

*Capitel de concreto armado para
subestações de distribuição até 145
kV*

ESA | DENG | NRM-1344 | 2025

Especificação Técnica Unificada

ETU - 264

Versão 0.0 - Setembro / 2025



Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de capitel de distribuição (CPTL), dos tipos isolador pedestal (IP), para-raios (PR) e transformadores (TC/TP), confeccionados em concreto armado, aplicáveis as subestações de distribuição (SED), em classe de tensão até 145 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto, foram consideradas as especificações e os padrões dos materiais de referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou em outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos de modificações baseadas nos resultados de desempenho desses materiais nas empresas do grupo Energisa.

Cópias ou impressões, parciais ou totais, deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 0.0, datada de setembro de 2025.

Cataguases - MG., Setembro de 2025.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

Esta Especificação Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





Equipe técnica de elaboração da ETU-264

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Alberto Alves Cunha

Energisa Tocantins (ETO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Rodolfo Acialdi Pinheiro

Energisa Minas-Rio (EMR)

Fabio Lancelotti

Energisa Paraíba (EPB)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Sumário

1	OBJETIVO.....	9
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	9
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	9
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....	9
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL.....	10
4.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA.....	11
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	14
4.4	NORMA TÉCNICA DO GRUPO ENERGISA.....	15
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES.....	17
5.1	CAPITEL DE DISTRIBUIÇÃO (CPTL).....	17
5.2	ARMADURA.....	17
5.3	AFASTAMENTO DE ARMADURA.....	17
5.4	CARGA DE RUPTURA (C_R).....	17
5.5	CARGA NO LIMITE ELÁSTICO (C_{LE}).....	17
5.6	CARGA NOMINAL (C_N).....	17
5.7	CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CA).....	18
5.8	COBRIMENTO.....	18
5.9	CONCRETO ARMADO.....	18
5.10	DEFEITO.....	18
5.10.1	Defeito crítico.....	18
5.10.2	Defeito grave.....	18
5.10.3	Defeito tolerável.....	18
5.11	DOCUMENTO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (DRT).....	19
5.12	DURABILIDADE.....	19
5.13	FALHA DURANTE A VIDA ÚTIL.....	19
5.14	FEATURE COMPRESSION KNOW (FCK).....	19
5.15	FISSURA.....	19
5.16	FISSURA CAPILAR.....	19
5.17	SUBESTAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO (SED).....	19
5.18	ENSAIOS DE RECEBIMENTO.....	20
5.19	ENSAIOS DE TIPO.....	20
5.20	ENSAIOS ESPECIAIS.....	20
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	20
7	CONDIÇÕES GERAIS.....	21
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO.....	21
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA.....	22

7.3	ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE.....	22
7.3.1	Acondicionamento	22
7.3.2	Liberação para manuseio e transporte	24
7.4	MEIO AMBIENTE	25
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	26
7.6	GARANTIA	26
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA.....	26
7.8	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL.....	27
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	28
8.1	PROCESSO DE FABRICAÇÃO	29
8.1.1	Materiais	29
8.1.1.1	Cimento.....	29
8.1.1.2	Agregado.....	30
8.1.1.3	Água	30
8.1.1.4	Aditivos	30
8.1.1.5	Adições.....	31
8.1.1.6	Barras, fios e cordoalhas de aço utilizado para a armadura	31
8.1.2	Concreto.....	31
8.1.3	Cura	32
8.2	CARACTERÍSTICA DIMENSIONAL	32
8.3	ACABAMENTO E ADENSAMENTO DO CONCRETO.....	34
8.4	IDENTIFICAÇÃO	35
8.5	DURABILIDADE	36
8.6	ABSORÇÃO DE ÁGUA	36
8.7	CARACTERÍSTICA MECÂNICA	37
8.7.1	Elasticidade.....	37
8.7.2	Carga de ruptura (Cr)	38
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	38
9.1	GENERALIDADES.....	38
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	42
9.2.1	Ensaio de tipo (T)	42
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	42
9.2.3	Ensaio especiais (E).....	43
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	43
9.3.1	Inspeção geral	43
9.3.2	Verificação dimensional.....	44
9.3.3	Ensaio mecânicos	44
9.3.3.1	Ensaio de resistência a tração sob carga nominal	44
9.3.3.2	Ensaio de resistência a tração sob carga de 140 %	44
9.3.3.3	Ensaio de resistência a tração na flexão	45

9.3.3.4	Ensaio de elasticidade	45
9.3.3.5	Ensaio de carga de ruptura	45
9.3.4	Ensaaios de cobrimento, espaçamento e afastamento da armadura	45
9.3.4.1	Ensaio de cobrimento da armadura	45
9.3.4.2	Ensaio de cobrimento da armadura nas extremidades.....	45
9.3.4.3	Ensaaios de espaçamento e afastamento da armadura	46
9.3.5	Ensaio de absorção de água	46
9.3.6	Ensaaios dos agregados	47
9.3.6.1	Ensaio de absorção de água em agregados miúdos	47
9.3.6.2	Ensaio de determinação da composição granulométrica	47
9.3.6.3	Ensaio de inchamento.....	47
9.3.6.4	Ensaio de massa específica aparente.....	47
9.3.6.5	Ensaio de massa unitária no estado solto e compactado	48
9.3.7	Ensaio da água.....	48
9.3.7.1	Ensaio de detergente	48
9.3.7.2	Ensaio de óleo ou gordura.....	48
9.3.7.3	Ensaio de cor	49
9.3.7.4	Ensaio de material sólido.....	49
9.3.7.5	Ensaio de odor	49
9.3.7.6	Ensaio de ácidos	49
9.3.7.7	Ensaio de matéria orgânica	50
9.3.8	Ensaio de resistência à compressão	50
9.3.9	Ensaaios de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (slump test)	50
9.3.10	Ensaaios de compressão de corpos de prova cilíndricos	50
9.3.11	Ensaio de determinação da abrasão (Los Angeles)	51
9.4	RELATÓRIOS DE ENSAIOS	51
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM	52
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	52
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	52
10.2.1	Inspeção geral e para o ensaio de elasticidade.....	52
10.2.2	Ensaaios de carga de ruptura, cobrimento da armadura e absorção de água	53
10.2.3	Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos e slump test	53
10.2.4	Ensaaios de agregados	53
10.2.5	Ensaio da água.....	53
10.3	DEFEITOS	53
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	54
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	54
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	54

11.2.1	Inspeção geral, verificação dimensional, ensaio de elasticidade, ensaio de carga de ruptura, ensaio de cobrimento da armadura e ensaio de absorção de água	54
11.2.2	Demais ensaios	55
11.3	DEFEITOS	55
12	NOTAS COMPLEMENTARES	55
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	56
14	VIGÊNCIA.....	56
15	TABELAS.....	57
	TABELA 1 - Característica técnica do capitel de concreto armado para subestação de distribuição	57
	TABELA 2 - Grau de defeito para inspeção geral	58
	TABELA 3 - Grau de defeito para elasticidade	59
	TABELA 4 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaio de inspeção geral	60
	TABELA 5 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaio de elasticidade	61
	TABELA 6 - Relação dos ensaios	62
16	DESENHOS	63
	DESENHO 1 - Característica dimensional do capitel de concreto armado para isolador pedestal (IP)	63
	DESENHO 2 - Característica dimensional do capitel de concreto armado para para-raios (PR).....	64
	DESENHO 3 - Característica dimensional do capitel de concreto armado para transformadores de instrumentos (TC/TP).....	65
17	ANEXOS.....	66
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	66
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	68

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Capitel de Distribuição (CPTL), dos tipos isolador pedestal (IP), para-raios (PR) e transformadores (TC/TP), confeccionados em concreto armado, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas para estruturas de subestações de distribuição, em classe de tensão até 145 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTA:

1. Os materiais constantes nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em linhas de distribuição em alta, média e baixa tensão (LDAT/LDMT/LDBT).

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete às áreas de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, combate a perdas, manutenção, linha viva e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no (s) seguinte (s) documento (s):

- ABNT NBR 6118, Projeto de estruturas de concreto - Procedimento

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os capitéis de concreto devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as Normas Técnicas mencionadas abaixo.

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 11.934 de 05/05/2009, Dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; altera a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências

- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição
- Resolução Normativa ANEEL N.º 398 de 23/03/2010, Regulamenta a Lei nº 11.934, de 05/05/2009, no que se refere aos limites à exposição humana a campos elétricos e magnéticos originários de instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica
- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Resolução Normativa CONAMA N.º 307, de 05/07/2002, Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

4.2 Norma técnica brasileira

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais

- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5738, Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova
- ABNT NBR 5739, Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos
- ABNT NBR 6467, Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio
- ABNT NBR 7211, Agregados para concreto - Especificação
- ABNT NBR 7222, Concreto e argamassa - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos
- ABNT NBR 7480, Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação
- ABNT NBR 7481, Tela de aço soldada - Armadura para concreto
- ABNT NBR 7482, Fios de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação
- ABNT NBR 7483, Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação
- ABNT NBR 8522-1, Concreto endurecido - Determinação dos módulos de elasticidade e de deformação - Parte 1: Módulos estáticos à compressão
- ABNT NBR 11768-1, Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Parte 1: Requisitos
- ABNT NBR 11768-3, Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Parte 3: Ensaio de caracterização

- ABNT NBR 12142, Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos
- ABNT NBR 12653, Materiais pozolânicos - Requisitos
- ABNT NBR 12655, Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento
- ABNT NBR 13956-1, Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta - Parte 1: Requisitos
- ABNT NBR 15577-1, Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto
- ABNT NBR 15894-1, Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta - Parte 1: Requisitos
- ABNT NBR 15900-1, Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos
- ABNT NBR 15900-2, Água para amassamento do concreto - Parte 2: Coleta de amostras de ensaios
- ABNT NBR 15900-3, Água para amassamento do concreto - Parte 3: Avaliação preliminar
- ABNT NBR 16697, Cimento Portland - Requisitos
- ABNT NBR 16886, Concreto - Amostragem de concreto fresco
- ABNT NBR 16889, Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone
- ABNT NBR 16915, Agregados - Amostragem
- ABNT NBR 16916, Agregado miúdo - Determinação da densidade e da absorção de água

- ABNT NBR 16917, Agregado graúdo - Determinação da densidade e da absorção de água
- ABNT NBR 16972, Agregados - Determinação da massa unitária e do índice de vazios
- ABNT NBR 16974, Agregados - Ensaio de resistência ao impacto e à abrasão Los Angeles
- ABNT NBR 17054, Agregados - Determinação da composição granulométrica - Método de ensaio

4.3 Norma técnica internacional

- ASTM C128, Standard test method for relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate
- ASTM C131/C131M, Standard test method for resistance to degradation of small-size coarse aggregate by abrasion and impact in the los angeles machine
- ASTM C143/C143M, Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete
- ASTM C172/C172M, Standard practice for sampling freshly mixed concrete
- ASTM C702/C702M, Standard practice for reducing samples of aggregate to testing size
- ASTM C1602/C1602M, Standard specification for mixing water used in the production of hydraulic cement concrete
- ASTM D5444, Standard test method for mechanical size analysis of extracted aggregate
- ASTM D7012, Standard test methods for compressive strength and elastic moduli of intact rock core specimens under varying states of stress and temperatures

- ASTM D7370/D7370M, Standard test method for determination of relative density and absorption of fine, coarse, and blended aggregate using combined vacuum saturation and rapid submersion
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
- IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
- IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators

4.4 Norma técnica do grupo Energisa

- NDU-027, Critérios para utilização de equipamentos e materiais em área de corrosão atmosférica

NOTAS:

- II. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- III. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação



eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;

IV. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;

V. As siglas acima referem-se a:

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MS - Ministro da Saúde
- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- NDU - Norma de Distribuição Unificada (grupo Energisa)
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 8453-1, complementada pelos seguintes termos:

5.1 Capitel de Distribuição (CPTL)

Peça de eixo sensivelmente retilíneo, sem emendas, destinada a suportar equipamentos, em subestações de distribuição de energia elétrica.

5.2 Armadura

Conjunto de barras de aço, vergalhões, fios e cordoalhas dispostos longitudinalmente, além dos estribos de aço que compõem a parte transversal ao eixo, de tal modo que a fixação dos mesmos seja por solda ou amarração.

5.3 Afastamento de armadura

Distância entre barras longitudinais.

5.4 Carga de ruptura (C_r)

Carga que provoca o colapso do capitel, seja por ter ultrapassado o limite plástico da armadura ou por esmagamento do concreto. A carga de ruptura é definida pela carga máxima registrada durante o ensaio de compressão/tração no capitel.

5.5 Carga no limite elástico (C_{le})

Carga máxima de eventual utilização do elemento estrutural correspondente a uma sobrecarga de 40 % para concreto armado.

5.6 Carga nominal (C_n)



Valor da carga que o capitel suporta continuamente, na direção e sentido indicados, sem apresentar fissuras acima dos limites admissíveis estabelecidos nesta norma, ou flecha superior à especificada.

5.7 Classe de agressividade ambiental (CA)

Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto no qual o capitel será instalado.

5.8 Cobrimento

Espessura da camada de concreto entre a superfície da armadura e a superfície mais próxima do concreto.

5.9 Concreto armado

É aquele cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, onde não se admitem alongamentos iniciais das mesmas antes da efetivação da aderência.

5.10 Defeito

Falta de conformidade a qualquer dos requisitos especificados nesta parte da ABNT NBR 8453-1.

5.10.1 Defeito crítico

Defeito que pode produzir condições perigosas ou inseguras para quem usa ou mantém o produto. É também o defeito que pode impedir o funcionamento ou o desempenho de uma função importante do produto.

5.10.2 Defeito grave

Defeito considerado não crítico, que pode resultar em falha ou reduzir substancialmente a utilidade da unidade de produto para o fim a que se destina.

5.10.3 Defeito tolerável



Defeito que não reduz substancialmente a utilidade da unidade de produto para o fim a que se destina ou não influi substancialmente no uso efetivo ou na operação.

5.11 Documento de responsabilidade técnica (DRT)

São documentos que garantem os limites da responsabilidade técnica (civil e criminal) e a comprovação da experiência do profissional. Os documentos devem ser emitidos pelos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREA) e Conselhos Regionais dos Técnicos Industriais (CRT).

5.12 Durabilidade

Propriedade do capitel que expressa o período de tempo em resistir ao intemperismo.

5.13 Falha durante a vida útil

Desagregamento do concreto e/ou corrosão do aço em um capitel de concreto.

5.14 Feature Compression Know (FCK)

Termo que se refere a resistência característica do concreto à compressão. O teste é realizado em laboratório e é indispensável para garantir qualidade e segurança em diferentes padrões.

5.15 Fissura

Abertura na superfície do capitel na qual se pode distinguir a separação entre as bordas dessa mesma fissura.

5.16 Fissura capilar

Abertura na superfície do capitel menor do que 0,10 mm, com medição por fissurômetro com lâminas de penetração, conforme a ABNT NBR 8451-3.

5.17 Subestação de distribuição (SED)



Parte do sistema de potência que compreende os dispositivos de manobra, controle, proteção, transformação e demais equipamentos, condutores e acessórios, abrangendo as obras civis e estruturas de montagem, que conecta o sistema de distribuição de alta tensão (SDAT) ao sistema de distribuição de média tensão (SDMT), contendo transformadores de força.

5.18 Ensaios de recebimento

Os ensaios de recebimento têm como objetivo verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Esses ensaios devem ser realizados em uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que tenha sido previamente submetido aos ensaios de rotina.

5.19 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo têm como objetivo verificar as principais características de um material que dependem do seu projeto.

Esses ensaios devem ser realizados apenas uma vez para cada projeto e repetidos quando houver alteração no material, no projeto ou no processo de fabricação, ou quando solicitado pelo comprador.

5.20 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES



O cadastro comercial através do Web Supply é mandatário para todos os fornecedores do Grupo Energisa. É responsabilidade do fornecedor manter este cadastro atualizado.

A homologação técnica é realizada conforme os níveis de complexidade das categorias de materiais envolvidos, conforme detalhado no nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições do serviço

Os capitéis de concreto tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 1.080 Pa (108 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 151,2 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;

- g) Classe de severidade de poluição local (SPS): leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas os capitéis ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

7.2 Linguagens e unidades de medida

O sistema métrico de unidades deve ser utilizado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e em quaisquer outros documentos. Qualquer valor apresentado em outras unidades de medida, por conveniência, deve também ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., fornecidos pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem estar redigidos em português. No caso de equipamentos importados, deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

- VI. Os relatórios de ensaios técnicos, excepcionalmente, poderão ser aceitos em inglês ou espanhol.

7.3 Acondicionamento e transporte

7.3.1 Acondicionamento

Os capitéis de concreto devem ser acondicionados em grupos de até 6 (seis) unidades, sobre pallet ou outra base que permita seu transporte sem danos ao produto, não retornáveis, com massa-bruta não superior a 2.000 (dois mil) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como ao manuseio;

- 
- b) A embalagem deve ser projetada de modo a manter peso e dimensões dentro de limites razoáveis, facilitando o manuseio, armazenamento e transporte. As embalagens devem permitir o uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
- c) O material em contato com os capitéis não deve:
- Adicionar aderência;
 - Causar contaminação;
 - Provocar corrosão durante o armazenamento;
 - Retenção de umidade.
- d) Além disso, devem ser observadas as demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do seguinte link:

<https://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>

NOTAS:

- VII. A embalagem quando confeccionada em madeira, a mesma deve ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda, ser certificada pelo IBAMA e não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens;
- VIII. A embalagem deve ser elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.

Cada volume deve ser identificado, de forma legível e indelével e contendo as seguintes informações:

- a) Nome ou marca Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;

- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série da embalagem;
- f) Identificação completa dos capitéis de concreto (tipo/modelo, quantidade, comprimento (mm), seção nominal (mm), carga nominal (daN) etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa-bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 6118;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:

- IX. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- X. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.

7.3.2 Liberação para manuseio e transporte

O prazo entre as datas de fabricação e de recebimento deve ser de 28 (vinte e oito) dias. É permitida a liberação prévia do elemento estrutural desde que sua resistência, medida em ensaio, atenda ao requisito previsto para FCK em função da classe de agressividade ambiental (CA), conforme item 8.1, respeitando o tempo mínimo de 7 (sete) dias.

Recomenda-se que o tempo para retirada do capitel recém-fabricado do leito seja condicionado à comprovação da resistência à compressão na data requerida para atender às condições de projeto.

NOTA:

- XI. O manuseio, armazenagem e transporte de capitéis de concreto devem seguir as orientações da norma ABNT NBR 8453-1.

7.4 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos capitéis de concreto, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos capitéis de concreto, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam incidir sobre a Energisa, decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

A Energisa poderá verificar a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e subfornecedores junto aos órgãos oficiais de controle ambiental.

Não é permitido o uso de amianto ou asbesto, bifenilas policloradas (PCB), poluentes orgânicos persistentes (POPs) conforme o Decreto Legislativo N.º 204 de 2004, e benzeno conforme a Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004, na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa. As substâncias consideradas perigosas não podem ser utilizadas em concentrações acima do recomendado, conforme a diretiva 2011/65/EU para RoHS

(Restrição de Substâncias Perigosas) e WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas devem estar em conformidade com os padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

Quando o fornecedor utilizar madeira em suas embalagens, o mesmo deverá apresentar as informações referente ao tipo de madeira utilizada nas embalagens, seu respectivo tratamento preservativo e os efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte).

7.5 Expectativa de vida útil

Os capitéis de concreto devem ter uma expectativa de vida útil mínima de 35 (trinta e cinco) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecidas.

NOTA:

XII. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

7.6 Garantia

O período de garantia dos materiais deve estar conforme a o estipulado na Ordem de Compra de Materiais (OCM), contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Se os materiais apresentarem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve ser estabelecido para todo o lote em questão. Durante esse período, as despesas com mão de obra relacionadas à retirada e instalação de equipamentos comprovadamente defeituosos de fabricação, bem como o transporte desses entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, serão de

7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa



Somente serão aceitos capitéis de concreto, em obras particulares, para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Devem ser provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Devem ser novos, com um período máximo de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de fabricação. Não serão aceitos, em hipótese alguma, materiais usados e/ou recuperados;
- c) Deve ser fornecida a (s) nota (s) fiscal (is), bem como os relatórios de ensaios de fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento conforme previsto nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

- XIII. A critério da Energisa, os capitéis de concreto poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica;
- XIV. A relação dos fabricantes homologados de capitéis de concreto pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7.8 Avaliação técnica do material

O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

- a) Catálogos e outras informações pertinentes;
- b) Desenho técnicos detalhado;

- c) Quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1.

O fornecedor deve apresentar uma cópia, em português, com medidas no sistema métrico decimal, dos desenhos a seguir relacionados:

- a) Tipo e código do fabricante;
- b) Vistas principais do material, mostrando a localização dos furos, dimensões e distâncias;
- c) Desenhos da armadura, por tipo de capitel. Nesses deve constar no mínimo, número de barras, tipo de aço empregado, diâmetro e comprimento das barras, afastamento da base e do topo e trespasses.
- d) Desenhos da embalagem para transporte, contendo dimensões, massa, detalhes para içamento, tipo de madeira e tratamento utilizado e localização do centro de gravidade.

Quando os capitéis de concreto propostos apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 2.

NOTAS:

- XV. Durante a consulta para aprovação dos desvios, estes devem ser claramente identificados e tratados como tal, tanto no texto quanto nos desenhos.
- XVI. As empresas Distribuidoras do Grupo Energisa não se responsabilizam pela fabricação dos equipamentos que não estejam em conformidade com a presente especificação técnica.

8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

O capitel de distribuição deve ser projetado e fabricado de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizado conforme

preconizado em projeto, conserve sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o prazo correspondente à sua vida útil projetada.

Quanto a condições ambientais, os capitéis de concreto serão divididos em 2 (duas) áreas:

- Classe 2 (CA II): para áreas fora do alcance do ambiente agressivo; e
- Classe 4 (CA IV): para utilização dentro da área do ambiente agressivos.

NOTA:

XVII. A agressividade ambiental está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas. São considerados áreas de ambiente agressivos, as áreas litorâneas de Sergipe e Paraíba, conforme NDU-027.

O capitel de concreto deve suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957.

8.1 Processo de fabricação

Todo o processo produtivo deve ser controlado para garantir a qualidade final do produto.

8.1.1 Materiais

Na fabricação dos capitéis de concreto os componentes devem ser verificados segundo as seguintes normas:

8.1.1.1 Cimento

O cimento deve estar em conformidade com a ABNT NBR 16697 e o consumo mínimo de cimento deve atender ao estabelecido na ABNT NBR 12655.



Ao ser armazenado, deve-se estocá-lo em local fechado, a fim de evitar a ação da água, umidade, extravio ou roubo. Deve-se atentar para a existência de goteiras ou vazamentos. Além disso, o cimento deve ser armazenado em pilhas, sobre estrados, sem contato com as paredes.

Em locais à beira-mar, é necessário prever proteção contra a umidade, cobrindo o lote com uma lona plástica (sem vedação completa), a fim de garantir a durabilidade do produto ensacado.

8.1.1.2 Agregado

Os agregados devem estar em conformidade com a ABNT NBR 7211, sendo sua dimensão máxima característica limitada ao menor valor entre um terço da espessura da parede do módulo de concreto e o cobrimento mínimo da armadura. No caso de peças reforçadas exclusivamente com fibras de aço, a dimensão máxima característica dos agregados deve ser limitada a um terço da espessura da parede do módulo.

NOTA:

- XVIII. Os agregados devem ser estocados de forma a evitar a contaminação e a mistura de materiais diferentes, e devem atender aos requisitos especificados na ABNT NBR 15577-1 em relação ao seu potencial de reatividade com álcalis do concreto. Deve-se adotar medidas preventivas específicas para cada caso.

8.1.1.3 Água

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser límpida, isenta de teores prejudiciais de sais, óleos, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas, além de não alterar a reologia do concreto, conforme os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 15900-1.

8.1.1.4 Aditivos



Os aditivos utilizados no concreto devem estar em conformidade com o estabelecido na ABNT NBR 11768-1. Além disso, o teor de íon cloro no concreto não pode exceder 0,15%, conforme especificado na ABNT NBR 11768-3.

NOTA:

XIX. Os aditivos devem ser armazenados em local abrigado de intempéries, umidade e calor, respeitando-se seu prazo de validade.

8.1.1.5 Adições

As adições, quando utilizadas, não devem conter elementos nocivos que possam influenciar negativamente na resistência, endurecimento, estanqueidade e durabilidade do concreto, nem provocar corrosão da armadura. Deve-se observar as normas ABNT NBR 12653, ABNT NBR 13956-1 e ABNT NBR 15894-1 para garantir a adequação das adições utilizadas.

8.1.1.6 Barras, fios e cordoalhas de aço utilizado para a armadura

As barras, fios e cordoalhas de aço utilizados para a armadura devem estar em conformidade com as normas ABNT NBR 7480, ABNT NBR 7481, ABNT NBR 7482 ou ABNT NBR 7483. No entanto, a característica de dobramento é dispensada para as barras longitudinais.

Os lotes devem apresentar homogeneidade quanto às suas características geométricas e devem estar livres de defeitos. Aços que apresentarem sinais de corrosão e oxidação, com redução de seção, serão rejeitados.

Ao serem armazenados, o aço deve ser protegido do contato direto com o solo, sendo apoiado sobre uma camada de brita ou vigas de madeira transversais aos feixes. Recomenda-se cobrir o aço com plástico ou lona para protegê-lo da umidade e de agentes agressivos.

8.1.2 Concreto



A dosagem e o controle tecnológico do concreto devem estar em conformidade com a ABNT NBR 12655.

Quanto à resistência à compressão do concreto, no período de 28 (vinte e oito) dias, ela não deve ser inferior a:

- Classe 2 (CA II): 25 MPa;
- Classe 4 (CA IV): 40 MPa.

NOTA:

XX. O fornecedor deve especificar o material utilizado por metro cúbico (m³), fornecendo as seguintes informações:

- Massa de água, em quilograma (kg);
- Massa de agregado miúdo, em quilograma (kg);
- Massa do agregado graúdo, em quilograma (kg);
- Dimensões do agregado graúdo, em milímetros (mm);
- Massa de cimento, em quilograma (kg).

8.1.3 Cura

A cura deve ser iniciada logo após a concretagem do capitel, podendo ser realizada com o auxílio de coberturas (lonas plásticas, exceto as de cor preta) colocadas sobre as formas ou outros processos equivalentes, até o momento da desforma, quando deve ser iniciada a cura definitiva.

Serão aceitos, as curas com água, cura térmica ou cura química, conforme ABNT NBR 8453-1.

8.2 Característica dimensional

Os capitéis de concreto devem ser definidos por:

a) Modelo:

- Isolador pedestal (IP): Conforme Desenho 1 e Tabela 1;
- Para-raios (PR): Conforme Desenho 2 e Tabela 1;
- Transformador de instrumentos (TC/TP): Conforme Desenho 3 e Tabela 1.

b) Dimensão nominal, em milímetros (mm);

c) Carga nominal, em Decanewton (daN);

d) Classe de agressividade ambiental (CAA), Classe 2 (CA II) e Classe 4 (CA IV).

Os capitéis de concreto devem possuir dimensões e características, conforme Desenho 1, admitindo-se as seguintes tolerâncias:

a) Comprimento nominal: ± 10 mm;

b) Dimensões transversais: $\pm 2,0$ mm;

c) Diâmetro dos furos: $\pm 1,0$ mm;

d) Dimensões entre furos: $\pm 2,0$ mm;

e) Demais tolerâncias são indicadas no padrão.

NOTA:

XXI. As tolerâncias não são acumulativas.

As armaduras longitudinais e transversais (estribos) devem ser dimensionadas conforme os esforços mecânicos atuantes, considerando inclusive as situações de manuseio e montagem.

Qualquer parte da armadura longitudinal e transversal, com exceção dos furos que não podem ter armadura exposta, deve ter cobertura de concreto com espessura mínima:

- Classe de Agressividade Ambiental (CA) II: 10 mm
- Classe de Agressividade Ambiental (CA) IV: 15 mm.

As extremidades da armadura longitudinal devem estar localizadas a 15 mm dos topos, admitindo-se uma tolerância de $\pm 5,0$ mm.

Os estribos devem ser distribuídos ao longo de toda o capitel, recomenda-se espaçamento máximo entre os estribos de 150 mm, necessariamente até as extremidades da armadura longitudinal.

As emendas das barras longitudinais devem atender às exigências da ABNT NBR 6118.

As armaduras longitudinais e transversais (estribos) devem ser dimensionadas para carga nominal, cargas de manuseio e montagem.

8.3 Acabamento e adensamento do concreto

Os capitéis de concreto devem apresentar superfícies externas lisas e ser isentos de ninhos de concretagem, trincas, rugosidades ou quaisquer defeitos prejudiciais.

NOTA:

XXII. São permitidas pequenas fissuras capilares, não orientadas segundo o comprimento do capitel e inerentes ao próprio material.

A armadura não deve ficar exposta. Não é permitido qualquer tipo de arremate (pintura, nata, argamassa etc.), com exceção aos considerados na identificação. A marca deixada pela junta da forma deve ser uniforme e lisa.

As bolhas e os vazios superficiais são aceitáveis até a profundidade de 3,0 mm, sendo permitida a distribuição aleatória em todas as superfícies. Acima deste valor deve ser feito tratamento da superfície do concreto do elemento estrutural, independentemente do diâmetro da bolha. O tratamento das bolhas e dos vazios superficiais não constitui motivo de rejeição.



São permitidos reparos durante o processo de fabricação, para recomposição da seção do capitel, desde que não haja:

- a) Implicações de natureza estrutural nem modificações na armadura;
- b) Descaracterização do alinhamento nem da planicidade da peça;
- c) Retração do concreto ou destaques superficiais.

O material de preenchimento deve ter resistência no mínimo igual à resistência do elemento estrutural.

O reparo executado deve ser comprovado por procedimento técnico que descreva o processo de reconstituição da seção do capitel.

O método ou processo de adensamento do concreto deve ser o mais adequado e compatível possível com as características da mistura (trabalhabilidade, consistência e segregação) e com as características e dimensões das armaduras, que pode ser por vibração interna ou externa, por centrifugação ou mesmo pela utilização de concreto autoadensável.

8.4 Identificação

O capitel de distribuição deve ser identificado com gravação diretamente no concreto, de forma legível e indelével, conforme Desenho 1. A identificação feita diretamente no concreto deve atender aos requisitos a seguir:

- a) Os caracteres devem ter entre 10 e 20 mm;
- b) A identificação deve ser gravada em baixo relevo, com profundidade entre 3,0 e 5,0 mm, de forma legível e indelével antes do endurecimento do concreto, na seguinte sequência:
 - Identificação da classe de agressividade ambiental (CA), quando se tratar de classe 2 (CA II) ou 4 (CA IV), conforme ABNT NBR 8453-1, com a nomenclatura a seguir:

- CA II: para Classe 2 (CA II);
- CA IV: para Classe 4 (CA IV);
- Número de série sequencial por tipo de capitel, reiniciando a cada ano;
- Carga nominal, em decanewton (daN);
- Nome ou marca comercial do fabricante;
- Data de fabricação (DD/MM/AAAA).

NOTAS:

- XXIII. Não sendo aceito, em hipótese alguma, identificação por placa.
- XXIV. Na identificação do capitel de distribuição não é necessária a indicação das unidades de medida.

8.5 Durabilidade

A durabilidade dos capitéis de concreto é a sua capacidade de resistir à ação das intempéries, ataques químicos, abrasão ou qualquer outro processo de deterioração; isto é, o capitel de distribuição durável deve conservar a sua forma original, qualidade e capacidade de utilização, quando exposto ao meio ambiente pelo período de vida útil projetada estabelecido nesta Especificação Técnica.

A qualidade do concreto deve atender aos ensaios comprobatórios do desempenho da durabilidade da estrutura frente ao tipo e ao nível de agressividade previsto em projeto, estabelecendo os parâmetros mínimos a serem atendidos, E estar em conformidade com o prescrito na ABNT NBR 12655, que trata da correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto.

8.6 Absorção de água

O teor de absorção de água pelo concreto do capitel, segundo as classes de agressividade ambiental não pode exceder os valores constantes na ABNT NBR 12655.

8.7 Característica mecânica

O capitel de concreto corretamente instalado deve suportar os seguintes esforços, quando ensaiado de acordo com a Figura 1:

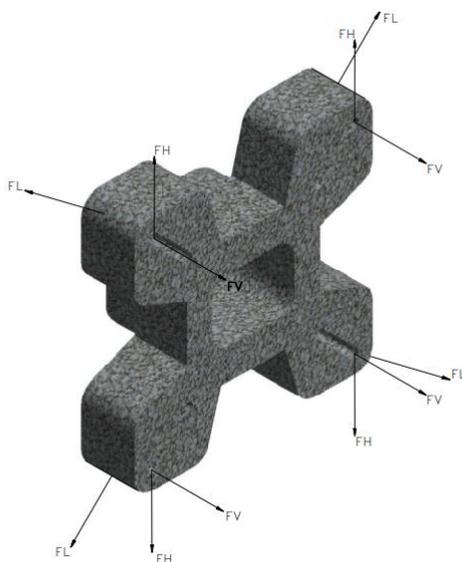


Figura 1 - Detalhe para execução do ensaio

Onde as cargas horizontais (FH), verticais (FV) e longitudinais (FL) devem ser iguais e estabelecidas na Tabela 1.

8.7.1 Elasticidade

Os capitéis de concreto submetidas a uma tração igual à carga nominal não podem apresentar flechas, no plano de aplicação das cargas, superiores a 1,5 % do comprimento medido do ponto de aplicação da carga ao ponto de fixação.

A flecha residual, medida depois que se anula a aplicação de um esforço correspondente a 140 % da carga nominal, no plano de aplicação dos esforços reais, não pode ser superior a 0,35 % do comprimento medido do ponto de aplicação da carga ao ponto de fixação.

Os capitéis de concreto submetidas a um esforço igual à carga nominal não podem apresentar fissuras medidas, por fissurômetro com lâminas, superiores a:

- Classe 2 (CA II): 0,3 mm;
- Classe 4 (CA IV): 0,2 mm.

As fissuras que aparecem durante o ensaio para a verificação da flecha residual, que prevê a aplicação do esforço correspondente a 140 % da carga nominal, devem fechar-se ou tornar-se capilares após a retirada desse esforço.

NOTA:

XXV. Todas as medições devem ser executadas por fissurômetro de lâminas.

8.7.2 Carga de ruptura (Cr)

A carga de ruptura (Cr) dos capitéis de concreto não pode ser inferior a 2 (duas) vezes a carga nominal.

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos à inspeção e ensaios em fábrica, conforme a esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa. O fornecedor deve comunicar à Energisa as datas em que os lotes estarão prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência mínima de:
 - 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
 - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer momento que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais estiverem sendo fabricados,



fornecendo as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor pode exigir certificados de procedência de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

- c) O fornecedor deve apresentar seu Plano de Inspeção e Testes (PIT) para aprovação da Energisa. O PIT deve indicar os requisitos de controle de qualidade para matérias-primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, além de uma descrição sucinta dos ensaios (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deve apresentar juntamente com o pedido de inspeção a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
- e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares aos especificados, podem ser aceitos se realizados em laboratórios oficialmente reconhecidos, com validade máxima de 5 (cinco) anos, e se a Energisa considerar que tais dados comprovam que os materiais propostos atendem ao especificado. Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, indicando claramente as datas de execução. A decisão final quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios só será válida por escrito.
- f) O fabricante deve dispor de pessoal e equipamentos necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, a aprovação prévia pela Energisa é necessária.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir



resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Na ocasião da inspeção, devem estar dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
 - Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo conforme a os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa sobre a qualidade do material e/ou da fabricação. Em tais casos, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.
- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.
- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.

- 
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção; caso contrário, correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
 - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
 - O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
 - O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

XXVI. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa do Brasil para se comunicarem com os representantes da Energisa durante as inspeções, em qualquer época e no local designado.

9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 6.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)

Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaios mecânicos, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de cobrimento e espaçamento da armadura, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de absorção de água, conforme item 9.3.5.

9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

São ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção geral, conforme item 9.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaios mecânicos, conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio de cobrimento e espaçamento da armadura, conforme item 9.3.4;
- e) Ensaio de absorção de água, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaios dos agregados, conforme item 9.3.6;
- g) Ensaio da água, conforme item 9.3.7;
- h) Ensaios de resistência à compressão, conforme item 9.3.8;

- i) Ensaios de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (slump test), conforme item 9.3.9;
- j) Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos, conforme item 9.3.10.

9.2.3 Ensaio especiais (E)

São ensaios especiais (E) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaios mecânicos, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de cobrimento e espaçamento da armadura, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de absorção de água, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaios dos agregados, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio da água, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaios de resistência à compressão, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaios de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (slump test), conforme item 9.3.9;
- h) Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos, conforme item 9.3.10;
- i) Ensaios de determinação da abrasão (Los Angeles), conforme item 9.3.11.

9.3 Descrição dos ensaios

9.3.1 Inspeção geral

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Acabamento, conforme item 8.3;
- b) Acondicionamento e transporte, conforme item 7.3;
- c) Identificação, conforme item 8.4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

9.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção, conforme:

- Isolador pedestal (IP): Conforme Desenho 1 e Tabela 1;
- Para-raios (PR): Conforme Desenho 2 e Tabela 1;
- Transformador de instrumentos (TC/TP): Conforme Desenho 3 e Tabela 1.

Constitui falha, se amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de qualquer dos requisitos.

9.3.3 Ensaios mecânicos

O fabricante deverá disponibilizar à Energisa, memorial de cálculo, registrado em órgão competente, através de Documento de Responsabilidade Técnica (DRT), que ateste que o sistema necessário à realização do ensaio de elasticidade (cabos, parafusos, ferragens, fundação da base de fixação do poste, sistema de fixação do mecanismo de aplicação da força) está dimensionado para suportar, no mínimo, de 7.500 daN.

Este ensaio deve ser realizado exclusivamente no capitel pronto e curado.

9.3.3.1 Ensaio de resistência a tração sob carga nominal

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7222.

Constitui falha se amostra apresentar, após os ensaios, as fissuras com valores medidos superiores aos estabelecidos no item 8.7.1.

9.3.3.2 Ensaio de resistência a tração sob carga de 140 %

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 7222.



Constitui falha se amostra apresentar, após os ensaios, as fissuras com valores medidos superiores aos estabelecidos no item 8.7.1.

9.3.3.3 Ensaio de resistência a tração na flexão

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 12142.

Constitui falha se amostra apresentar, após os ensaios, as fissuras com valores medidos superiores aos estabelecidos no item 8.7.1.

9.3.3.4 Ensaio de elasticidade

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8522-1

Constitui falha se amostra apresentar, após os ensaios, as fissuras com valores medidos superiores aos estabelecidos no item 8.7.1.

9.3.3.5 Ensaio de carga de ruptura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8451-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de ruptura do capitel com valores medidos inferiores aos estabelecidos no item 8.7.2.

9.3.4 Ensaios de cobrimento, espaçamento e afastamento da armadura

9.3.4.1 Ensaio de cobrimento da armadura

Este ensaio deve ser realizado no capitel pronto e curado.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8451-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar cobrimento que não satisfaçam os requisitos do item 8.2.

9.3.4.2 Ensaio de cobrimento da armadura nas extremidades

Este ensaio deve ser realizado no capitel pronto e curado.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8451-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar cobrimento nas extremidades que não satisfaçam os requisitos do item 8.2.

9.3.4.3 Ensaios de espaçamento e afastamento da armadura

Este ensaio deve ser realizado no capitel pronto e curado.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8451-3.

Constitui falha, se a amostra apresentar espaçamento e/ou afastamento que não satisfaçam os requisitos do item 8.2.

NOTA:

XXVII. Convém que os espaçadores, quando de argamassa ou concreto, atendam o mesmo requisito de absorção estabelecido para o capitel.

9.3.5 Ensaio de absorção de água

Este ensaio deve ser realizado no capitel pronto e curado.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8451-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de absorção de água superiores à:

- Classe de Agressividade Ambiental (CA) II:
 - Média: 5,5 %;
 - Individual: 7,0 %.
- Classe de Agressividade Ambiental (CA) IV:
 - Média: 4,0 %;

- Individual: 5,5 %.

9.3.6 Ensaios dos agregados

Todos os agregados utilizados na construção dos capitéis deveram ser ensaiados de acordo com as normas de referência.

9.3.6.1 Ensaio de absorção de água em agregados miúdos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16916 ou ASTM C128.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos se diferirem em $0,05 \text{ g/cm}^3$ para a determinação de densidade e $0,5\%$ para a determinação da absorção de água de agregados com absorção menor que $2,0\%$.

9.3.6.2 Ensaio de determinação da composição granulométrica

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17054 ou ASTM D5444.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de porcentagem retida individualmente diferirem mais que $4,0\%$ entre si.

9.3.6.3 Ensaio de inchamento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6467.

Não existe item reprobatório para ensaio. Deve ser apresentado certificado de ensaio constando os seguintes itens:

- Curva de inchamento, traçada em gráfico;
- Valor da umidade crítica;
- Valor do coeficiente de inchamento médio.

9.3.6.4 Ensaio de massa específica aparente

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16917 ou ASTM D7370/D7370M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos se diferirem em $0,05 \text{ g/cm}^3$ para a determinação de densidade e $0,7 \%$ para a determinação da absorção de água de agregados com absorção menor que $2,0 \%$.

9.3.6.5 Ensaio de massa unitária no estado solto e compactado

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16972.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos com diferenças superiores à 40 kg/m^3 para amostra submetida a ensaio, pelo mesmo operador, empregando o mesmo equipamento, em um curto intervalo de tempo e 125 kg/m^3 para amostra submetida a ensaio por dois operadores em laboratórios diferentes.

9.3.7 Ensaio da água

A água utilizada na construção dos capitéis deverá ser ensaiada de acordo com as normas de referência.

9.3.7.1 Ensaio de detergente

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15900-3 ou ASTM C1602/C1602M.

Constitui falha, se a amostra apresentar a presença de espuma após 2 (dois) minutos, após ao término do ensaio.

9.3.7.2 Ensaio de óleo ou gordura

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15900-3 ou ASTM C1602/C1602M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de traços visíveis de óleo ou gordura.

9.3.7.3 Ensaio de cor

Este ensaio não é aplicável à água recuperada de processos de preparação do concreto.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15900-3 ou ASTM C1602/C1602M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de aparência diferente de amarelo claro a incolor.

9.3.7.4 Ensaio de material sólido

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15900-3 ou ASTM C1602/C1602M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de materiais solúveis superiores à 50.000 mg/L.

9.3.7.5 Ensaio de odor

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15900-3 ou ASTM C1602/C1602M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de qualquer tipo de odores.

NOTA:

- XXVIII. Para água proveniente de recuperada de processos de preparação do concreto, esta devem apresentar leve odor de cimento e, onde houver escória, um leve odor de sulfeto de hidrogênio após a adição de ácido clorídrico.

9.3.7.6 Ensaio de ácidos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15900-3 ou ASTM C1602/C1602M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de PH inferiores à 5,0.

9.3.7.7 Ensaio de matéria orgânica

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15900-3 ou ASTM C1602/C1602M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de cor mais escura, quando comparado à solução-padrão.

9.3.8 Ensaio de resistência à compressão

Este ensaio deve ser realizado no concreto.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 12655.

Constitui falha, se a amostra apresentar não atendimento ao disposto no item 8.1.2, no que tange à compressão mínima do concreto.

9.3.9 Ensaios de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (slump test)

Este ensaio deve ser executado somente no concreto.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16889 ou ASTM C143/C143M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de 2 (duas) determinações consecutivas de desmoronamento ou deslizamento.

9.3.10 Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos

Este ensaio deve ser executado somente no concreto.

O ensaio deve ser executado conforme descrito na ABNT NBR 5739 ou ASTM D7012, e estar em conformidade com a ABNT NBR 5738.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de compressão inferiores à:

- Classe 2 (CA II): 25 MPa;
- Classe 4 (CA IV): 40 MPa.

9.3.11 Ensaio de determinação da abrasão (Los Angeles)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16974 ou ASTM C131/C131M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não atendimento ao disposto na ABNT NBR 16974 ou ASTM C131/C131M.

9.4 Relatórios de ensaios

Nos relatórios de ensaios devem constar todas as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação, além dos requisitos mínimos abaixo:

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
- d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
- e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
- f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- g) Identificação completa do material ensaiado;
- h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);
- i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;

- k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
- l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
- m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- n) Condições ambientes do local dos ensaios;
- o) Data de início e de término de cada ensaio;
- p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaios de tipo e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especiais deve seguir as orientações da ABNT NBR 6118 e demais normas indicadas.

Na ausência de orientações específicas, o ensaio deve ser realizado em 3 (três) amostras.

10.2 Ensaios de recebimento

É importante observar que amostras que tenham sido submetidas a ensaios de recebimento que possam ter afetado suas características elétricas e/ou mecânicas não devem ser utilizadas em serviço.

10.2.1 Inspeção geral e para o ensaio de elasticidade

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido nas Tabelas 4 e 5 para o produto acabado.



Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 500 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 150 ou 280 unidades.

10.2.2 Ensaios de carga de ruptura, cobrimento da armadura e absorção de água

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de ensaios de carga de ruptura, cobrimento da armadura e absorção de água deverá ser de 1 (um) capitel em cada 200 unidades de um mesmo lote, convenientemente subdividido em sublotes de 200 unidades.

NOTA:

XXIX. No caso de o lote não ser múltiplo exato de 200, fica dispensado do ensaio do sublote restante com número de unidades menor que 50. Em caso de número de unidade igual ou superior a 50, deve ser ensaiada 1 (uma) amostra adicional.

10.2.3 Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos e slump test

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na ABNT NBR 16886 ou ASTM C172/C172M.

10.2.4 Ensaios de agregados

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento deve seguir as orientações da ABNT NBR 16915 ou ASTM C702/C702M.

10.2.5 Ensaio da água

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na ABNT NBR 15900-2 ou ASTM C1602/C1602M.

10.3 Defeitos



Quando detectado um defeito, este deve ser classificado em uma das seguintes graduações: crítico, grave ou tolerável. Com base nos defeitos apresentados, o capitel deve ser classificado da seguinte forma:

- Capitel com defeito crítico: capitel que contém um ou mais defeitos críticos, podendo conter defeitos toleráveis e graves;
- Capitel com defeito grave: capitel que contém um ou mais defeitos graves, podendo conter defeitos toleráveis, mas não críticos;
- Capitel com defeito tolerável: capitel que contém um ou mais defeitos toleráveis, não contendo defeitos graves nem críticos;
- Capitel sem defeito: capitel isenta de qualquer defeito.

Em função dos critérios de aceitação e rejeição das Tabelas 2 e 3, o lote deve ser aceito ou rejeitado.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

11.1 Ensaios de tipo e especiais

Os ensaios de tipo e especiais serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

No caso de ocorrência de uma falha em um dos ensaios, o fabricante pode apresentar uma nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra também apresentar algum resultado insatisfatório, o material não será aceito.

11.2 Ensaios de recebimento

11.2.1 Inspeção geral, verificação dimensional, ensaio de elasticidade, ensaio de carga de ruptura, ensaio de cobrimento da armadura e ensaio de absorção de água

Os critérios para a aceitação ou a rejeição nos ensaios recebimento são:

- 
- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
 - b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras conforme item 10.2.1 e 10.2.2;
 - c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas encontradas em amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas unidades. O mesmo procedimento se aplica ao total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

11.2.2 Demais ensaios

Os critérios de aceitação e rejeição devem ser seguidos as orientações das normas de referência.

11.3 Defeitos

Os defeitos críticos e graves constituem falha ao atendimento aos requisitos constantes desta Especificação Técnica.

12 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

normas.tecnicas@energisa.com.br

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/09/2025	0.0	1ª edição.

14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/10/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

15 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica do capitel de concreto armado para subestação de distribuição



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Modelo	Classe de agressividade	Característica dimensional			Característica mecânica		
			Comprimento	Espessura	Furação coluna	Carga nominal (C _n)	Carga no limite elástico (C _{le})	Carga de ruptura (C _r)
			(mm)			(daN)		
690678	IP	II	500	250	240x190	500	700	1.000
690679	RP		500			400	560	800
690680	TC/TP		700			600	840	1.200

TABELA 2 - Grau de defeito para inspeção geral

	Crítico	Grave	Tolerável
Acabamento	Presença de: <ul style="list-style-type: none"> • Fratura; • Pintura; • Armadura aparente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de ninho de concretagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de reparos.
Dimensões (Anexos A e B da ABNT NBR 8451-2)	Não atendimento aos requisitos de: <ul style="list-style-type: none"> • Distância entre furos; • Simetria das seções. 	Não atendimento aos requisitos de: <ul style="list-style-type: none"> • Dimensões gerais; • Cotas da geometria da peça. 	Não atendimentos aos requisitos de: <ul style="list-style-type: none"> • Identificação fora de posição; • Comprimento da identificação fora do estabelecido.
Furação	<ul style="list-style-type: none"> • Diâmetro dos furos; • Falta de furos; • Alinhamento dos furos em relação à geometria da peça. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obstrução de furos. 	-
Identificação	<ul style="list-style-type: none"> • Falta das informações mínimas indicadas no item 7.5. 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Características gerais das informações mínimas fora do estabelecido no item 7.5.

NOTA:

- I. A classificação dos defeitos previstos nesta tabela deve ser realizada de acordo com os requisitos previstos nesta Especificação.

TABELA 3 - Grau de defeito para elasticidade

	Crítico	Grave
Flecha sob carga nominal	Valor acima do especificado em 7.8.1.	-
Flecha residual	Presença de fissura não capilar	Valor acima do especificado em 7.8.1.

TABELA 4 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaio de inspeção geral

Tamanho do Lote	Amostragem dupla normal Nível de inspeção I											
	NQA 1,5 % (Crítico)				NQA 4,0 % (Grave)				NQA 10,0 % (Tolerável)			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.			Seq.	Tam.		
2 a 25	-	8	0	1	-	3	0	1	1 ^a	3	0	1
									2 ^a		1	2
26 a 90	-	8	0	1	-	3	0	1	1 ^a	3	0	1
									2 ^a		1	2
91 a 150	-	8	0	1	1 ^a	8	0	2	1 ^a	5	0	3
					2 ^a		1	2	2 ^a		3	4
151 a 280	-	8	0	1	1 ^a	8	0	2	1 ^a	8	1	4
					2 ^a		1	2	2 ^a		4	5

Legenda:

Seq. - Sequência de ensaios das amostras;

Ac - número de aceitação;

Tam. - Tamanho das amostras;

Re - número de rejeição.

TABELA 5 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaio de elasticidade

Tamanho do lote	Amostragem dupla normal Nível geral de inspeção S3							
	NQA 1,5 % (Crítico)				NQA 4,0 % (Grave)			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.		
2 a 15	Única	8	0	1	Única	3	0	1
16 a 50	Única	8	0	1	Única	3	0	1
51 a 150	Única	8	0	1	Única	3	1	2
151 a 280	Única	8	0	1	Única	13	1	2

Legenda:

Seq. - Sequência de ensaios das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

Ac - número de aceitação;

Re - número de rejeição.

TABELA 6 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipos de ensaios
9.3.1	Inspeção geral	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Ensaio mecânicos	T / RE / E
9.3.4	Ensaio de cobrimento e espaçamento da armadura	T / RE / E
9.3.5	Ensaio de absorção de água	T / RE / E
9.3.6	Ensaio dos agregados	RE / E
9.3.7	Ensaio da água	RE / E
9.3.8	Ensaio de resistência à compressão	RE / E
9.3.9	Ensaio de determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (slump test)	RE / E
9.3.10	Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos	RE / E
9.3.11	Ensaio de determinação da abrasão (Los Angeles)	E

Legenda:

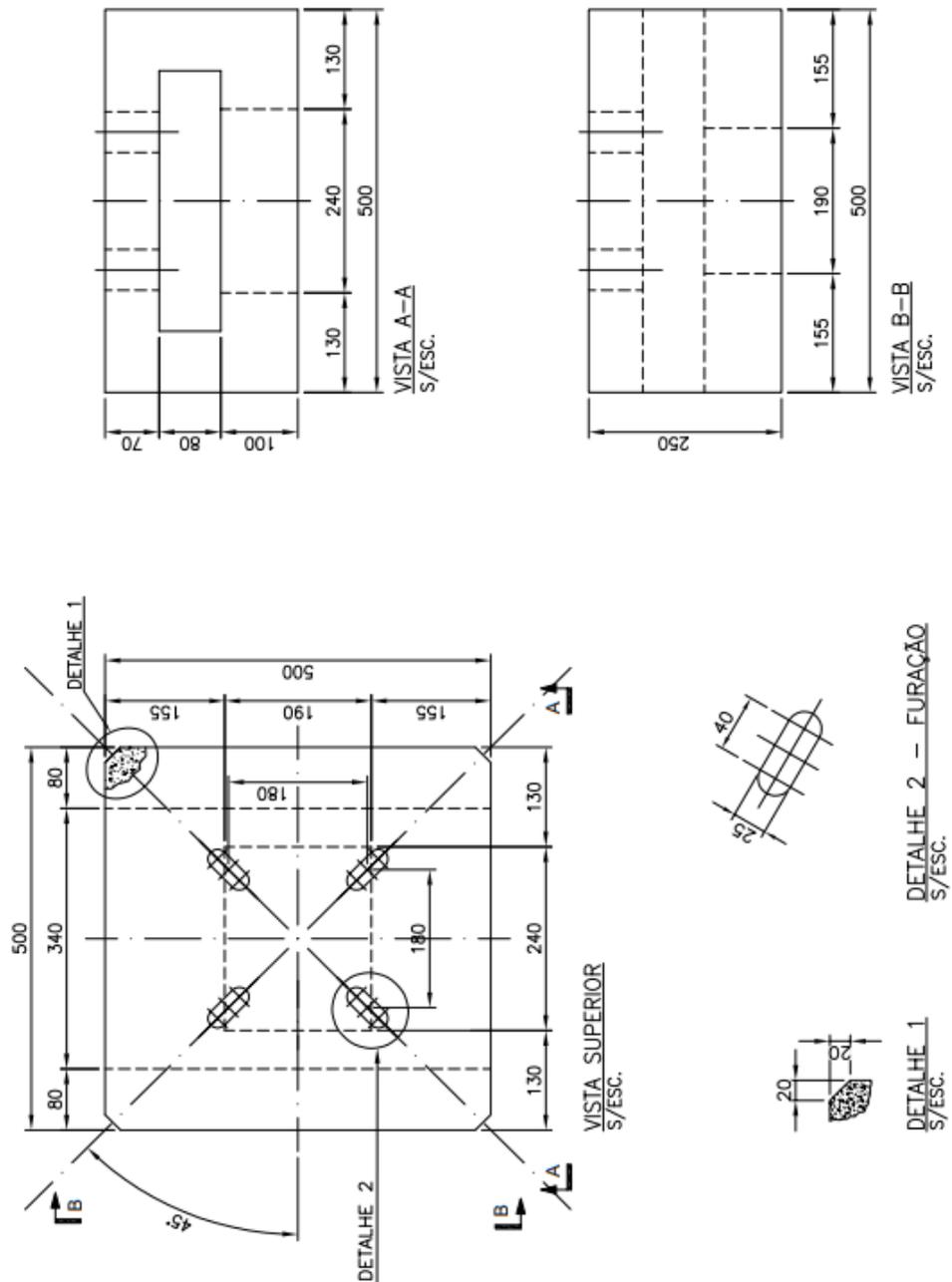
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 DESENHOS

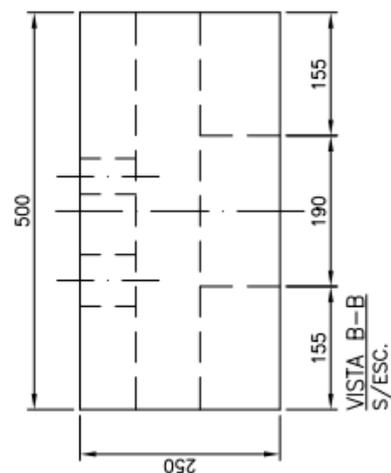
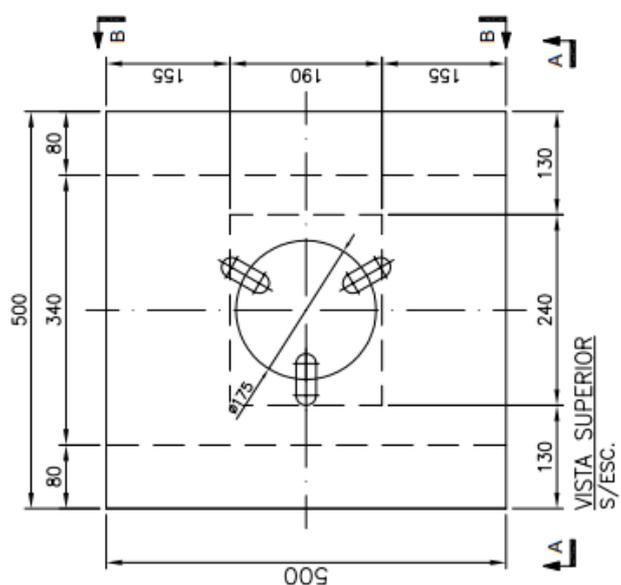
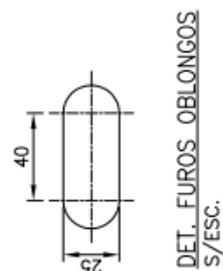
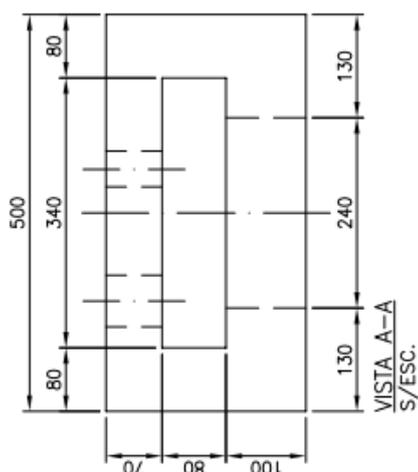
DESENHO 1 - Característica dimensional do capitel de concreto armado para isolador pedestal (IP)



NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

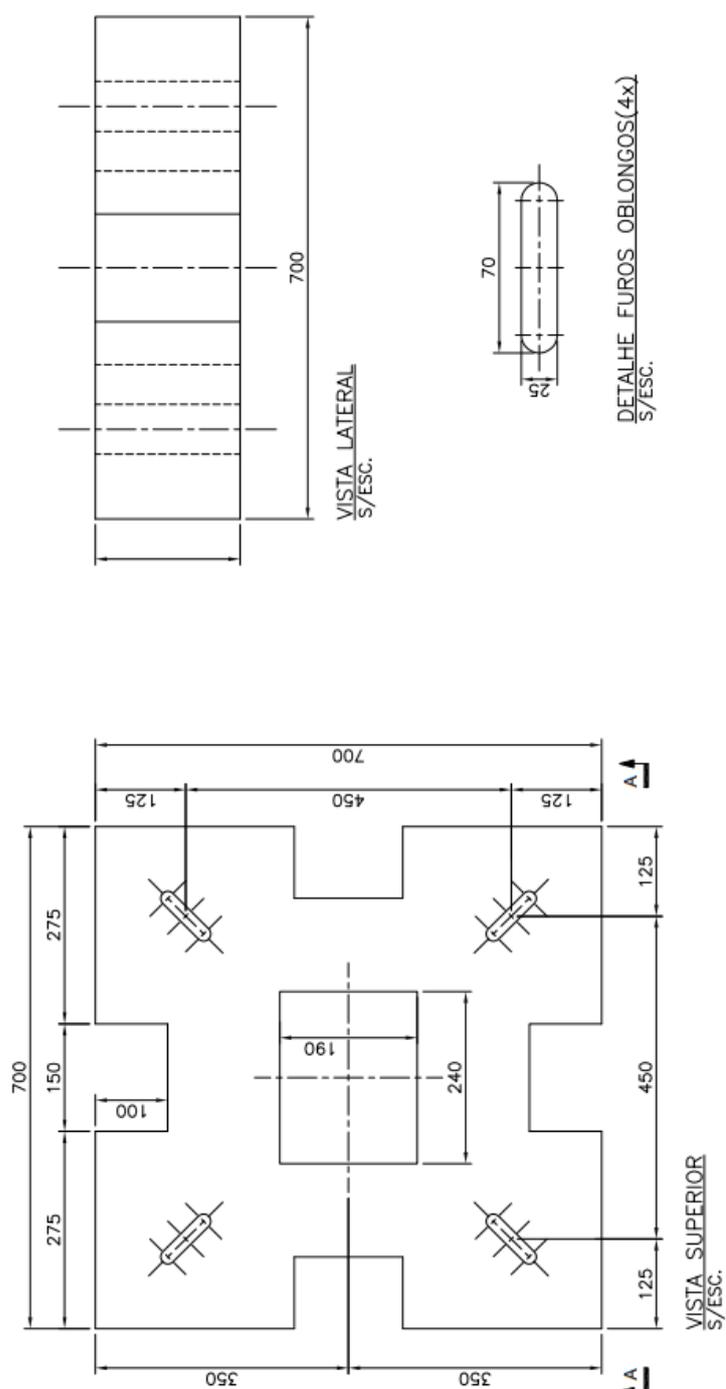
DESENHO 2 - Característica dimensional do capitel de concreto armado para para-raios (PR)



NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

DESENHO 3 - Característica dimensional do capitel de concreto armado para transformadores de instrumentos (TC/TP)



NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

17 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

CAPITEL DE CONCRETO ARMADO

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo/Modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Norma de referência (nacional ou internacional):	
4	Material:	
4.1	a) Fração por lote (m³):	
4.1.1	• Massa da água:	kg
4.1.2	• Massa de agregado miúdo:	kg
4.1.3	• Massa do agregado graúdo:	kg
4.1.4	• Massa do cimento:	kg
4.2	b) Aditivo:	
4.2.1	• Tipo:	
4.2.2	• Quantidade:	kg
4.3	c) Tipo de aço utilizado na armadura:	
5	Característica dimensional:	
5.1	a) Comprimento externo:	M
5.2	b) Comprimento interno:	
5.3	c) Conicidade (se aplicável):	mm/m
5.4	d) Massa total:	kg
6	Característica mecânica:	

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Características / Unidades
6.1	a) Carregamento nominal:	daN
6.2	b) Carregamento excepcional:	daN
6.3	c) Carregamento ruptura:	daN
7	Durabilidade ou Expectativa de vida útil:	anos
8	Embalagem:	
9	Transporte:	

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no quadro de dados técnicos e características garantidas;
- II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o quadro de dados técnicos e características garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;
- III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;
- IV. Todas as informações requeridas no quadro de dados técnicos e características garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

