

*Placa de concreto planas para estai e  
escoras de redes de distribuição até  
36,2 kV*

ESA | DENG | NRM-49 | 2023

# Especificação Técnica Unificada

## ETU - 168.1

Versão 1.0 - Agosto / 2023



## Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mecânicos mínimos exigidos para fornecimento de placas de concreto, para instalações como escoras ou estai de ancora, aplicáveis as linhas e redes aéreas de distribuição de baixa e média tensão (LDBT/LDMT), em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 1.0, datada de Agosto de 2023.

**Cataguases - MG. Agosto de 2023.**

**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-168.1

**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

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Tocantins (ETO)

**Antônio Maurício de Matos Gonçalves**

Energisa Acre (EAC)

**Jairo Kennedy Soares Perez**

Energisa Paraíba (EPB)

**Fabio Lancelotti**

Energisa Minas Rio (EMR)

**Juliano Ferraz de Paula**

Energisa Sergipe (ESE)

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso (EMT)

**Paulo Roberto dos Santos**

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia (ERO)

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

**Flavio Mendes Hirschmann**

Dir. Suprimentos Logística

# Sumário

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | OBJETIVO.....                                 | 8  |
| 2      | CAMPO DE APLICAÇÃO.....                       | 8  |
| 3      | OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....                | 8  |
| 4      | REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....                  | 8  |
| 4.1    | LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL .....     | 8  |
| 4.2    | NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS .....             | 10 |
| 4.3    | NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS .....          | 12 |
| 4.4    | NORMAS DO GRUPO ENERGISA .....                | 12 |
| 5      | TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES .....               | 13 |
| 5.1    | PLACA DE CONCRETO .....                       | 14 |
| 5.2    | ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO .....            | 14 |
| 5.3    | AFASTAMENTO DE ARMADURA .....                 | 14 |
| 5.4    | ARMADURA .....                                | 14 |
| 5.5    | ARMADURA PASSIVA .....                        | 14 |
| 5.6    | CARGA NOMINAL ( $C_N$ ) .....                 | 14 |
| 5.7    | CARGA DE RUPTURA ( $C_R$ ) .....              | 14 |
| 5.8    | CARGA NO LIMITE ELÁSTICO.....                 | 15 |
| 5.9    | COBRIMENTO.....                               | 15 |
| 5.10   | CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CAA) ..... | 15 |
| 5.11   | ESPAÇAMENTO .....                             | 15 |
| 5.12   | FISSURA .....                                 | 15 |
| 5.12.1 | Fissura capilar .....                         | 15 |
| 5.13   | FLECHA .....                                  | 15 |
| 5.13.1 | Flecha residual .....                         | 16 |
| 5.14   | REPARO.....                                   | 16 |
| 5.15   | ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....                  | 16 |
| 5.16   | ENSAIOS DE TIPO .....                         | 16 |
| 5.17   | ENSAIOS ESPECIAIS .....                       | 16 |
| 6      | HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....              | 17 |
| 7      | CONDIÇÕES GERAIS .....                        | 17 |
| 7.1    | CONDIÇÕES DO SERVIÇO .....                    | 17 |
| 7.2    | LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA .....         | 18 |
| 7.3    | ACONDICIONAMENTO .....                        | 18 |
| 7.4    | MEIO AMBIENTE .....                           | 20 |
| 7.5    | EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....                | 21 |
| 7.6    | GARANTIA .....                                | 22 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 7.7    | INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA .....    | 22 |
| 7.8    | AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL .....             | 23 |
| 8      | CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....                     | 24 |
| 8.1    | MATERIAIS .....                                 | 24 |
| 8.1.1  | Cimento .....                                   | 24 |
| 8.1.2  | Agregado .....                                  | 25 |
| 8.1.3  | Água .....                                      | 25 |
| 8.1.4  | Aditivos .....                                  | 25 |
| 8.1.5  | Adições .....                                   | 26 |
| 8.1.6  | Aço em barras e em telas soldadas .....         | 26 |
| 8.1.7  | Concreto .....                                  | 26 |
| 8.2    | CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....              | 27 |
| 8.3    | ACABAMENTO .....                                | 28 |
| 8.4    | IDENTIFICAÇÃO .....                             | 28 |
| 8.5    | CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS .....                 | 29 |
| 8.5.1  | Elasticidade .....                              | 29 |
| 8.5.2  | Fissura .....                                   | 29 |
| 8.5.3  | Carga de ruptura ( $C_r$ ) .....                | 30 |
| 8.6    | CURA .....                                      | 30 |
| 9      | INSPEÇÃO E ENSAIOS .....                        | 30 |
| 9.1    | GENERALIDADES .....                             | 30 |
| 9.2    | RELAÇÃO DE ENSAIOS .....                        | 34 |
| 9.2.1  | Ensaio de tipo (T) .....                        | 34 |
| 9.2.2  | Ensaio de recebimento (RE) .....                | 34 |
| 9.2.3  | Ensaio especiais (E) .....                      | 35 |
| 9.3    | DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS .....                     | 35 |
| 9.3.1  | Inspeção geral .....                            | 35 |
| 9.3.2  | Verificação dimensional .....                   | 35 |
| 9.3.3  | Ensaio de elasticidade com carga nominal .....  | 36 |
| 9.3.4  | Ensaio de elasticidade no limite elástico ..... | 37 |
| 9.3.5  | Ensaio de ensaio de ruptura ( $C_r$ ) .....     | 38 |
| 9.3.6  | Ensaio de cobrimento e espaçamento .....        | 38 |
| 9.3.7  | Ensaio de absorção de água .....                | 38 |
| 9.4    | RELATÓRIOS DOS ENSAIOS .....                    | 38 |
| 10     | PLANOS DE AMOSTRAGEM .....                      | 40 |
| 10.1   | ENSAIOS DE TIPO .....                           | 40 |
| 10.2   | ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....                    | 40 |
| 10.2.1 | Ensaio de absorção de água .....                | 40 |
| 10.2.2 | Ensaio de ruptura .....                         | 40 |
| 10.2.3 | Demais ensaios .....                            | 40 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 10.3 | ENSAIOS DE ESPECIAIS .....  | 40 |
| 11   | ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES .....   | 41 |
| 11.1 | DEFEITOS .....  | 41 |
| 11.2 | ENSAIOS DE TIPO .....   | 41 |
| 11.3 | ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....  | 41 |
| 12   | NOTAS COMPLEMENTARES .....  | 42 |
| 13   | HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....                            | 42 |
| 14   | VIGÊNCIA .....  | 43 |
| 15   | TABELAS .....   | 44 |
|      | TABELA 1 - Característica técnica das placas de concreto planas ..... | 44 |
|      | TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação .....         | 45 |
|      | TABELA 3 - Classificação dos defeitos .....                           | 46 |
|      | TABELA 4 - Relação de ensaios.....                                    | 47 |
| 16   | DESENHOS .....  | 48 |
|      | DESENHO 1 - Placas de concreto plana .....                            | 48 |
| 17   | ANEXOS .....  | 49 |
|      | ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas ..... | 49 |
|      | ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....                 | 51 |

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mecânicos mínimos exigíveis, para fabricação, ensaios e recebimento de Placa de Concreto Armado, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas de estais e escora de postes de distribuição, em linhas e redes aéreas de distribuição, com classe de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas, vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

### NOTA:

- I. Estes materiais têm seu uso proibido em linhas de distribuição de alta tensão (LDAT) e subestações de distribuição (SED).

## 3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete a 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 seguinte documento:

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

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, as placas 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
  - 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 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Resolução 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
- Norma Regulamentadora N.º 35 (NR-35), Trabalho em altura

## 4.2 Normas técnicas brasileiras

- 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 7211, Agregados para concreto - Especificação
- 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 8159, Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Padronização
- ABNT NBR 8451-3, Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica - Parte 3: Ensaio mecânicos, cobertura da armadura e inspeção geral
- ABNT NBR 8451-4, Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica - Parte 4: Determinação da absorção de água
- ABNT NBR 8453-1, Cruzetas de concreto armado e protendido para redes de distribuição de energia elétrica - Parte 1: Requisitos
- ABNT NBR 8453-3, Cruzetas de concreto armado e protendido para redes de distribuição de energia elétrica - Parte 3: Métodos de ensaio
- ABNT NBR 9062, Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
- ABNT NBR 11768-1, Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Parte 1: Requisitos
- 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
- ABNT NBR 15900-1, Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos
- ABNT NBR 16697, Cimento Portland - Requisitos - Parte 1: Requisitos

### 4.3 Normas técnicas internacionais

- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- 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

### 4.4 Normas do grupo Energisa

- NDU-27, Critérios para utilização de equipamentos e materiais em área de corrosão atmosféricas

#### NOTAS:

- II. Todas as normas ABNT 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 (Energisa)
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- IEC - International Electrotechnical Commission

## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 6118, complementadas pelos seguintes termos:

## 5.1 Placa de concreto

Elemento estrutural pré-fabricado de concreto, classificado em função de seu formato e aplicabilidade.

## 5.2 Absorção de água por imersão

Processo pelo qual a água tende a ocupar os poros permeáveis de um corpo sólido poroso. Para os efeitos desta norma é também o incremento de massa de um corpo sólido poroso devido à penetração de água em seus poros permeáveis, em relação à massa em estado seco.

## 5.3 Afastamento de armadura

Distância entre barras longitudinais.

## 5.4 Armadura

Conjunto de barras de aço, fios e cordoalhas dispostos longitudinalmente e estribos de aço compondo a parte transversal ao eixo, sendo solidarizados por solda ou amarração.

## 5.5 Armadura passiva

Qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de pretensão, isto é, que não seja previamente alongada.

## 5.6 Carga nominal ( $C_n$ )

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

## 5.7 Carga de ruptura ( $C_r$ )

Carga que provoca o colapso do placas de concreto seja por ter ultrapassado o limite plástico da armadura ou por esmagamento do concreto.



A carga de ruptura é definida pela carga máxima registrada no aparelho de medida dos esforços.

## 5.8 Carga no limite elástico

Carga máxima de eventual utilização do elemento estrutural, correspondente a uma sobrecarga sobre a carga nominal. Nestas condições de carga, o limite elástico da armadura não é ultrapassado, garantindo-se após a retirada do esforço, o fechamento das fissuras, exceto as capilares e a flecha residual menor ou igual à máxima admitida.

## 5.9 Cobrimento

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

## 5.10 Classe de agressividade ambiental (CAA)

Classificação geral, para efeito de projeto, do tipo de ambiente no qual as placas de concreto serão instaladas.

## 5.11 Espaçamento

Distância entre estribos.

## 5.12 Fissura

Abertura na superfície do placas de concreto, na qual se pode distinguir a separação entre as bordas.

### 5.12.1 Fissura capilar

Abertura na superfície do placas de concreto menor do que 0,10 milímetros, com medição através de fissurômetro de lâminas de penetração, conforme ABNT NBR 8451-3.

## 5.13 Flecha



Medida do descolamento de um ponto em um determinado ponto provocado pela ação de uma carga.

### 5.13.1 Flecha residual

Flecha que permanece após a remoção da carga aplicada.

### 5.14 Reparo

Recomposição da seção do placas de concreto.

### 5.15 Ensaio de recebimento

O objetivo dos ensaios de recebimento é verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Estes ensaios devem ser executados sobre uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que foi submetido aos ensaios de rotina.

### 5.16 Ensaio de tipo

O objetivo dos ensaios de tipo é verificar as principais características de um material que dependem de seu projeto.

Os ensaios de tipo devem ser executados somente uma vez para cada projeto e repetidos quando o material, o projeto ou o processo de fabricação do material for alterado ou quando solicitado pelo comprador.

### 5.17 Ensaio especiais

O objetivo dos ensaios especiais é avaliar materiais com suspeita de defeitos, devendo ser executados quando da abertura de não-conformidade, sendo 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, via Web Supply, é uma obrigatoriedade a todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é de obrigação do fornecedor.

A homologação técnica é conforme os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidos conforme pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores no link abaixo:

<https://grupoenergisa.com.br/paginas/fornecedores/fornecedores.aspx>

## 7 CONDIÇÕES GERAIS

### 7.1 Condições do serviço

As placas 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:
  - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
  - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
  - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Umidade relativa do ar até 100 %;
- d) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- e) Vibrações insignificantes devido a causas externas ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

## 7.2 Linguagens e unidades de medida

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

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português.

### NOTA:

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

## 7.3 Acondicionamento

As placas de concreto deveram ser acondicionadas em grupos de até 100 (cem) unidades e massa brutas não superiores a 500 (quinhentos) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Os grupos devem ser formado por:
  - Base: até 10 (dez) unidade;
  - Altura: até 10 (dez) unidade.
- b) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada como intempéries, umidade, choques etc., e ao manuseio;
- c) A embalagem deve ser feita de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar uso de empilhadeiras, carro hidráulico ou ponte rolante;

d) O material da embalagem, em contato com as placas não deverá:

- Reter umidade;
- Aderir a ele;
- Causar contaminação;
- Provocar corrosão quando armazenado.

e) E demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do link:

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

NOTA:

VII. A embalagem quando confeccionada em madeira, a mesma:

- Devem ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA;
- Não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens.

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 do conteúdo (tipo/modelo, quantidade, dimensões (mm), capacidade mecânica (daN)etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

#### NOTAS:

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

## 7.4 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento das placas 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 das placas 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, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e dos subfornecedores.

O fornecedor deverá apresentar, quando utilizado madeira nas embalagens, o tratamento preservativo empregado e os efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte).

Não podem ser usados na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa:

- a) Amianto ou asbesto;
- b) Bifenilas Policloradas (PCB);
- c) Poluentes orgânicos persistentes (POPS), conforme Decreto Legislativo N.º 204, de 2004;
- d) Benzeno, conforme Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004.

As substâncias consideradas perigosas não poderão ser utilizadas em concentração acima da recomendada, conforme diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances) e WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment)

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas, devem se enquadrar aos padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

## 7.5 Expectativa de vida útil

As placas 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, baseada nos seguintes termos e condições:

- Não se admitem falhas, no decorrer dos primeiros 30 (trinta) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 31º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,5 % de falhas no fim do período de vida útil.

**NOTA:**

- X. 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, obedecido ainda o disposto na ordem de Compra de Material (OCM), será de 18 (dezoito) meses a partir da data de entrada em operação ou 24 (vinte e quatro) meses, a partir da entrega, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os materiais apresentem defeito ou deixem de atender os requisitos exigidos pela Energisa, um novo período de garantia de 12 (doze) meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor, para o lote em questão.

As eventuais despesas com mão-de-obra, decorrentes da retirada e instalação dos materiais comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destas peças entre almoxarifado Energisa e fabricante, correrão por conta do último.

## 7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

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

- a) Provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;

- b) Deverão ser novos, com período máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, placas usadas e/ou recuperadas;
- c) Deverá acompanhar a (s) nota (s) fiscal (is), bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta Especificação Técnica.

#### NOTAS:

- XI. A critério da Energisa, as placas 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;
- XII. A relação dos fabricantes homologados de placas de concreto pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

<https://grupoenergisa.com.br/paginas/fornecedores/fornecedores.aspx>

### 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) Apresentar o quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1;
- b) Apresentar desenho técnicos detalhado;
- c) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.

Quando as placas 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.

## 8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

As placas de concreto devem ser produzidas considerando os requisitos técnicos estabelecidos na ABNT NBR 9062, complementados pelos estabelecidos nesta especificação. Em caso de divergências, prevalecem os requisitos estabelecidos nesta especificação.

Quanto a severidade da poluição local do meio ambiente, os artefatos de concretos devem ser divididas em 2 (duas) classes distintas, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1:

- Classe leve ou classe 2 (CAA 2): para áreas de poluição leve ou muito leve; e
- Classe pesada ou classe 4 (CAA 4): para área de poluição média ou pesada.

### NOTAS:

- XIII. A agressividade do meio ambiente 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;
- XIV. São considerados áreas de ambiente agressivos, as áreas litorâneas de Sergipe e Paraíba, conforme NDU-027.

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

### 8.1 Materiais

Na fabricação das placas de concreto, os componentes devem ser verificados segundo as seguintes normas:

#### 8.1.1 Cimento

Deverá ser conforme a ABNT NBR 16697 e o consumo mínimo de cimento deve atender ao estabelecido na ABNT NBR 12655.

Ao ser armazenado, estocar em local fechado, para evitar a ação da água ou umidade, extravio ou roubo, atentando para existência de goteiras ou vazamento. Deverá ser armazenado em pilhas, sobre estrados, sem contato com as paredes.

**NOTA:**

XV. Em locais a beira mar, deve-se prever proteção contra umidade, cobrindo-se o lote com uma lona plástica (não vedar completamente), para garantir a durabilidade do ensacado.

### 8.1.2 Agregado

Deverá ser conforme 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 ou, no caso de peças reforçadas exclusivamente com fibras de aço, um terço da espessura da parede do módulo.

**NOTA:**

XVI. Os agregados devem ser estocados de forma a evitar a contaminação e 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. Devem proceder às medidas preventivas específicas para cada caso.

### 8.1.3 Água

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

### 8.1.4 Aditivos

Os aditivos utilizados no concreto devem atender ao disposto na ABNT NBR 11768-1 e o teor de íon cloro no concreto não pode ser maior que 0,15 %.

**NOTA:**

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

### 8.1.5 Adições

As adições, quando utilizadas, não podem conter elementos nocivos que influenciem negativamente na resistência, endurecimento, estanqueidade e durabilidade do concreto ou que provoquem corrosão da armadura, devendo ser seguidas as ABNT NBR 12653, ABNT NBR 13956-1 e ABNT NBR 15894-1.

### 8.1.6 Aço em barras e em telas soldadas

Devem ser conforme ABNT NBR 7480, ABNT NBR 7481, ABNT NBR 7482 ou ABNT NBR 7483, com exceção da característica de dobramento que é dispensada para as barras longitudinais.

Os lotes devem ter homogeneidade quanto às suas características geométricas e devem se apresentar sem defeitos. São rejeitados os aços que se apresentarem em processo de corrosão e oxidação, com redução de seção.

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

### 8.1.7 Concreto

A dosagem e controle tecnológico do concreto conforme a ABNT NBR 12655.

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

- 
- a) Classe de agressividade ambiental (CAA) 2: 25 MPa;
  - b) Classe de agressividade ambiental (CAA) 4: 40 MPa.

**NOTA:**

XVIII. Discriminar o material utilizado, no lote, por metro cúbico (m<sup>3</sup>), como:

- Massa de água, em quilograma (kg);
- Massa de agregado miúdo, em quilograma (kg)
- Massa e dimensões do agregado graúdo, em quilograma (kg)
- Massa de cimento, em quilograma (kg).

## 8.2 Características dimensionais

As placas de concreto devem possuir formato e dimensões conforme Desenho 1, admitem-se as seguintes tolerâncias:

- a) Comprimento:  $\pm 10$  mm;
- b) Dimensões transversais:  $\pm 2,0$  mm;
- c) Diâmetro dos furos, quando não indicado no padrão:  $\pm 1,0$  mm;
- d) Demais tolerâncias são indicadas no padrão.

**NOTA:**

XIX. As tolerâncias não são acumulativas.

O furo deverá ser cilíndrico, de forma que não cause dificuldades para passagem de parafusos ou pinos, com diâmetro de 19 mm ( $\pm 1$ ).

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 (CAA) 2: 10 mm;
- Classe de agressividade ambiental (CAA) 4: 15 mm.

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

### 8.3 Acabamento

As placas de concreto devem apresentar superfícies externas suficientemente lisas, sem ninhos de concretagem, armadura aparente, fendas ou fraturas (exceto pequenas fissuras capilares, não orientadas segundo o comprimento das placas de concreto, inerentes ao próprio material), não sendo permitidas pintura (exceto aquelas para identificar a condição de liberação das peças) nem cobertura superficial com o objetivo de cobrir ninhos de concretagem ou fissuras.

São permitidos reparos durante o processo de fabricação para recomposição da seção das placas de concreto, desde que:

- a) Não haja implicações de natureza estrutural nem modificação na armadura;
- b) Não se descaracterize o alinhamento nem a planicidade da peça;
- c) Não apresente retrações 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 das placas de concreto e com aprovação do consumidor.

### 8.4 Identificação



As placas de concreto devem ser identificadas com gravação diretamente no concreto, de forma legível e indelével, contendo:

- a) Nome ou marca comercial do fabricante;
- b) Data de fabricação (mês e ano);
- c) Comprimento nominal, em milímetros (mm);
- d) Resistência nominal, em decanewton (daN);
- e) Classe de agressividade ambiental:
  - CAA 2: para classe de agressividade ambiental (CAA) 2;
  - CAA 4: para classe de agressividade ambiental (CAA) 4.

## 8.5 Características mecânicas

### 8.5.1 Elasticidade

As placas de concreto submetidas a uma tração igual à carga nominal não podem apresentar flechas sob carga nominal, 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.

### 8.5.2 Fissura

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

- Classe de agressividade ambiental (CAA) 2: 0,3 mm;
- Classe de agressividade ambiental (CAA) 4: 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.

### 8.5.3 Carga de ruptura ( $C_r$ )

A carga de ruptura das placas de concreto não pode ser inferior a 2 (duas) vezes a carga nominal.

## 8.6 Cura

São aceitos as curas do concreto conforme ABNT NBR 8453-1:

- Cura com água;
- Cura térmica;
- Cura química.

# 9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

## 9.1 Generalidades

a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:

- 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 tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor



aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deverá 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 ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com validade máxima de 5,0 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.

Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. 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 somente terá validade por escrito.

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.

- 
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, 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. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, 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 de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
  - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer 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 assinada 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 ser 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:**

XX. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa para tratar com os representantes da Energisa, no local de inspeção, em qualquer época.

## 9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 4.

### 9.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de elasticidade com carga nominal, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de elasticidade no limite elástico, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de carga de ruptura, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de cobrimento e espaçamento, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de absorção de água, conforme item 9.3.7.

### 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) Ensaio de elasticidade com carga nominal, conforme item 9.3.3;

- d) Ensaio de elasticidade no limite elástico, conforme item 9.3.4;
- e) Ensaio de carga de ruptura, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaio de absorção de água, conforme item 9.3.7.

### 9.2.3 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de elasticidade com carga nominal, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de elasticidade no limite elástico, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de carga de ruptura, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de cobrimento e espaçamento, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de absorção de água, conforme item 9.3.7.

## 9.3 Descrição dos ensaios

### 9.3.1 Inspeção geral

Antes de serem efetuados os demais ensaios deve ser feita uma inspeção geral para verificar:

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

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

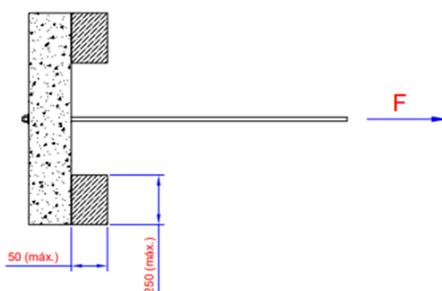
### 9.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais das placas de concreto, conformes Desenho 1 e Tabela 1.

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

### 9.3.3 Ensaio de elasticidade com carga nominal

A máquina de ensaio de tração deverá ser conectada a placa de concreto, por meio de um sistema de cabo de aço e haste ancora, conforme ABNT NBR 8159, Figura 4 (F-16), na direção perpendicular ao eixo da placa engastada para ensaio, conforme Figura 1.



*Figura 1 - Posicionamento da placa de concreto para o ensaio.*

O equipamento de medição de cargas (dinamômetro) deverá ser instalado entre a haste ancora e o sistema de cabo de aço.

Com a placa de concreto engastada, aplicar a carga nominal ( $C_n$ ), durante pelo menos 60 (sessenta) segundos. Retirar a carga vagarosa e continuamente até que o dinamômetro não indique qualquer esforço aplicado.

Após as verificações das condições do engastamento e decorrido pelo menos 60 (sessenta) segundos de repouso, estabelecer o ponto zero com auxílio de uma baliza para as subseqüentes medidas das fechas.

O estabelecimento do ponto zero é obtido da seguinte forma:

- 
- a) Medir, com auxílio de uma régua milimetrada ou trena métrica, a distância entre a baliza e um ponto situado no plano horizontal. Marcar o ponto escolhido;
  - b) Aplicar uma carga de modo contínuo, crescente e sem variações bruscas até o valor da carga nominal;
  - c) Manter a carga nesse valor por 3 (três) minutos. A fecha nominal deve ser medida após este intervalo de tempo. Verificar também neste intervalo de tempo a existência de fissuras com auxílio do fissurômetro de lâminas, anotando os resultados em uma planilha de ensaio.

A medida da fecha deve ser feita com auxílio de uma régua milimetrada ou trena métrica. Medir o deslocamento ocorrido entre o zero da baliza e o ponto de referência marcado no plano horizontal.

Constitui falha se a amostra apresentar:

- a) Valores medidos de elasticidade superiores aos estabelecidos no item 8.5.1;
- b) Presença de fissuras, rachaduras, danos irrecuperáveis ou ruptura da placa.

#### 9.3.4 Ensaio de elasticidade no limite elástico

O ensaio deve ser conforme item 9.3.2. Seguindo elevar a carga até o limite elástico (1,4 vez a carga nominal), mantendo nesse valor por 3,0 (três) minutos. Retirar a carga vagarosa e continuamente até que o dinamômetro não indique esforço aplicado.

Aguardar 3,0 (três) minutos e medir a fecha residual, com auxílio da régua milimetrada ou trena métrica, que corresponde ao deslocamento ocorrido entre o zero da baliza e o ponto de referência marcado.

A medida da fecha deve ser feita com auxílio de uma régua milimetrada ou trena métrica. Medir o deslocamento ocorrido entre o zero da baliza e o ponto de referência marcado no plano horizontal.

Constitui falha se a amostra apresentar:

- a) Valores medidos de elasticidade superiores aos estabelecidos no item 8.5.1;
- b) Valores medidos de fissuras superiores aos estabelecidos no item 8.5.2;
- c) Presença de danos irrecuperáveis ou ruptura da placa.

### 9.3.5 Ensaio de ensaio de ruptura ( $C_r$ )

Depois de concluído o ensaio de elasticidade e elasticidade no limite elástico, carregar novamente as placas de concreto de modo contínuo e crescente até a sua ruptura. O carregamento só deve cessar quando houver uma redução brusca da carga medida pelo dinamômetro ou célula de carga, que indique sua ruptura.

A carga de ruptura é definida pela carga máxima registrada no aparelho de medida dos esforços (dinamômetro ou célula de carga), independentemente do estado de fissuração da peça.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de tração de ruptura inferiores à 2 (duas) vezes o valor nominal.

### 9.3.6 Ensaio de cobrimento e espaçamento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8453-3.

Constitui falha se a amostra apresentar não atendimento as exigências do item 8.2.

### 9.3.7 Ensaio de absorção de água

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

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de absorção de água inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

## 9.4 Relatórios dos ensaios



Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- 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

O plano de amostragem para os ensaios de tipo deve seguir as orientações 3 (três) amostras para ensaio.

### 10.2 Ensaios de recebimento

#### 10.2.1 Ensaio de absorção de água

O plano de amostragem para os ensaios de ruptura deve seguir as orientações 4,0 (quatro) amostras a cada lote de 20 (vinte) unidades.

#### 10.2.2 Ensaio de ruptura

O plano de amostragem para os ensaios de ruptura deve seguir as orientações 1,0 (uma) amostra a cada lote de 20 (vinte) unidades.

#### 10.2.3 Demais ensaios

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 2 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 e 280 unidades.

As amostras que tenham sido submetidos a ensaios de recebimento que possam ter afetado suas características mecânicas não devem ser utilizados em serviço.

### 10.3 Ensaios de especiais

O plano de amostragem para os ensaios especiais deve ser formado por 2 (duas) unidades, coletadas aleatoriamente nas unidades da Energisa.

Se a amostra falhar em qualquer um dos ensaios especiais, deverá ser aberta de não-conformidade.

## 11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES

### 11.1 Defeitos

Em função dos critérios de aceitação e rejeição da Tabela 3, o lote deve ser aceito ou rejeitado.

Detectado um defeito, este deve ter uma graduação (crítico, grave ou tolerável). A partir dos defeitos apresentados, a placa deve ser classificada como a seguir:

- a) Placa com defeito crítico: São placa que contém 1,0 (um) ou mais defeitos críticos, podendo conter defeitos toleráveis e graves;
- b) Placa com defeito grave: São placa que contém 1 (um) ou mais defeitos graves, podendo conter defeitos toleráveis, mas não críticos;
- c) Placa com defeito tolerável: São placa que contém (um) ou mais defeitos toleráveis, não contendo defeitos graves nem críticos;
- d) Placa sem defeito: São placa isenta de qualquer defeito.

### 11.2 Ensaios de tipo

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

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório, os materiais não serão aceitos.

### 11.3 Ensaios de recebimento

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

- 
- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
  - b) Se apenas 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 Tabela 2;
  - c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

## 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](mailto:normas.tecnicas@energisa.com.br)

## 13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO



| Data       | Versão | Descrição das alterações realizadas  |
|------------|--------|--|
| 01/08/2023 | 1.0    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Desmembramento da ETU-168;</li><li>• Inclusão dos itens 4.3, 4.4, 5.1, 6, 7.8, 9.2.3, 10.3, 11.1; Anexos 1 e 2;</li><li>• Alteração dos itens 7.3, 7.6, 8, 8.1, 8.2, 8.4, 8.5, 8.6, 9.3 (total), 10 (total), 12.</li></ul> |

## 14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/01/2024 e revoga as documentações anteriores.

## 15 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica das placas de concreto planas



*Imagem meramente ilustrativa*

| Código Energisa | Modelo         | Tipo  | Classe de agressividade | Carregamento |                 |         | Dimensões |         |         |         |
|-----------------|----------------|-------|-------------------------|--------------|-----------------|---------|-----------|---------|---------|---------|
|                 |                |       |                         | Nominal      | excepciona<br>l | Ruptura | A (± 5)   | B (± 5) | C (± 5) | Ø (± 1) |
|                 |                |       |                         | (daN)        |                 |         | (mm)      |         |         |         |
| 90570           | Estai / Escora | Plana | II (2)                  | 1.600        | 2.240           | 3.200   | 600       | 200     | 100     | 19      |
| 90571           |                | Plana |                         |              |                 |         | 1.000     | 200     |         |         |
| 91671           | Estai / Escora | Plana | IV (4)                  | 1.600        | 2.240           | 3.200   | 600       | 200     | 100     | 19      |
| 91672           |                | Plana |                         |              |                 |         | 1.000     | 200     |         |         |

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação

| Tamanho do lote | <ul style="list-style-type: none"> <li>Inspeção geral;</li> <li>Verificação dimensional.</li> </ul> |    |    |                  |    |    |                       |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ensaio de elasticidade.</li> </ul> |    |    |                  |    |    |
|-----------------|---|----|----|------------------|----|----|-----------------------|----|----|---|----|----|------------------|----|----|
|                 | Amostragem normal simples<br>Nível de amostragem S1   |    |    |                  |    |    |                       |    |    | Amostragem normal simples<br>Nível de amostragem S3                       |    |    |                  |    |    |
|                 | NQA 1,5% - Crítico  |    |    | NQA 4,0% - Grave |    |    | NQA 10,0% - Tolerável |    |    | NQA 1,5% - Crítico  |    |    | NQA 4,0% - Grave |    |    |
|                 | Am  | Ac | Re | Am               | Ac | Re | Am                    | Ac | Re | Am  | Ac | Re | Am               | Ac | Re |
| até 150         | 8   | 0  | 1  | 13               | 1  | 2  | 8                     | 0  | 1  | 8   | 0  | 1  | 3                | 0  | 1  |
| 151 a 280       | 8   | 0  | 1  | 13               | 1  | 2  | 8                     | 0  | 1  | 8   | 0  | 1  | 13               | 1  | 2  |
| 281 a 500       | 32  | 1  | 2  | 20               | 2  | 3  | 8                     | 0  | 1  | 8   | 0  | 1  | 13               | 1  | 2  |

Legenda:

Am - Número de amostra;

Ac - número de aceitação;

Re - número de rejeição.

TABELA 3 - Classificação dos defeitos

| Ensaio        | Classificação dos defeitos  |   |  |
|---------------|---|---|--|
|               | Crítico   | Grave   | Tolerável  |
| Acabamento    | Presença de: <ul style="list-style-type: none"> <li>Fissura não capilar;</li> <li>Fratura;</li> <li>Pintura;</li> <li>Armadura aparente.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Presença de ninho de concretagem.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Obstrução do furo.</li> </ul>   |
| Dimensões     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de simetria do furo.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Obstrução de furos.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprimento da identificação fora do estabelecido.</li> </ul>                   |
| Identificação | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausência.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Erro de informação.</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Características gerais das informações mínimas fora do estabelecido.</li> </ul> |
| Elasticidade  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Trincas não capilares</li> </ul>   | -   | -  |

**NOTA:**

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

TABELA 4 - Relação de ensaios

| Item  | Descrição dos ensaios                     | Tipo de ensaio |
|-------|---|----------------|
| 9.3.2 | Verificação dimensional                   | RE             |
| 9.3.3 | Ensaio de elasticidade com carga nominal  | RE             |
| 9.3.4 | Ensaio de elasticidade no limite elástico | T / RE / E     |
| 9.3.5 | Ensaio de ensaio de ruptura (Cr)          | T / RE / E     |
| 9.3.6 | Ensaio de cobrimento e espaçamento        | T / E          |
| 9.3.7 | Ensaio de absorção de água                | T / RE / E     |

Legenda:

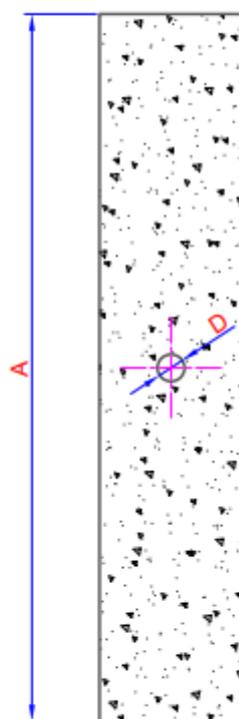
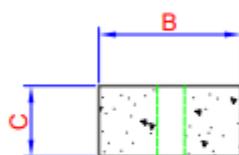
T - Ensaio de tipo;

Re - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

## 16 DESENHOS

### DESENHO 1 - Placas de concreto plana



#### NOTA:

- I. Os valores das cotas do desenho estão especificados na Tabela 1.

## 17 ANEXOS

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

#### PLACA DE CONCRETO PLANA

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:

| Item  | Descrição                             | Características / Unidades |
|-------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1     | Tipo/Modelo                           |                            |
| 2     | Código do material                    |                            |
| 2.1   | a) Código fabricante:                 |                            |
| 2.2   | b) Código Energisa:                   |                            |
| 3     | Material:                             |                            |
| 3.1   | a) Fração por lote (m <sup>3</sup> ): |                            |
| 3.1.1 | • Massa da água:                      | kg                         |
| 3.1.2 | • Massa de agregado miúdo:            | kg                         |
| 3.1.3 | • Massa do agregado graúdo:           | kg                         |
| 3.1.4 | • Massa do cimento:                   | kg                         |
| 3.2   | b) Aditivo:                           |                            |
| 3.3.1 | • Tipo:                               |                            |
| 3.3.2 | • Quantidade:                         | kg                         |
| 3.3   | c) Tipo de aço utilizado na armadura: |                            |
| 3     | Dimensional da placa:                 |                            |
| 3.1   | a) Comprimento:                       | mm                         |
| 3.2   | b) Largura:                           | mm                         |
| 3.3   | c) Altura:                            | mm                         |
| 3.4   | d) Massa total:                       | kg                         |
| 4     | Características mecânicas:            |                            |
| 4.1   | a) Carregamento nominal:              | daN                        |

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

| Item | Descrição                                | Características / Unidades |
|------|--|----------------------------|
| 4.2  | b) Carregamento excepcional:             | daN                        |
| 4.3  | c) Carregamento ruptura:                 | daN                        |
| 5    | Durabilidade (Expectativa de vida útil): | anos                       |
| 6    | Embalagem:                               |                            |
| 6.1  | a) Quantidade por embalagem:             |                            |
| 6.2  | b) Tipo de embalagem:                    |                            |
| 6.3  | c) Dimensões da embalagem:               | mm                         |
| 6.4  | d) Peso da embalagem                     | kg                         |

### 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.



