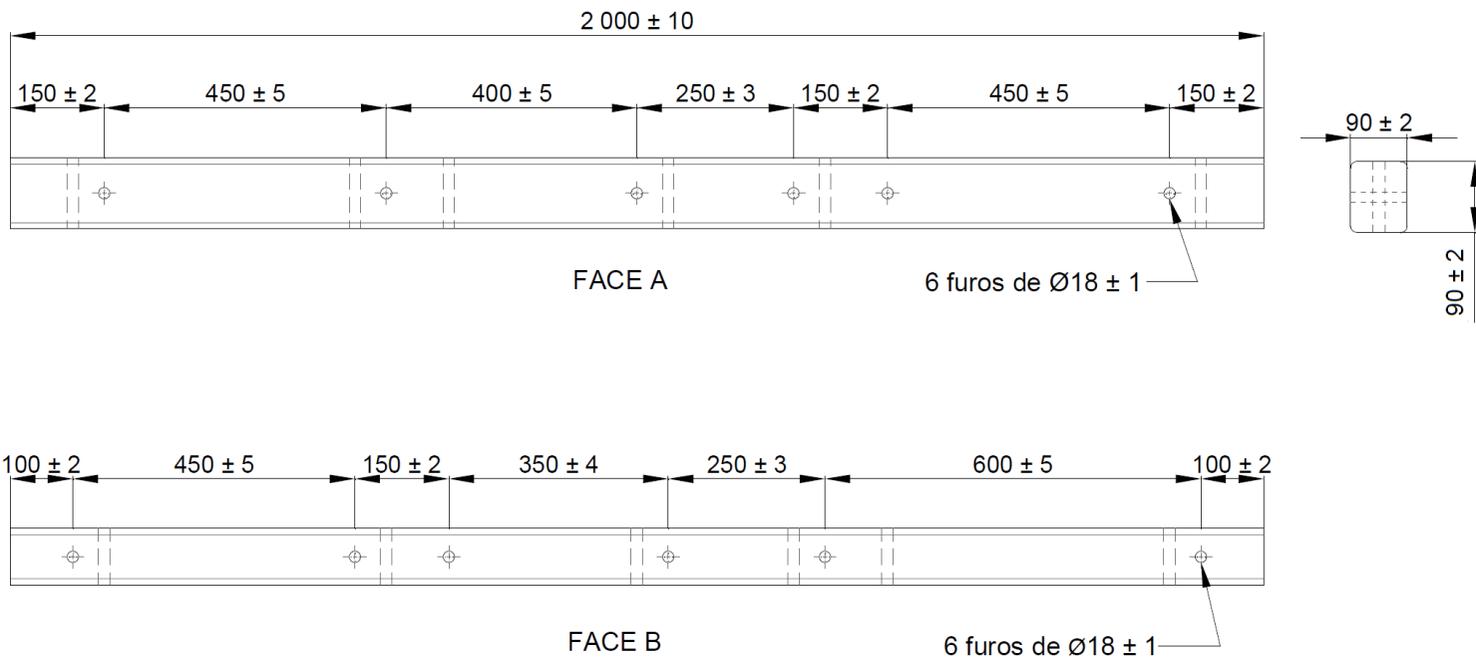
### ANEXO I – CRUZETAS DE FIBRA PADRONIZADAS

Item	Código SAP			Descrição Sucinta
	NE	SE	Brasília	
1	3340010	59991	22015020	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M REFORCADA
2	3340011	59992	22015018	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M REFORCADA
3	3340014	101285	22015036	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,0M REFORCADA
4	3340012	101150	22015032	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 3,2M REFORCADA
5	3340013	101286	22015037	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,4M REFORCADA

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 30/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

## ANEXO II – DESENHOS

### Desenho 1 - CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M REFORÇADA

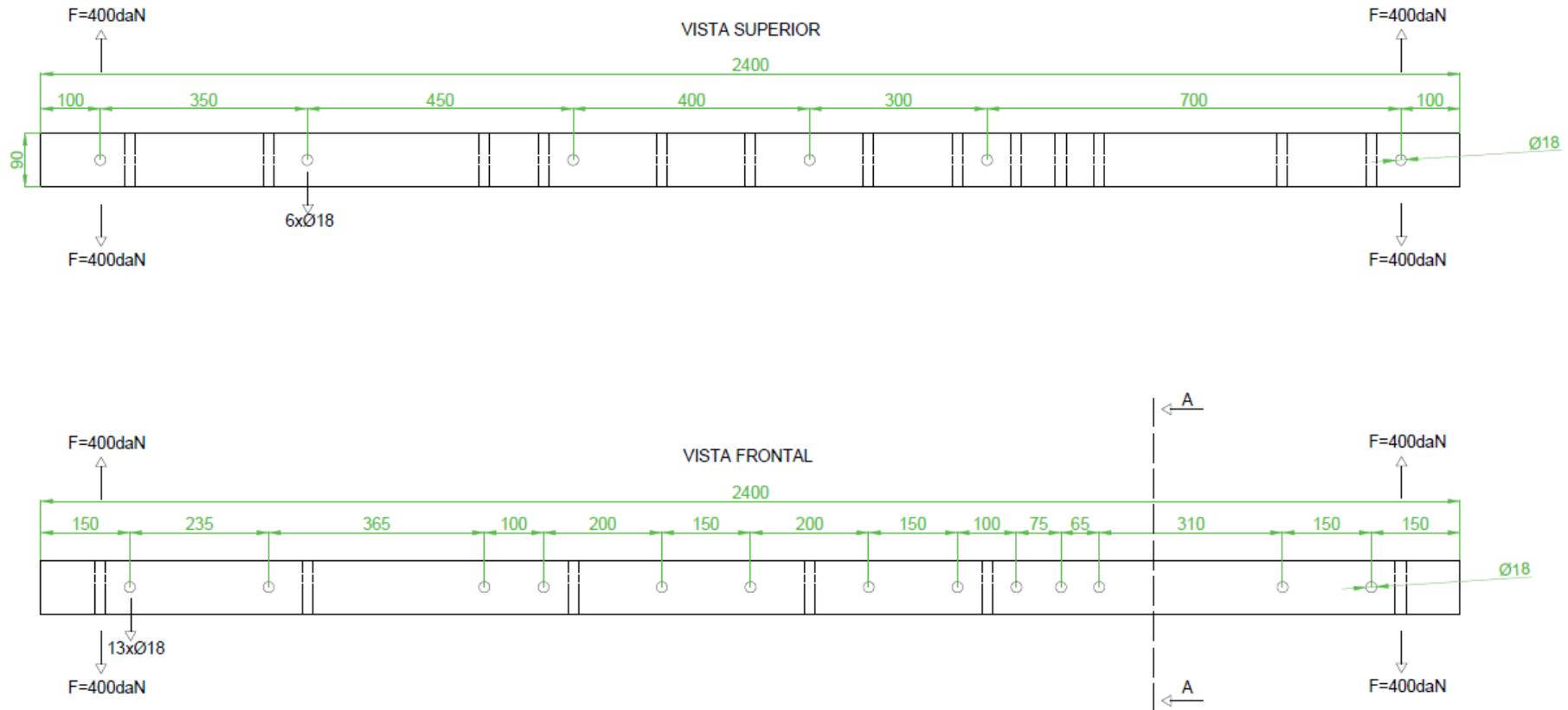


NE	SE	Brasília	DESCRIÇÃO
3340010	59991	22015020	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,0M REFORÇADA

Nota: Cota em milímetros

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 31/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

### Desenho 2 - CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M REFORÇADA

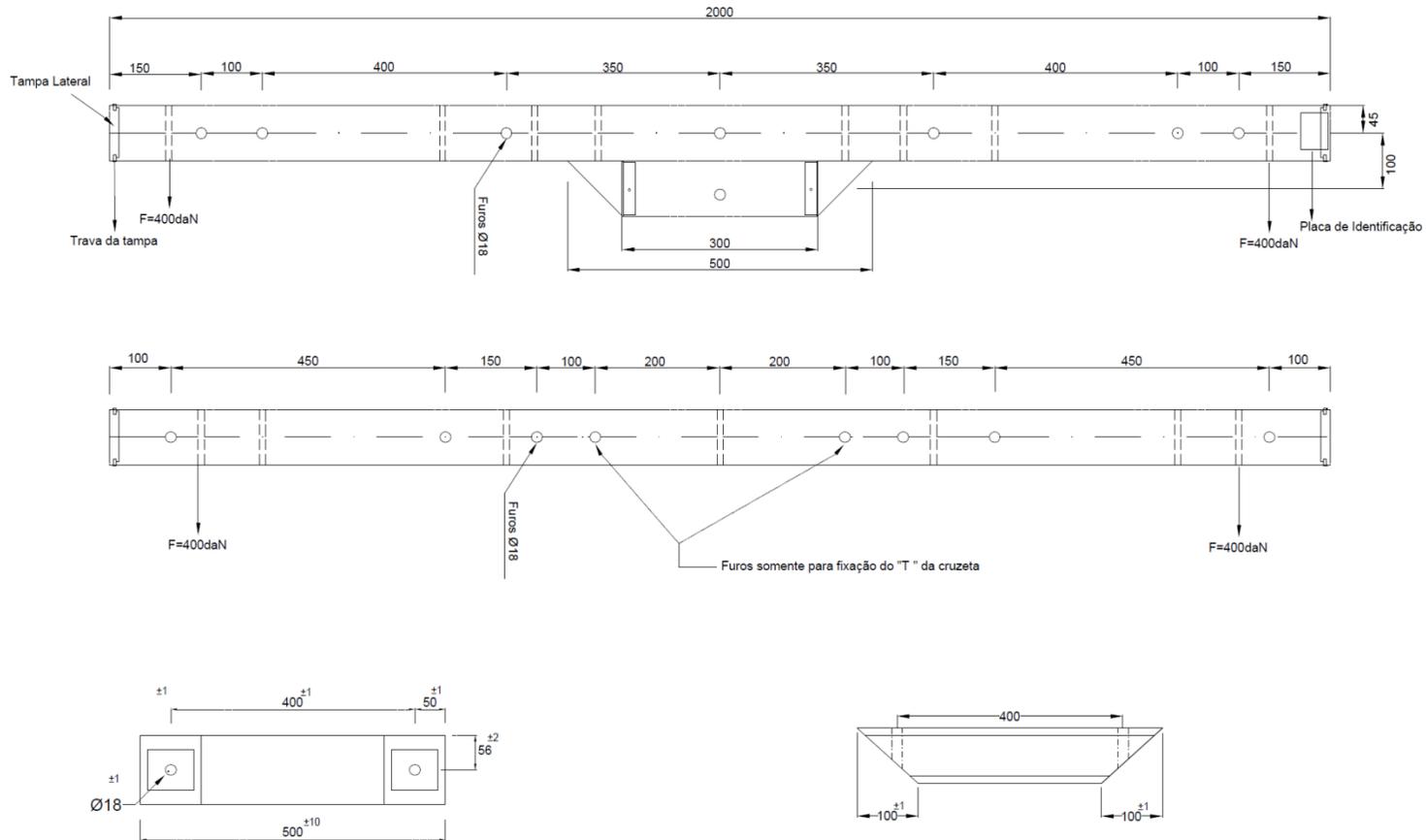


NE	SE	Brasília	DESCRIÇÃO
3340011	59992	22015018	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 2,4M REFORÇADA

Notas: Cota em milímetros

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: <b>DIS-ETE-006</b>	
		REV.: <b>09</b>	Nº PÁG.: <b>32/36</b>
APROVADOR: <b>RICARDO PRADO PINA</b>		DATA DE APROVAÇÃO: <b>24/07/2023</b>	

### Desenho 3 - CRUZETA FIBRA T 90X90 2,0M REFORÇADA

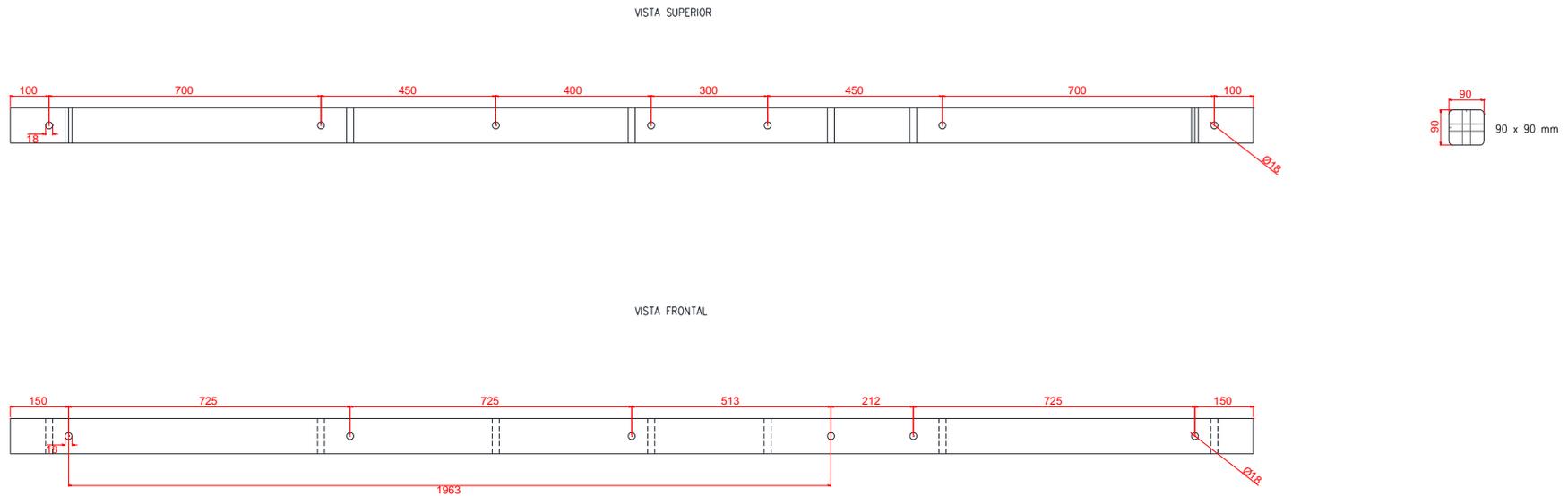


NE	SE	Brasília	DESCRIÇÃO
3340014	101285	22015036	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,0M REFORÇADA

Nota: Cota em milímetros.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 33/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

### Desenho 4 - CRUZETA FIBRA RETA 90X90 3,2M REFORCADA

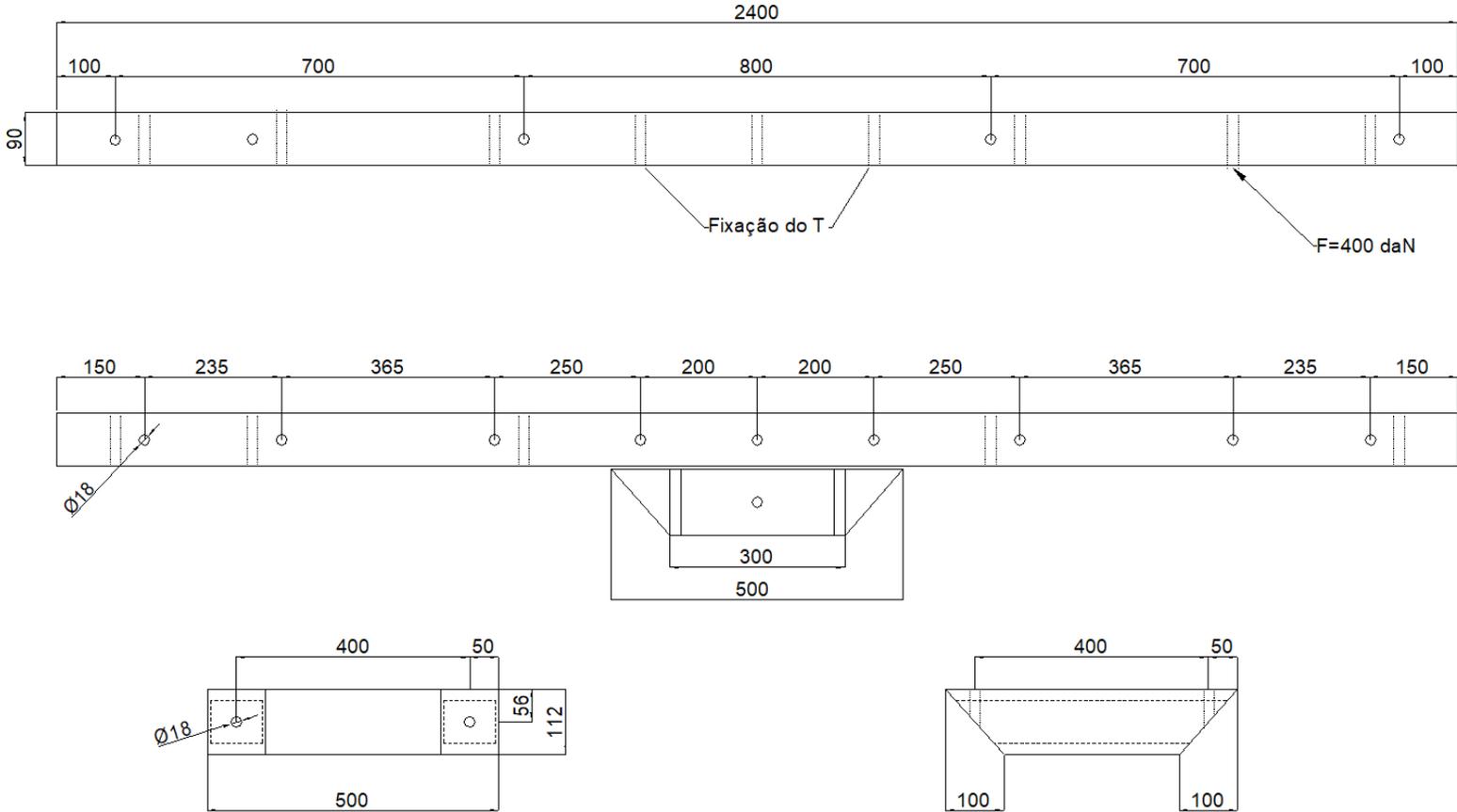


Nota: Cota em milímetros.

NE	SE	Brasília	DESCRIÇÃO
3340012	101150	22015032	CRUZETA FIBRA RETA 90X90 3,2M REFORCADA

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 34/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

**Desenho 5 - CRUZETA FIBRA T 90X90 2,4M REFORCADA**



NE	SE	Brasília	DESCRIÇÃO
3340013	101286	22015037	CRUZETA FIBRA T 90X90 2,4M REFORCADA

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 35/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	

### ANEXO III – Resistência a Flexão em Montagem do Tipo Beco

#### a) Amostragem

- Para ensaio de tipo, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 3;
- Para ensaio de recebimento, a amostragem deve estar de acordo com a Tabela 5.

#### b) Procedimento

##### – Resistência nominal ( $R_n$ )

Com a cruzeta instalada conforme Figura 1, utilizando para sua fixação parafuso M16, porca quadrada e arruela quadrada de 38x38 mm, aplicar o carregamento gradativamente até atingir a carga nominal e permanecer com esta aplicada por 1 min, para permitir a acomodação da instalação. Retirar a carga e realizar os ajustes da instalação.

Com os ajustes realizados, aplicar novamente a carga nominal de forma gradativa e permanecer com esta durante 5 min.

Após os 5 min com a carga ainda aplicada a cruzeta não pode apresentar trincas e a flecha medida em cada extremidade, no plano de aplicação das cargas, não pode exceder o valor estabelecido na Tabela 10.

##### – Limite de carregamento excepcional

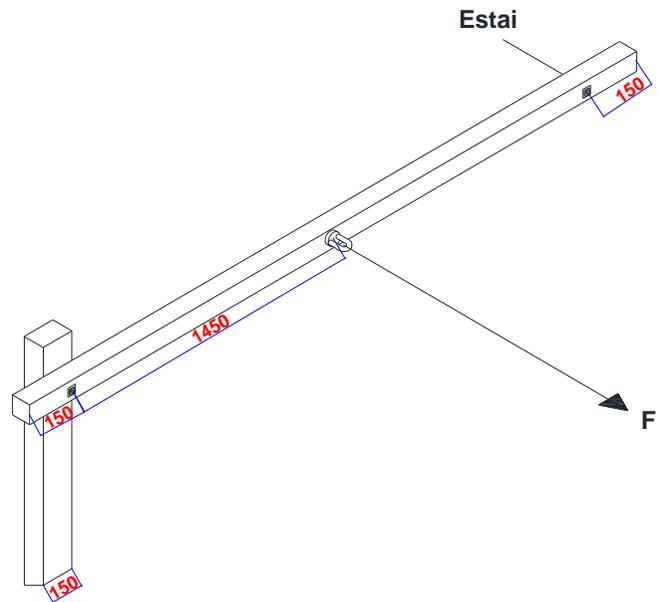
Mantendo a condição anterior, utilizar uma carga de  $1,4 \times R_n$ , conforme Tabela 2 - Características Técnicas das Cruzetas.

##### – Carga de ruptura da cruzeta

Mantendo a condição anterior, aplicar de forma gradativa até atingir  $2 \times R_n$ , sem que ocorra a ruptura.

Assim que o valor apresentado no dinamômetro apresentar duas vezes a carga nominal sem a ruptura da cruzeta, o ensaio pode ser interrompido e a cruzeta é considerada aprovada no ensaio.

	TÍTULO: <b>Cruzeta de Fibra de Vidro</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-006	
		REV.: 09	Nº PÁG.: 36/36
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 24/07/2023	



**Figura 2 - Esquema para Ensaio de Resistência à Flexão - Cruzetas Reforçadas**

Critério de aprovação: a cruzeta deve ser considerada aprovada se atender aos valores de flechas da Tabela 10.

**Tabela 10 - Valores de ensaios de resistência à flexão**

Comprimento (mm)	Resistência F (daN)	Flecha (mm)	
		Máxima	Residual
3200	400	80	-
	560		16
	800	Sem ruptura	