

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DA DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0062	DUTOS CORRUGADOS PARA INFRAESTRUTURA	1/25

1. FINALIDADE

Definir os requisitos mínimos exigíveis para a qualificação e para a aceitação dos dutos corrugados flexíveis em polietileno de alta densidade – PEAD, para redes subterrâneas primárias e secundárias do Sistema de Distribuição de energia elétrica da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos a toda Celesc D, fabricantes, fornecedores dos materiais, empreiteiras, empreendedores e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

O material especificado neste documento tem como base as recomendações contidas na Norma ABNT NBR 15715 – Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações – Requisitos e métodos de ensaio, e IEC-61386 (pares 1 e 24).

4. CONCEITOS BÁSICOS

Para os efeitos desta Especificação, serão adotadas as seguintes definições:

4.1. Conexão de Duto Corrugado

Acessório projetado para unir ou terminar um ou mais componentes de um sistema de dutos.



4.2. Fio Guia

Arame de aço galvanizado ou fio polimérico, destinado a fazer o puxamento do cabo guia.

4.3. Conjunto de Vedação

Acessórios utilizados em conjunto com a conexão, para vedar e isolar, garantindo a estanqueidade dos dutos corrugados. Para dutos corrugados de seção circular anelar, o conjunto é constituído de anel em borracha e, para dutos corrugados de seção circular helicoidal, é constituído por fita de vedação, ou mastique, em conjunto com a fita de proteção.

4.4. Conexão de Transição

Acessório destinado a unir barras ou rolos de dutos de mesmo diâmetro com diferentes perfis externos.

4.5. Diâmetro Externo Nominal – DN

Simple número que serve para classificar em dimensões os elementos do sistema de dutos (dutos, conexões e acessórios) e que corresponde aproximadamente ao diâmetro externo do duto em milímetros.

4.6. Diâmetro Externo Médio – d_{em}

Razão entre o perímetro externo do duto, em milímetros, medido em uma seção transversal do duto, pelo número 3,142, arredondado para 0,1 milímetro mais próximo.

4.7. Diâmetro Interno Médio – d_{im}

Média aritmética entre o maior e o menor diâmetro interno verificado em uma mesma seção do transversal do duto.

4.8. Duto

Este termo compreende parte de um sistema de cabeamento fechado de seção geral circular para condutores isolados e/ou cabos de instalação elétrica ou de comunicações, permitindo seu puxamento e/ou substituição, porém sem inserção lateral.



4.9. Duto Corrugado

Duto, de seção circular anelar ou helicoidal, cujo perfil é corrugado ao longo de seu eixo longitudinal, podendo ser composto por uma ou mais paredes.

4.10. Fita de Advertência

Fita de polietileno laminado plano, na cor amarela, com escrita de alerta em vermelho, utilizada sobre a canalização subterrânea como advertência contra acidentes, servindo para identificação do perigo.

4.11. Luva Emenda

Acessório destinado a unir barras ou rolos de dutos de mesmo diâmetro e mesmo perfil externo.

4.12. Tampão

Acessório de seção circular destinada ao tamponamento do duto corrugado.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

A aprovação dos documentos técnicos de um proponente só será efetivada se eles atenderem as exigências desta Especificação.

Os dutos devem ser dimensionados, utilizando como parâmetro o diâmetro interno médio (d_{im}) para cálculo da taxa de ocupação.

Para fornecimento, o fabricante deve ser cadastrado e o duto corrugado a ser fornecido, conforme esta Especificação, deve sofrer homologação conforme a E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto e estará sujeito a inspeção e ensaios pela Celesc D.

O certificado não garante a qualidade do processo de fabricação, devido a fatores inerentes ao processo que só podem ser analisados nos ensaios de recebimento do material, portanto, esse certificado não exime, sob hipótese alguma, a realização dos ensaios de recebimento e inspeção por parte da Celesc D.

Este certificado, quando solicitado, deve ser apresentado obrigatoriamente em conjunto com a proposta do lote em que for vencedora, na versão original ou em fotocópia autenticada.



5.1. Características Gerais

Os dutos corrugados devem ter a parede externa corrugada, com o objetivo de aumentar a flexibilidade da sua curvatura.

Os dutos abrangidos por esta Especificação são para uso embutido ou enterrado.

Os dutos corrugados devem ser fabricados por processo de extrusão e os acessórios podem ser fabricados por qualquer processo de conformação, desde que atendam aos ensaios desta Especificação.

Sua superfície interna e externa deve ser lisa, não podendo ter bolhas, trincas, fissuras, rebarbas ou escamas de qualquer tipo, estrangulamentos, descontinuidades da matéria-prima e/ou processo de fabricação ou outras irregularidades que possam causar abrasão e dificultar o deslizamento dos cabos em seu interior.

Não será permitida a utilização de materiais que sofreram reparação, tratamento ou pintura com o objetivo de dissimular defeitos.

Os dutos corrugados e acessórios devem ter coloração uniforme, preta, permitindo-se, entretanto, pequena variação de tonalidade, devido às diferenças normais de cor na matéria-prima. Não será admitido dutos corrugados de outras cores.

Os dutos corrugados devem ser fornecidos com, no mínimo, um conjunto de vedação em cada ponta. Quando fornecidos em rolos, devem apresentar a quantidade de conjuntos de vedação igual ao dobro do comprimento dividido por 25 metros. Caso de divisão não seja exata, deve-se utilizar o valor inteiro para a realização do cálculo da quantidade de conjuntos de vedação, acrescentando mais dois conjuntos.

O anel de vedação deve ser fabricado em borracha resistente a agentes agressivos como esgoto, agentes de limpeza e intempéries, e de acordo com o tipo de corrugação de cada duto.

Os dutos corrugados devem ser fornecidos com o fio guia passado e com as respectivas conexões de emenda.

O fio guia deve ser fabricado em aço zincado ou em material polimérico e deverá suportar uma carga de ruptura mínima de 500 N.

Os dutos corrugados e respectivos acessórios devem ser de polietileno de alta densidade – PEAD, resistente às intempéries, na cor preta, à exceção do anel de vedação. Aos acessórios



faculta-se a possibilidade de serem fabricados em PVC, cloreto de polivinila, também resistentes a intempéries.

O composto termoplástico deve ser preparado a partir de matéria-prima virgem, não sendo permitida a adição de material reaproveitado e ou reciclado.

Os dutos corrugados, fabricados conforme a Norma ABNT NBR 15715, devem ser compatíveis entre si, utilizando adaptadores de transição correspondente.

A fita de sinalização deve ser fabricada em polietileno de baixa densidade – PEBD, na cor amarela, com largura de 105 ± 10 milímetros e comprimento mínimo de 200 metros, e trazer os dizeres mostrados na figura 1, na cor vermelha, de forma legível e indelével, em intervalos médios de 50 centímetros, em toda a sua extensão; outras configurações devem ser submetidas à aprovação da Celesc D, por meio da Divisão de Engenharia e Normas – DVEN.

A fita deve ser fornecida junto e, no mínimo, na mesma quantidade dos dutos. Para aquisição da fita, deve ser utilizado o código de suprimento Celesc D: 20843.



Figura 1: Inscrições para a fita de sinalização

5.2. Identificação

Os dutos corrugados e acessórios devem se identificados externamente com as seguintes informações mínimas, marcadas de forma legível e indelével:

- a) nome ou a razão social do fabricante;
- b) a sigla “PEAD”, correspondente à identificação da resina à base de polietileno de alta densidade;
- c) diâmetro nominal “DN”;
- d) carregamento mínimo suportável “680 N”;
- e) tipo de uso “enterrado/embutido”;



- f) data (mês e ano) de fabricação;
- g) ABNT NBR 15715.

No caso do duto corrugado, as informações nas alíneas de “a” até “g” devem ser marcadas em intervalos regulares de, no máximo 1 m. Admite-se a ocorrência de, no máximo, 3 ausências da marcação não subsequentes a cada 25 m.

5.3. Dimensões e Tolerâncias

Os dutos corrugados devem atender as dimensões e tolerâncias indicadas na Tabela 1.

Os acessórios devem ter as dimensões e tolerâncias indicadas na Tabela 2.

É permitida a variação de 1% no comprimento do rolo.

A unidade de compra é o metro.

Tabela 1 – Características dimensionais dos dutos corrugados

Diâmetro externo nominal (DN)	Diâmetro externo médio mínimo (dem) (mm)	Diâmetro interno Médio (DI) mínimo (mm)	Diâmetro interno médio Equivalente (pol)	Código Suprimento Celesc D
50	50,0	37,0	1¼	15639
55	55,0	40,0	1½	23712
63	63,0	49,0	2	16084
90	90,0	72,0	3	1441
125	125,0	103,0	4	16225
155	155,0	125,0	5	17396
190	190,0	150,0	6	16227
250	250,0	200,0	8	17397

As conexões devem ser fabricadas com profundidade da bolsa ou comprimento da ponta para junta de vedação, de acordo com as dimensões indicadas na Tabela 2.



Tabela 2 – Características dimensionais dos acessórios tipo luva e tampão para dutos corrugados

Diâmetro externo nominal (DN)	Comprimento L mínimo (bolsa/ponta) (mm)	Código Suprimento Celesc D para Luva	Código Suprimento Celesc D para Tampão	Código Suprimento Celesc D para Luva de Transição para Duto Liso
50	35	17417	21449	16720
55	35	17418	17401	44557
63	35	17403	16414	16721
90	50	17404	16940	16722
125	70	17416	16595	16719
155	85	17405	17400	44560
190	110	17406	17399	15597
250	150	16939	17402	44561

5.4. Embalagem e Acondicionamento

Os dutos corrugados devem ser fornecidos em barras, com comprimentos múltiplos de 6 metros ou em rolos com comprimentos múltiplos de 25 m, ou conforme solicitação no processo de compra da Celesc D.

Os acessórios devem ser fornecidos com os respectivos anéis de vedação, de forma a garantir a estanqueidade da tubulação, com no mínimo um para o tampão e dois para a luva, em embalagens individuais identificadas contendo no mínimo as seguintes informações:

- a) nome ou a razão social do fabricante;
- b) identificação completa do conteúdo;
- c) tipo, quantidade;
- d) material do anel.

Os dutos corrugados fornecidos em rolos devem ser enrolados, formando volume cilíndrico, amarrados, de modo a evitar seu desamarre com o manuseio e tampado nas suas extremidades, as embalagens devem vir marcadas, no mínimo, com as seguintes informações:

- a) nome ou a razão social do fabricante;
- b) identificação completa do conteúdo, numeração do volume;



- c) tipo, quantidade, número do lote;
- d) massa (bruta e líquida) e dimensões do volume;
- e) nome do comprador (Celesc Distribuição S.A.);
- f) número do Contrato e do Pedido de Compra.
- g) Código Celesc D de suprimento do material.

As informações listadas acima também devem fazer parte da identificação das embalagens no qual são transportados os acessórios.

Tanto os volumes formados por rolos, quanto os formados por barras, devem receber as identificações descritas acima.

As identificações acima devem ser realizadas em placas metálicas de alumínio anodizado ou aço inox ou material polimérico, gravadas de forma legível e permanente e fixadas aos volumes de forma adequada. A tinta utilizada e o material polimérico das placas devem ser resistentes a intempéries e à ação da radiação ultravioleta. Não poderão ser utilizadas placas de papel e papel polimerizadas.

O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos volumes de dutos e anexar à Nota Fiscal uma relação descrita do conteúdo individual de cada um.

O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente ao despachante indicado pela Celesc D cópia da relação mencionada anteriormente.

Os dutos devem ser acondicionados:

- b) de modo adequado ao meio de transporte e ao manuseio;
- c) obedecendo aos limites de massa ou dimensões fixados pela Celesc D;
- d) na forma horizontal, deitados, podendo ser empilhados em até 5 unidades.

O transporte e as operações de descarga e armazenamento dos dutos corrugados e acessórios devem ser conduzidos de modo que estes não venham a sofrer choques ou atrito, não ficar



expostos a fontes de calor e agentes químicos agressivos, entrar em contato com corpos que possam afetar a integridade do material, afetando as suas propriedades mecânicas.

Durante a operação de descarga, os dutos corrugados e acessórios não devem ser lançados ao solo, devendo ser retirados cuidadosamente do veículo, devendo ser, preferencialmente, armazenados em local abrigado.

Para preservar a integridade do duto, nas operações de armazenamento, os cuidados descritos nos itens precedentes devem ser repetidos e acrescidos de outros:

- a) o local de estocagem deve ser limpo, seco, arejado e livre de objetos pontiagudos, perfurantes ou com arestas cortantes, de qualquer natureza;
- b) para evitar excesso de carga num só ponto dos rolos, dispô-los no sentido horizontal, sobrepostos em camadas, preferencialmente, de até 5 unidades;
- c) na estocagem, não submeter os rolos a choques violentos para evitar possíveis danos pouco perceptíveis visualmente;
- d) caso seja necessário estocar os dutos corrugados em pátios a céu aberto, expostos às intempéries, recomenda-se cobri-los com lona, para não acumular sujeiras e não ultrapassar 12 meses nessas condições.

5.5. Garantia

O período de garantia deverá ser de 24 meses, a contar da data de recebimento, para armazenamento em local abrigado e de, no mínimo, 12 meses para o material que for estocado a céu aberto.

5.6. Inspeção e Ensaio

5.6.1. Generalidades

5.6.1.1. Os dutos corrugados deverão ser submetidos à inspeção e ensaios na fábrica, na presença de inspetores credenciados pela Celesc D.

5.6.1.2. A Celesc D se reserva o direito de inspecionar e testar os dutos e acessórios durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso ao inspetor aos laboratórios e às



instalações onde o material em questão estiver sendo fabricado, fornecendo as informações desejadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedência de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

- 5.6.1.3. Antes de serem fornecidos os dutos corrugados, um protótipo de cada tipo deve ser aprovado, por meio da realização dos ensaios de tipo, previstos no inciso 5.6.2.
- 5.6.1.4. O material só será aprovado nos ensaios de tipo se todos os resultados dos ensaios de cada amostra forem considerados satisfatórios.
- 5.6.1.5. O fabricante deve dispor de pessoal próprio ou contratado, normas correspondentes e de aparelhagem, necessária à execução dos ensaios (em caso de contratação, deve haver aprovação prévia da Celesc D). No caso do envio para laboratórios externos a amostra para o respectivo ensaio deve ser realizada em duplicidade, sendo que uma amostra será retida, lacrada e identificada, adequadamente, a título de contraprova, por um período mínimo de 60 dias, a contar da data da entrega do resultado do referido ensaio.
- 5.6.1.6. O fabricante deve assegurar ao inspetor da Celesc D o direito de se familiarizar, em detalhes, com as instalações e os 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.
- 5.6.1.7. Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc. devem ter certificado de aferição emitido por instituições homologadas pelo INMETRO e válidos por um período de, no máximo, 1 (um) ano e por ocasião da inspeção, ainda dentro do período de validade, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento desta exigência.
- 5.6.1.8. A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
- a) não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer o equipamento de acordo com os requisitos desta Especificação;
 - b) não invalida qualquer reclamação posterior da Celesc D a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.

- 5.6.1.9. Após a inspeção dos dutos, o fabricante deverá encaminhar à Celesc D, por lote ensaiado, um relatório completo dos testes efetuados, em uma via, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela Celesc D. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos testes e os resultados obtidos.
- 5.6.1.10. 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 Celesc D.
- 5.6.1.11. Nenhuma modificação no duto corrugado deve ser feita *a posteriori* pelo fabricante sem a aprovação da Celesc D. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Celesc D, sem qualquer custo adicional.
- 5.6.1.12. A Celesc D poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os dutos corrugados estão mantendo as características de projeto, preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- 5.6.1.13. Para efeito de inspeção, os dutos corrugados deverão ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Celesc D.
- 5.6.1.14. O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- 5.6.1.15. A Celesc D se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados.

Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade da Celesc D, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção. Caso contrário, correrá por conta do fabricante.

- 5.6.1.16. Os custos da visita do inspetor da Celesc D (locomoção, hospedagem, alimentação, homem – hora e administrativos) correrão por conta do fabricante nos seguintes casos:
- a) se na data indicada na solicitação de inspeção o material não estiver pronto (chamada improdutiva);
 - b) se o laboratório de ensaio não atender às exigências do incisos 5.6.1., subincisos 5.6.1.5. e 5.6.1.6.;
 - c) se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;



- d) se o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

5.6.2. Ensaio de Tipo, Rotina e Recebimento

Tabela 3 – Ensaio de tipo, rotina e recebimento para dutos corrugados

Item	Ensaio		Metodologia
1	Inspeção visual e verificação dimensional	T/R	Inciso 5.6.4.
2	Verificação da resistência à compressão	T/R	NBR 15715
3	Verificação da resistência ao impacto	T/R	NBR 15715
4	Verificação da resistência a curvatura	T/R	NBR 15715
5	Verificação da resistência às influências externas	T	NBR IEC 60529
6	Verificação da estanqueidade da junta	R	Inciso 7.1.
7	Determinação do teor de negro de fumo e teor de cinzas	T/R	ISO 6964
8	Determinação do índice de fluidez	T/R	NBR 9023
9	Verificação da densidade a 23°C	T/R	NBR 14684
10	Determinação do tempo de indução oxidativa	T/R	NBR 14692
11	Verificação da dispersão de pigmentos	T	ABNT NBR ISO 18553

Nota 1:

T: Ensaio de Tipo;

R: Ensaio de Recebimento

O ensaio de indução oxidativa, item 10 da Tabela 3, para recebimento, também deverá ser realizado para o lote de matéria-prima, referente aos dutos que serão entregues à Celesc D, sendo que deve vir acompanhado de documentação comprovando a rastreabilidade da matéria-prima no processo.



5.6.3. Verificação Dimensional e Visual

5.6.3.1. Inspeção Visual

Realizar a verificação dos seguintes itens:

- a) as superfícies dos dutos e acessórios devem apresentar cor e aspecto uniformes e ser isentas de corpos estranhos, bolhas, fraturas de fundido, trincas, ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade de matéria-prima e/ou do processo de transformação que comprometam o desempenho do produto;
- b) acabamento dos dutos e acessórios;
- c) identificação dos dutos e acessórios;
- d) acondicionamento e identificação das embalagens finais.

5.6.3.2. Verificação Dimensional

Prepara-se uma amostra com 500 mm de comprimento, retirada de uma extremidade do duto. Descartando-se os primeiros 500 mm da extremidade escolhida, devem ser feitas quatro medições dos diâmetros interno e externo deslocadas de 45 graus umas das outras, nas duas extremidades da amostra. A média aritmética será o valor do diâmetro interno ou externo do duto. Essas medições devem ser feitas com paquímetro de bico longo. As dimensões do duto devem estar de conformidade com os valores constantes da Tabela 1.

5.6.4. Ensaio de Resistência à Compressão

Este ensaio deve atender a Norma da ABNT NBR 15715, sendo que os dutos corrugados devem suportar uma carga mínima de 680 N, aplicada a uma velocidade constante de $20,0 \pm 0,5$ mm/min, até o momento em que o duto atingir 95% de seu diâmetro externo.

Será considerado aprovado o duto que, ao sofrer deformação de 5% do diâmetro externo, não apresentar a ocorrência de fissuras, trincas ou estrangulamentos.

5.6.5. Ensaio de Resistência ao Impacto

Este ensaio deve ser realizado conforme a Norma da ABNT NBR 15715, para valores de energia segundo a Tabela 5.



Tabela 5 – Energia para os ensaios de impacto

Diâmetro externo nominal do duto DN mm	Massa do percussor kg (+1 -0) %	Altura de queda mm (+0 -1) %	Energia J
50	3	100	3
63 a 90	3	200	6
110 a 140	3	400	12
> 140	3	500	15

Será considerado aprovado o duto que não apresentar a ocorrência de fissuras, trincas que permitem a passagem de água ou luz visível a olho nu, e permitir a passagem de um gabarito esférico com diâmetro igual a 95% do diâmetro interno mínimo do duto.

5.6.6. Ensaio de Resistência à Curvatura

Este ensaio deve ser aplicado somente para dutos corrugados, fornecidos em rolos, e realizado conforme a Norma ABNT NBR 15715.

Será considerado aprovado o duto que não apresentar a ocorrência de quebras, trincas, fissuras e permitir a passagem de um gabarito esférico, com diâmetro de (95% +1 -0%) do diâmetro interno mínimo do duto corrugado, antes do dobramento.

5.6.7. Verificação da Resistência às Influências Externas

As juntas entre os dutos corrugados e as conexões devem apresentar grau de proteção às influências externas de classificação IP68.

A montagem das juntas deve ser realizada de acordo com as instruções indicadas no manual técnico do fabricante.

O ensaio de verificação da resistência às influências externas da junta deve ser realizado de acordo com a ABNT NBR IEC 60529.

5.6.7.1. Grau de Proteção – Ingresso de Objetos Sólidos Estranhos

O conjunto montado deve ser ensaiado de acordo com o ensaio apropriado da ABNT NBR IEC 60529, considerando o primeiro numeral característico de proteção do tipo 6 e os respectivos requisitos específicos do grau de proteção contra ingresso de objetos sólidos estranhos. Considerar invólucro de categoria 1.



O conjunto montado ensaiado deve ser considerado aprovado no ensaio se não houver penetração de poeira visível a olho nu, sem ampliação adicional.

5.6.7.2. Grau de Proteção – Penetração de Água

O conjunto montado deve ser ensaiado de acordo com o ensaio apropriado da ABNT NBR IEC 60529, considerando o segundo numeral característico de proteção do tipo 8 e os respectivos requisitos específicos contra a penetração de água.

O conjunto montado ensaiado deve ser considerado aprovado no ensaio se não houver penetração de água suficiente para formar uma gota visível a olho nu, sem ampliação adicional.

5.6.8. Ensaio de Estanqueidade da Junta

5.6.8.1. O duto corrugado deve ser ensaiado de acordo com o Anexo 7.1., a uma temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ e deve atender aos requisitos abaixo:

- a) vácuo parcial interno de 0,03 Mpa, durante 3 minutos, com variação inferior a 10% no diâmetro externo nominal;
- b) suportar pressão hidrostática interna de 0,05 MPa durante 5 minutos.

5.6.9. Determinação do Teor de Negro de Fumo e Teor de Cinzas para Dutos Corrugados

A parede externa do duto corrugado preto deve ser pigmentada com negro-de-fumo disperso, homogênea e adequadamente, e que contemple as seguintes características, ensaiado conforme ISO 6964:

- a) conteúdo do pigmento na massa do produto: $(2,5\pm 0,3)\%$;
- b) teor de cinza máximo: 0,2%.

5.6.10. Índice de Fluidez

Este deve apresentar um desvio máximo de $\pm 25\%$, quando comparado com o índice de fluidez medido no lote do composto utilizado na fabricação do duto corrugado.



O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 9023, ISO 1133 ou ASTM D-1238.

5.6.11. Densidade

O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 14684, devendo o corpo de prova a ser ensaiado abranger todas as camadas das paredes do duto.

A densidade do duto deve ser maior ou igual a $0,930\text{g/cm}^3$, à temperatura de $(23\pm 2)^\circ\text{C}$, para que o duto seja considerado aprovado no ensaio.

5.6.12. Determinação do Tempo de Indução Oxidativa

O tempo de indução oxidativa (OIT), que expressa a estabilidade térmica do duto corrugado, conforme ABNT NBR 14692, deve ser maior ou, no mínimo, igual a 20 min, quando ensaiado a 200°C . Este ensaio deve ser realizado para cada tipo de composto utilizado na fabricação do duto corrugado, nas respectivas camadas.

5.6.13. Dispersão de Pigmentos

A parede externa do duto corrugado deve ser submetida ao ensaio de dispersão de pigmentos, para que comprove uma dispersão que atenda a classificação máxima grau 3, quando ensaiado conforme a ABNT NBR ISO 18553.

5.6.14. Amostragem

Na amostragem para ensaio de aprovação do tipo, deverão ser retiradas, aleatoriamente, quatro amostras de cada tipo de duto corrugado, para cada ensaio.

Especificamente para o ensaio de OIT (inciso 5.6.12.), a amostragem deve ser representativa do lote e, em virtude das particularidades deste ensaio, a coleta das amostras deve ser realizada segundo a Tabela 6, porém com o valor duplicado em relação ao valor da 1ª amostragem.

Em caso de utilização de laboratórios externos, parte das amostras deverá ser lacrada, identificada e enviada para a Celesc D.

A inspeção de lotes de tamanho inferior a 16 unidades (barras ou bobinas) deve ser objeto de acordo prévio entre comprador e fabricante.



5.6.14.1. Verificação Dimensional e Visual

Os planos de amostragem e os critérios de aceitação e rejeição para verificação dimensional, da marcação e verificação visual, estão indicados na Tabela 6.

Tabela 6 – Plano de amostragem para exame visual e dimensional

Tamanho do lote	Tamanho da amostra		Número de unidades defeituosas			
	1ª amostragem	2ª amostragem	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Ac-1	Re-1	Ac-2	Re-2
26 a 90	8	8	0	2	1	2
91 a 150	13	13	0	3	3	4
151 a 280	20	20	1	4	4	5
281 a 500	32	32	2	5	6	7
501 a 1200	50	50	3	7	8	9
1201 a 3200	80	80	5	9	12	13
3201 a 10000	125	125	7	11	18	19

5.6.14.2. Ensaio Destrutivos

Quando o fabricante não comprovar a realização dos ensaios de estabilidade térmica (OIT) e do teor de negro de fumo, a Celesc D exigirá a realização desses ensaios.

Tabela 7 – Plano de amostragem para ensaios destrutivos

Tamanho do lote	Tamanho da amostra		Número de unidades defeituosas			
	1ª amostragem	2ª amostragem	1ª amostragem		2ª amostragem	
			Ac-1	Re-1	Ac-2	Re-2
4626 a 150	3	-	0	1	-	-
151 a 3200	8	8	0	2	1	2
3201 a 10000	13	13	0	3	3	4

5.6.15. Relatórios dos Ensaio

O relatório dos ensaios de recebimento deve ser constituído, no mínimo, de:

- a) número da AF;
- b) quantidade e tipos dos dutos do lote;
- c) resultados dos ensaios;



- d) referência a esta Especificação;
- e) data e assinatura do responsável pelos ensaios e do inspetor da Celesc D.

A não conformidade do duto corrugado com qualquer uma destas características que comprometa a sua qualidade determinará a sua rejeição.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Na aplicação desta Especificação pode ser necessário consultar:

- a) ABNT NBR 15715 – Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações – Requisitos;
- b) ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento;
- c) ABNT NBR 9023 – Termoplásticos – Determinação do índice de fluidez – Método de ensaio;
- d) ABNT NBR 9512 – Fios e cabos elétricos – Intemperismos artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta-B proveniente de lâmpadas fluorescentes – Método de ensaio;
- e) ABNT NBR 14684 – Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações – Determinação da densidade de plásticos por deslocamento;
- f) ABNT NBR 14685 – Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações – Determinação do teor de negro de fumo;
- g) ABNT NBR 14689 – Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações – Verificação da resistência ao impacto;
- h) ABNT NBR 14692 – Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações – Determinação do tempo de indução oxidativa;
- i) ABNT NBR 14693 – Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações – Verificação da resistência a compressão;



- j) ABNT NBR ISO 18553 – Método para avaliação do grau de dispersão de pigmentos ou negro de fumo em dutos, conexões e compostos poliolefínicos;
- k) ASTM D-1238 – Standard test method for melt flow rates of thermoplastics by extrusion plastometer;
- l) ISO 1133 – Plastics – Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-Flow rate (MVR) of Thermoplastics;
- m) ISO 6964 – Polyolefin pipes and fittings – Determination of carbon black content by calcination and pyrolysis – Test method;
- n) E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos (Especificação Celesc Distribuição S.A.);
- o) ABNT NBR IEC 60529 – Graus de proteção providos por invólucros.

7. ANEXOS

7.1. Ensaio da Estanqueidade da Junta

7.2. Controle de Revisões e Alterações

7.3. Histórico de Revisões



7.1. Ensaio da Estanqueidade da Junta

Este Anexo descreve o método de ensaio para verificação da estanqueidade da junta de vedação de dutos corrugados e suas conexões.

7.1.1. Aparelhagem

Para realização deste ensaio são necessários os seguintes equipamentos e conexões:

- a) fonte de vácuo e respectivo regulador, capaz de diminuir e manter a pressão negativa requerida, dotada de sistema de fechamento que isole a junta de vedação da fonte de vácuo;
- b) vacuômetro capaz de medir a pressão de ensaio com resolução mínima de 0,01MPa;
- c) equipamento de pressurização capaz de elevar e manter a pressão hidrostática interna requerida durante o ensaio;
- d) manômetro capaz de medir a pressão de ensaio, com resolução mínima de 0,01MPa;
- e) dispositivos que garantam o tamponamento dos corpos de prova, sem exercer esforço de tração ou compressão no sentido longitudinal do corpo de prova, e que possibilitem a purga de ar;
- f) dispositivo de ancoragem, tirantes, elementos de fixação e vedação que possibilitem a montagem e o acoplamento do corpo de prova aos equipamentos de pressurização e à fonte de vácuo e que resistam aos esforços resultantes da aplicação da pressão;
- g) dispositivo para achatamento do corpo de prova dotado de mecanismo de aproximação capaz de provocar a compressão diametral de 10 % do diâmetro externo do duto, sendo que as superfícies de contato com o corpo de prova devem ser planas, com largura de (100 ± 5) mm;
- h) dispositivo de flexão dotado de mecanismo que permita manter o corpo de prova flexionado em ângulo de 2° e que resista aos esforços resultantes da aplicação da pressão.



7.1.2. Preparação dos Corpos de Prova

7.1.2.1. Junta entre Dutos Corrugados

Os corpos de prova devem ser formados por um segmento contendo a bolsa e por outro contendo uma ponta. A luva de emenda, quando fornecida montada no próprio duto corrugado, é considerada bolsa deste.

Cada segmento deve ter um comprimento livre mínimo de 250 mm.

Com a bolsa e a ponta do duto corrugado, deve ser executada a junta de vedação conforme recomendações de seu fabricante.

7.1.2.2. Junta entre Dutos Corrugados e Conexões

Os corpos de prova devem ser constituídos por segmentos de duto corrugado com pontas e uma conexão com bolsa.

O segmento de duto corrugado deve ter comprimento livre mínimo de 250 mm.

Com o segmento de duto corrugado e a conexão, deve ser executada a junta de vedação conforme recomendações de seu fabricante.

7.1.3. Procedimento

7.1.3.1. Estanqueidade com Compressão Diametral

- 1) Fechar as extremidades do corpo de prova, conforme 7.1.1. “e” e fixá-lo conforme 7.1.1. “f”.
- 2) Apoiar os corpos de prova sob calços adequados, de modo que a junta de vedação não seja submetida à flexão durante o ensaio (ver Figura 2).
- 3) Acoplar o dispositivo de achatamento, conforme 7.1.1. “g” no segmento ponta do corpo de prova, a uma distância de (100 ± 10) mm a partir da extremidade da bolsa (ver Figura 2), ajustando-o para promover uma compressão diametral de 10% do diâmetro externo.

- 4) Acoplar o corpo de prova à fonte de vácuo e diminuir uniformemente a pressão no seu interior até atingir o valor especificado.
- 5) Isolar a fonte de vácuo do corpo de prova e verificar se houve variação de pressão no vacuômetro durante o tempo especificado.
- 6) Aliviar o vácuo e encher o corpo de prova com água, eliminando todo o ar de seu interior.
- 7) Acoplar o corpo de prova ao equipamento de pressurização.
- 8) Elevar, gradativamente e sem golpes, a pressão no interior do corpo de prova, em um intervalo de tempo de aproximadamente 1 min, até atingir a pressão especificada de ensaio, a qual deve ser mantida durante o tempo estabelecido. Caso haja diminuição da pressão requerida por motivo de dilatação do corpo de prova, ajustar o equipamento para que o valor requerido seja restabelecido.

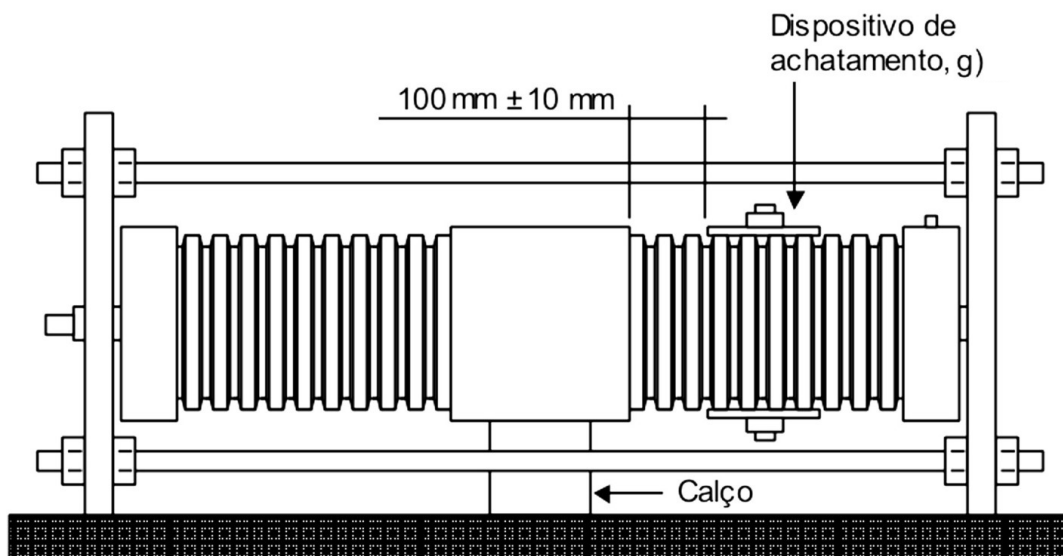


Figura 2: Ensaio de estanqueidade com Compressão Diametral

7.1.3.2. Estanqueidade com Flexão

- 1) Retirar o dispositivo de achatamento do corpo-de-prova.
- 2) Sem desmontar o conjunto, acoplar o dispositivo de flexão, conforme 7.1.1. “h”, na junta do corpo-de-prova (ver Figura 3), ajustando-o para promover um ângulo de flexão de 2°.
- 3) Repetir as etapas de 7.1.3.1. do item 4 ao 8.

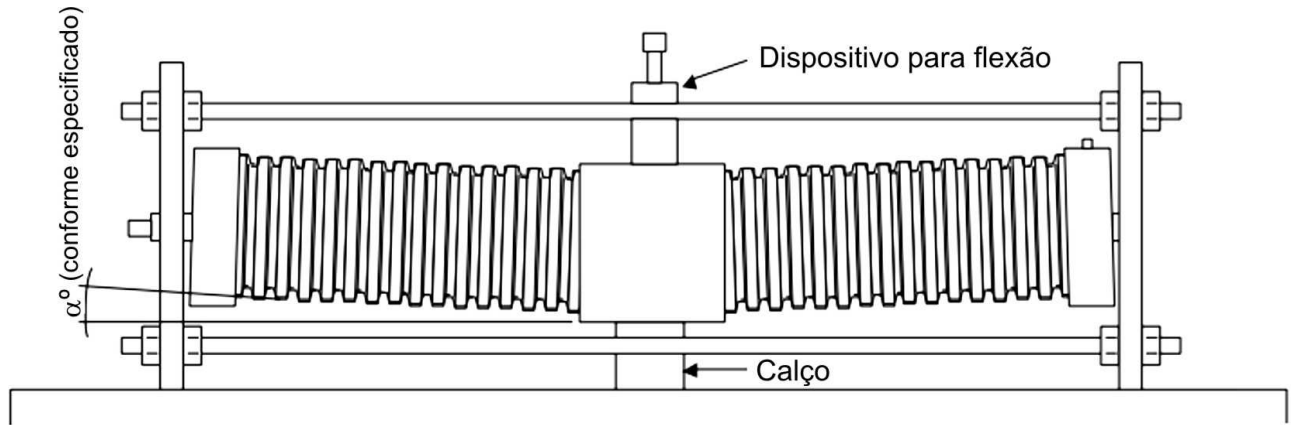


Figura 3: Ensaio de estanqueidade com Flexão

7.2. Controle de Revisões e Alterações

Tabela 8 – Histórico das revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO - DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	DTE 003/2011 – 6.1.2011	APD	GMTK	PNA
1	DDI 117/2013 – 20.12.2013	APD	GMTK	SLR
2	DDI 151/2019 – 1º.7.2019	MHO	GMTK	MAG
3	DDI 149/2022 – 26.9.2022	FMB	GMTK	ALK

Tabela 9 – Alterações realizadas nesta revisão

DETALHES DAS ALTERAÇÕES		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
4.3.	2	Inclusão de vedação para dutos corrugados de seção helicoidal.
4.9.	2	Inclusão de duto de seção helicoidal.
5.1.	4	Alteração de redação para incluir vedação de dutos helicoidais.
5.3.	6	Inclusão de códigos para luvas de transição para eletrodutos de face lisa.
5.6.2.	12	Incluído ensaios conforme nova versão da NBR 15715 2020, mantido ensaio de verificação da estanqueidade da junta conforme NBR 15715 2018.
5.6.6.	14	Alterado ensaio conforme NBR 15715 2020.
5.6.7.	14	Inserido ensaio de verificação da resistência a influências externas.
5.6.8.	15	Alteração da redação.
5.6.9.	15	Alterada redação para incluir novo documento normativo.
6.	18	Incluídos documentos normativos.
7.1.	20	Incluído procedimento para ensaio de estanqueidade de junta.



7.3. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
3ª	Setembro de 2022	4.3. Inclusão de vedação para dutos corrugados de seção helicoidal. 4.9. Inclusão de duto de seção helicoidal. 5.1. Alteração de redação para incluir vedação de dutos helicoidais. 5.3. Inclusão de códigos para luvas de transição para eletrodutos de face lisa. 5.6.2. Incluído ensaios conforme nova versão da NBR 15715 2020, mantido ensaio de verificação da estanqueidade da junta conforme NBR 15715 2018. 5.6.6. Alterado ensaio conforme NBR 15715 2020. 5.6.7. Inserido ensaio de verificação da resistência a influências externas. 5.6.8. Alteração da redação. 5.6.9. Alterada redação para incluir novo documento normativo. 6. Incluídos documentos normativos. 7.1. Incluído procedimento para ensaio de estanqueidade de junta.	DDI/DPEP/DVEN Fábio Machado Búrigo