ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

PROJETO DE INFRAESTRUTURA PARA REDE LÓGICA, ELETRICA E SPDA DO ESPETÁCULO DE VIDEO MAPPING NO SÍTIO ARQUEOLÓGICO DE SÃO MIGUEL ARCANJO, PATRIMÔNIO CULTURAL DA HUMANIDADE, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DAS MISSÕES/RS.

Proponente: **MUNICIPIO DE SÃO MIGUEL DAS MISSÕES**
SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO

Empreendimento: **Espetáculo de Projeção Mapeada**

Cidade: **São Miguel das Missões /RS**

Empresa Contratada:

BTS CONSTRUÇÕES LTDA

Responsável Técnico
Eng. Eletric. Sidnei da Silva Guerra
RNP1413772994
CREA 18528-0-D/MG

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Local da obra

2 Especificações de materiais elétricos

3 Especificação de materiais de rede lógica

4 Especificação de materiais SPDA

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A presente especificação tem a finalidade de descrever detalhadamente os materiais a serem utilizados na execução do PROJETO ELÉTRICO, REDE DE DADOS E SPDA, que irão compor as obras das instalações de INFRAESTRUTURA PARA REDE LÓGICA. ELETRICIDADE E SPDA para um UM PROJETO TÉCNICO ESTRUTURADO DE PROJEÇÃO MAPEADA para a fachada da Igreja de /são Miguel, localizada no sítio arqueológico homônimo e tombado pelo IPHAN, com uma área aproximada de de 90.557,62 m², tendo como critérios as orientações e especificações do Projeto de Vídeo e Som 10.02.26 V1, fornecido pela proponente.

As especificações de materiais e serviços, soluções técnicas adotadas, bem como suas justificativas, são necessárias ao pleno entendimento do projeto e complementando as informações contidas nos desenhos.

Eventuais dúvidas de interpretação deverão ser discernidas, antes da apresentação da proposta de execução da obra, com o departamento técnico da Prefeitura. A apresentação da proposta implica na aceitação indubitável do projeto executivo. Uma vez aceita a proposta, a contratação da obra e dos serviços deverá ser feita em conformidade com a lei de licitações (Lei 8.666/93) e suas atualizações.

1.1 Local da Obra

- ✓ Sitio Arqueológico de São Miguel das Missões
- ✓ Municipio de São Miguel das Missões – RS

2 Especificações de materiais elétricos

Segue abaixo as especificações dos materiais a serem empregados na execução das instalações elétricas do projeto BTS-LT 1008/26, des. 01/04 a 04/04.

2.1 Iluminação e tomadas

2.1.1 Lluminária Painel de LED 40W (Tipo Sobrepor)

Ideal para áreas internas onde não há forro de gesso, sendo fixada diretamente na estrutura.

- Potência Nominal: 40W
- Tipo de Instalação: Sobrepor (acompanha suporte metálico e parafusos de fixação).
- Tensão de Alimentação: Bivolt Automático (100V a 240V).
- Fluxo Luminoso Mínimo: 3.200 a 4.000 lumens (Eficiência luminosa ≥ 80 lm/W).
- Temperatura de Cor: 4000K (Branco Neutro).
- Índice de Reprodução de Cor (IRC): ≥ 70 (ou ≥ 80 para ambientes de trabalho intenso).
- Grau de Proteção (IP): IP20 (Uso estritamente interno).
- Ângulo de Abertura: 120°.
- Material de Fabricação: Corpo em alumínio (para dissipação térmica adequada) com acabamento em pintura epóxi branca. Difusor translúcido em policarbonato ou acrílico leitoso antiofuscante.
- Vida Útil Estimada (L70): ≥ 25.000 horas.
- Driver: Incluso (preferencialmente isolado, alojado internamente na própria luminária).

2.1.2 Refletor de LED 100W (Instalação Externa ao Tempo - H = 3,5m)

- Potência Nominal: 100W
- Tipo de Instalação: Externa (ao tempo). Fixação por alça metálica articulada (tipo "U") que permita ajuste de inclinação para direcionamento do facho luminoso.
- Tensão de Alimentação: Bivolt Automático (100V a 240V).
- Fluxo Luminoso Mínimo: 8.000 a 10.000 lumens (Eficiência luminosa ≥ 80 lm/W).
- Temperatura de Cor: 6500K (Branco Frio - indicado para áreas externas, de circulação ou segurança).
- Grau de Proteção (IP): IP66 (Totalmente protegido contra poeira e resistente a jatos de água potentes).
- Resistência a Impactos (IK): IK08 (Proteção contra impactos mecânicos externos).
- Ângulo de Abertura: 100° a 120°.
- Material de Fabricação: Corpo em alumínio injetado de alta resistência mecânica, com aletas traseiras dimensionadas para adequada dissipação de calor. Acabamento em pintura eletrostática resistente à corrosão e intempéries. Visor em vidro temperado transparente e sistema de vedação em silicone.
- Proteção Elétrica Adicional: Driver integrado com proteção contra surtos de tensão (DPS interno) de no mínimo 2kV a 4kV.
- Vida Útil Estimada (L70): ≥ 25.000 a 30.000 horas.
- Aterramento: Cabo de alimentação tripolar (Fase, Neutro e Terra), indispensável para o correto aterramento da carcaça e conformidade com as diretrizes da NBR 5410.

2.1.3 Tomada Industrial de Sobrepor 63A - 380V (3P+T) - Uso Externo

- Tipo de Equipamento: Tomada Industrial de Sobrepor (fixação em parede/painel).
- Corrente Nominal: 63 A.
- Tensão de Operação Nominal: 380V a 415V (Corrente Alternada - CA).
- Configuração dos Polos: 4 polos, sendo 3 Fases + 1 Terra (3P+T).
- Posição do Pino Terra (Padrão Relógio): 6h.
- Cor de Identificação: Vermelha (padrão normativo para a faixa de tensão de 380V a 415V).
- Grau de Proteção (IP): IP67 (Invólucro totalmente protegido contra a penetração de poeira e protegido contra os efeitos de imersão temporária em água), indispensável para instalação externa ao tempo.
- Material do Invólucro: Termoplástico de engenharia (Poliamida 6.6 ou equivalente), autoextinguível (não propaga chama), com alta resistência a impactos mecânicos, corrosão e raios UV.
- Material dos Contatos: Pinos e alvéolos em liga de cobre (latão) de alta condutividade.
- Sistema de Conexão: Bornes com terminais a parafuso. Por se tratar de 63A, deve possuir sistema de duplo parafuso para fixação segura dos cabos elétricos (bitolas maiores), evitando aquecimento por mau contato.
- Mecanismo de Travamento: Tampa com fechamento por rosca e anel de vedação em borracha/silicone para garantir a estanqueidade (grau IP67) quando a tomada não estiver em uso ou quando o plugue estiver acoplado.
- Normas de Referência: O produto deve atender integralmente às normas NBR IEC 60309-1 e NBR IEC 60309-2.
- Referência Comercial: Padrão Steck, linha Shock / Soprano / Weg ou qualidade equivalente que atenda às exigências normativas.

2.1.4 Tomada de Uso Geral (TUG) 10A - 250V (2P+T) - Padrão ABNT

- Componente: Módulo de tomada elétrica de embutir (compatível com suportes e placas 4x2" ou 4x4").
- Configuração de Polos: 2P+T (Fase, Neutro e Terra, ou Fase, Fase e Terra).
- Corrente Nominal: 10 A.
- Tensão Máxima de Operação: 250V (Corrente Alternada - CA).
- Padrão Geométrico: Padrão nacional brasileiro, em estrita conformidade com a norma NBR 14136 (alvéolos para pinos cilíndricos de Ø 4,0 mm).
- Material de Fabricação: Corpo do módulo, suporte e placa de acabamento injetados em material termoplástico de engenharia (como policarbonato ou ABS), autoextinguível (não propagante de chama) e resistente à degradação por raios UV.
- Material dos Contatos: Alvéolos internos e bornes de conexão em liga metálica de alta condutividade (latão ou bronze fosforoso), com alta elasticidade para manter a pressão de contato adequada sobre os pinos do plugue.
- Sistema de Conexão: Bornes traseiros com terminais fixados por parafusos imperdíveis, adequados para conexão segura de cabos flexíveis ou fios rígidos com seção transversal de até 4,0 mm².
- Grau de Proteção: IP20 (Uso interno em ambientes secos).
- Cor do Acabamento: Branca.
- Certificação Exigida: Selo de conformidade obrigatório do INMETRO.

2.2 INFRAESTRUTURA DE DUTOS E ELETRODUTOS

2.2.1 Duto Corrugado Flexível em PEAD para Uso Subterrâneo (DN 50mm a 100mm)

- Material de Fabricação: Polietileno de Alta Densidade (PEAD), garantindo excelente resistência mecânica, química e imunidade à corrosão por agentes presentes no solo.
- Aplicação: Infraestrutura subterrânea para proteção de cabos de energia elétrica, telecomunicações e sinalização (instalação diretamente enterrada ou envelopada em concreto).
- Diâmetros Nominais (DN): Referências comerciais abrangendo as bitolas de 50 mm (1.1/2"), 63 mm (2"), 90 mm (3") e 100/110 mm (4").
- Perfil Construtivo: Geometria anelar corrugada, que confere alta flexibilidade (permitindo curvas sem necessidade de conexões adicionais) e altíssima resistência à compressão diametral e a impactos.
- Cor e Identificação: Corpo na cor preta.
- Grau de Proteção e Vedação: O sistema (dutos + luvas) deve garantir estanqueidade contra a penetração de umidade, terra e raízes. As emendas devem ser feitas com luvas de pressão específicas de PEAD acompanhadas de anéis de vedação em borracha (borracha nitrílica ou EPDM), garantindo grau de proteção IP67 ou superior.
- Facilidade de Instalação: Deve ser fornecido de fábrica com fio-guia (fio de nylon ou poliéster) previamente inserido em seu interior, com resistência à tração adequada para facilitar o posterior puxamento da sonda e dos cabos.
- Norma de Referência: Fabricação e ensaios devem atender integralmente à norma ABNT NBR 15715 (Sistemas de dutos corrugados de polietileno para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações).
- Acondicionamento: Fornecido em rolos contínuos (tipicamente de 25m ou 50m, dependendo da bitola), minimizando a necessidade de emendas ao longo do trecho.

2.2.2 Eletroduto Rígido de Aço Galvanizado Eletrolítico - Tipo Pesado (Uso Interno)

- Material de Fabricação: Tubo de aço carbono, com costura, de seção transversal circular, livre de rebarbas internas que possam danificar a isolação dos condutores elétricos durante o puxamento.
- Tratamento Superficial (Proteção): Galvanização eletrolítica (zincagem a frio) aplicada externa e internamente, conferindo proteção contra oxidação. Adequado estritamente para uso interno e em ambientes secos, isentos de umidade excessiva ou gases corrosivos.
- Classificação Mecânica: Tipo Pesado (parede espessa), garantindo elevada resistência mecânica contra impactos, compressão diametral e esmagamento.
- Diâmetros Nominais (Bitolas): 3/4", 1", 1.1/4", 1.1/2" e 2".
- Comprimento Padrão: Barras fornecidas em comprimentos de 3,00 metros.
- Acabamento das Extremidades: Extremidades rosqueadas para garantir o acoplamento seguro e a continuidade elétrica do sistema de aterramento. A barra deve ser fornecida de fábrica acompanhada de 1 (uma) luva rosqueada em uma ponta e protetor plástico de rosca na extremidade oposta.
- Padrão de Rosca: Rosca tipo BSP (paralela) conforme norma ABNT NBR 5598, devendo o padrão ser unificado em todo o projeto.
- Normas de Referência: Fabricação, dimensões e ensaios mecânicos devem atender às diretrizes da norma ABNT NBR 13057 (cancelada, porém ainda utilizada comercialmente como referência dimensional para galvanizados eletrolíticos) ou as atuais normas da família ABNT NBR IEC 61386-1 e 61386-21 para sistemas de

eletrodutos rígidos de aço.

Notas Técnicas para Execução:

1. Curvas e Conexões: Todas as curvas, luvas, niples, buchas e arruelas utilizadas no sistema deverão ter o mesmo padrão de rosca, diâmetro e tratamento superficial (galvanização eletrolítica) dos eletrodutos.
2. Continuidade Elétrica: Sendo uma tubulação metálica, a rede de eletrodutos deve garantir a continuidade elétrica em todas as suas emendas e junções com caixas de passagem, sendo obrigatoriamente aterrada conforme as prescrições da ABNT NBR 5410.
3. Instalação: Por ser tipo pesado, é adequado para instalações aparentes (fixado por braçadeiras tipo "D", suportando tensões mecânicas elevadas.

2.2.3 Condulete Metálico de Alumínio Injetado com Rosca BSP - Tampa Cega (Uso Interno)

- Material de Fabricação (Corpo): Liga de alumínio silício injetado sob alta pressão, garantindo elevada resistência mecânica, ausência de porosidade e leveza. O interior deve ser totalmente liso e isento de rebarbas ou arestas cortantes que possam danificar a isolação dos condutores durante a enfiação.
- Aplicação: Caixas de passagem, derivação, ligação ou inspeção em redes de infraestrutura elétrica aparente (sobrepor), para uso estritamente interno e em ambientes secos.
- Diâmetros Nominais (Bitolas): Entradas dimensionadas para eletrodutos de 3/4", 1", 1.1/4", 1.1/2" e 2".
- Padrão de Rosca: Entradas rosqueadas no padrão BSP (Rosca Paralela), em conformidade com a norma ABNT NBR 5598, garantindo encaixe perfeito e continuidade elétrica com os eletrodutos de ferro galvanizado ou prensa-cabos.
- Formatos Construtivos (Vias): Disponível e a ser quantificado nas configurações de linha conforme o caminhamento da tubulação: Tipos C, T, X, L, LB, LL, LR e TB (ou múltiplo com saídas destacáveis, dependendo do fabricante).
- Conjunto da Tampa: Tampa cega fabricada em alumínio estampado ou injetado. A fixação ao corpo do condulete deve ser feita por meio de parafusos imperdíveis de aço tratado (zincado, bicromatizado ou inox), que suportem apertos sucessivos sem espanar.
- Grau de Proteção (IP): IP40 (padrão para uso interno sem guarnição).
- Acabamento Superficial: Acabamento natural (alumínio jateado ou usinado) ou revestimento em pintura eletrostática a pó na cor cinza (padrão Munsell N6.5), conferindo proteção adicional contra oxidação superficial.
- Normas de Referência: Fabricação, dimensões e ensaios mecânicos devem atender às diretrizes da norma ABNT NBR 15701 (Conduletes metálicos roscados e não roscados para sistemas de eletrodutos).

2.3 Quadros de comando e proteção:

2.3.1 **Quadro de Distribuição de Sobrepor - Uso Interno**

Indicado para abrigar disjuntores, contatores e demais componentes de proteção e manobra em ambientes abrigados.

- Tipo de Instalação: Sobrepor .
- Material de Fabricação (Invólucro): Chapa de aço carbono tratada (espessura mínima recomendada de chapa 18 ou 16 AWG, dependendo das dimensões do quadro).
- Grau de Proteção (IP): IP40 (ou superior), proteção adequada contra penetração de corpos sólidos maiores que 1mm, ideal para ambientes internos secos.

- Resistência a Impactos (IK): IK07 ou IK08.
- Tratamento e Acabamento: Tratamento anticorrosivo por fosfatização. Pintura eletrostática a pó (resina epóxi-poliéster), texturizada, na cor Cinza RAL 7032.
- Componentes Construtivos:
    - Porta Frontal: Abertura com ângulo mínimo de 120°, dobradiças embutidas ou externas e fecho rápido (tipo fenda ou lingueta).
    - Placa de Montagem: Em chapa de aço galvanizado ou pintada na cor laranja (RAL 2004), removível, para fixação dos componentes (trilhos DIN, canaletas, etc.).
    - Espelho Frontal (Placa Morta): Chapa metálica articulada ou parafusada, com recortes padronizados para exposição apenas das manoplas dos disjuntores, garantindo proteção contra toques acidentais em partes vivas (barramentos e bornes).
- Sistema de Aterramento: Pinos prisioneiros cobreados ou galvanizados na estrutura do quadro e na porta, para conexão da malha de aterramento através de cordoalha flexível.
- Normas de Referência: O conjunto (invólucro vazio) deve atender à ABNT NBR IEC 62208 e estar preparado para montagens em conformidade com as exigências da ABNT NBR 5410 e ABNT NBR IEC 61439-1/3.

2.3.4 Quadro de Distribuição de Sobrepor - Uso Externo (Ao Tempo)

Projetado para suportar intempéries, radiação UV e garantir total estanqueidade contra chuva e jatos d'água, protegendo os componentes elétricos em áreas não abrigadas.

- Tipo de Instalação: Sobrepor (fixação em parede ou estrutura metálica/poste).
- Material de Fabricação (Invólucro): Chapa de aço carbono com tratamento anticorrosivo severo (espessura mínima chapa 16 ou 14 AWG) ou termoplástico de alta resistência estrutural (como Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro - PRFV).
- Grau de Proteção (IP): IP65 (Proteção total contra acúmulo prejudicial de poeira e resistente a jatos d'água de qualquer direção).
- Resistência a Impactos (IK): IK09 ou IK10 (Alta proteção contra impactos mecânicos severos).
- Tratamento e Acabamento (para modelos metálicos): Tratamento anticorrosivo galvanizado ou por banho químico, seguido de pintura eletrostática a pó em resina 100% Poliéster (indispensável para evitar calcinação e degradação por raios UV). Cor Cinza RAL 7032.
- Características Específicas para Uso ao Tempo:
    - Teto Protetor (Pingadeira): O quadro deve possuir teto com inclinação ou abas excedentes (pingadeira) soldadas na parte superior, evitando o empoçamento e direcionando o escoamento da água da chuva longe da fresta da porta.
    - Vedação da Porta: Sistema de vedação contínua (sem emendas) em poliuretano injetado ou guarnição de EPDM ao longo de todo o perímetro da porta.
- Componentes Construtivos:
    - Porta Frontal: Abertura mínima de 120°, com sistema de fechamento por fecho lingueta com miolo tipo Yale (chave), garantindo segurança contra acesso de pessoas não autorizadas em áreas externas.
    - Placa de Montagem e Espelho: (Mesmas especificações de segurança contra toques acidentais exigidas no quadro interno).
    - Flanges de Entrada/Saída: Entradas de cabos (inferiores) devem ser dimensionadas para receber prensa-cabos que mantenham o grau de proteção IP65 do conjunto.
- Sistema de Aterramento: Pinos prisioneiros na base, porta e espelhos, indispensável

para a perfeita equipotencialização das massas metálicas expostas.
- Normas de Referência: ABNT NBR IEC 62208, além de estar apto a suportar as montagens elétricas baseadas nas diretrizes da ABNT NBR 5410 e ABNT NBR IEC 61439-1.

2.3.5 Disjuntores Termomagnéticos Padrão DIN (Até 100A)

- Tipo de Equipamento: Disjuntor termomagnético miniaturizado (padrão DIN).
- Aplicação: Proteção de circuitos elétricos de baixa tensão contra sobrecargas (disparo térmico) e curtos-circuitos (disparo magnético).
- Fixação: Encaixe rápido em trilho DIN metálico de 35 mm.
- Tensão Nominal de Operação (Ue): 230/400V ou 240/415V (Corrente Alternada - CA).
- Correntes Nominais (In): Calibres padronizados variando de 2A até 100A (ex: 10A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 63A, 80A, 100A), definidos no projeto unifilar.
- Número de Polos: Monopolar (1P), Bipolar (2P), Tripolar (3P) ou Tetrapolar (4P), conforme o diagrama unifilar.
- Curvas de Disparo:
    - Curva C (Padrão para uso geral): Disparo magnético entre 5 a 10 vezes a corrente nominal (In).
- Mecanismo de Operação: Manopla frontal com indicação visual de estado (LIGA/DESLIGA ou ON/OFF), mecanismo de disparo livre (desarma mesmo se a manopla for travada na posição ligada).
- Grau de Proteção: IP20 (nos bornes) e IP40 (no painel frontal após instalado no espelho do quadro).
- Material do Invólucro: Termoplástico de engenharia de alta resistência térmica, autoextinguível (não propaga chamas).
- Conexão Elétrica: Bornes tipo gaiola, adequados para receber cabos flexíveis (com terminais tubulares/ilhós) ou rígidos, com capacidade para bitolas de até 25 mm² (para disjuntores até 63A) e até 50 mm² (para disjuntores de 80A e 100A).

Especificação de Capacidade de Interrupção de Curto-Circuito (Icn / Icu)

- Capacidade de 3,5 kA (ou 4,5 kA)*:
  Todos os disjuntores de circuitos que não forem especificados deverão ter capacidade mínima de 3,5KA, sendo proibido o uso de disjuntores de 3KA.
- Capacidade de 6 kA: conforme indicado no diagrama unifilar;
- Capacidade de 10 kA: conforme indicado no diagrama unifilar;

Normas de Referência

- ABNT NBR NM 60898: Para disjuntores operados por pessoas não advertidas (uso residencial, predial e análogo) até 125A e capacidade de interrupção de até 10 kA.
- ABNT NBR IEC 60947-2: Para disjuntores de aplicação industrial (operados por pessoas qualificadas). Os produtos de 10 kA frequentemente ostentam dupla certificação (60898 e 60947-2). O produto deve possuir certificação do INMETRO (obrigatório para correntes até 63A).

2.3.6 Disjuntor Termomagnético em Caixa Moldada (MCCB) - 20kA e 25kA

- Tipo de Equipamento: Disjuntor termomagnético em caixa moldada (MCCB - *Molded Case Circuit Breaker*).
- Aplicação: Proteção de circuitos de distribuição em baixa tensão contra sobrecargas e curtos-circuitos em Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBT) e quadros de distribuição intermediários.
- Número de Polos: Tripolar (3P), conforme diagrama unifilar.
- Tensão Nominal de Operação (Ue): 380V, 400V ou 415V CA.
- Tensão Nominal de Isolação (Ui): Mínimo de 690V.
- Tensão Suportável de Impulso (Uimp): 8 kV (garantindo resistência contra surtos

transitórios na rede).

- Corrente Nominal (In): Calibres variáveis (tipicamente de 16A a 250A ou 400A, dependendo do *frame size* ou tamanho da carcaça do fabricante), conforme diagrama unifilar.
- Unidade de Disparo (Relé):
  - Térmico e magnético fixos.
- Material do Invólucro: Resina termoplástica de alto desempenho (SMC - *Sheet Molding Compound*), reforçada com fibra de vidro, com alta resistência térmica, mecânica e propriedades autoextinguíveis.
- Grau de Proteção: IP20 nos bornes e IP40 no painel frontal (manopla).
- Conexões: Terminais frontais preparados para conexão direta de barramentos de cobre ou cabos com terminais tipo olhal/compressão. Deve ser fornecido com separadores de fase (barreiras isolantes) originais de fábrica para instalação entre os bornes.
- Norma de Referência: O equipamento deve ser certificado e testado rigorosamente em conformidade com a norma ABNT NBR IEC 60947-2 (Disjuntores para uso industrial).

Especificação de Capacidade de Interrupção de Curto-Circuito (Icu / Ics)
A capacidade de interrupção deve ser validada conforme o nível de curto-circuito (Icc) calculado para o ponto específico da instalação (barramento do quadro):conforme indicação no diagrama unifilar.

- Capacidade de Interrupção Máxima (Icu) de 20 kA
  - Referência de Tensão: 20 kA em 380V/415V CA.
- Capacidade de Interrupção Máxima (Icu) de 25 kA
  - Referência de Tensão: 25 kA em 380V/415V CA.
- Capacidade de Interrupção em Serviço (Ics): O disjuntor deve possuir Ics equivalente a, no mínimo, 50% da Icu (Ics = 50% Icu), preferencialmente Ics = 100% Icu para garantir a integridade total do equipamento após atuar sob curto-circuito severo.

2.3.7 . DPS Classe I+II (Tipo 1+2) - 80kA

Este dispositivo oferece proteção combinada: atua contra surtos de alta energia decorrentes de descargas atmosféricas diretas (Classe I) e surtos induzidos (Classe II). Será instalado no Quadro Geral de Baixa Tensão (QDG.

- Classe de Ensaio: Classe I e Classe II (Tipo 1+2), conforme norma ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção primária de entrada (instalado no quadro principal/QDG).
- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): 80 kA por polo (referente à proteção Classe II).
- Corrente Nominal de Descarga (In - onda 8/20 µs): Mínimo de 40 kA por polo.
- Corrente de Impulso (Iimp - onda 10/350 µs): Mínimo de 12,5 kA por polo (podendo chegar a 25 kA dependendo do fabricante/linha para suportar impactos diretos, referente à proteção Classe I).
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V ou 320V em CA (adequado para redes 220V/380V).
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >= 1,5 kV a 2,0 kV (garantindo que o surto residual não danifique a fiação principal).
- Tecnologia Integrada: Combinação de Varistor de Óxido Metálico (MOV) de alta capacidade térmica e/ou Centelhador a Gás (GDT), blindado, sem exaustão de gases quentes para o exterior.
- Formato Construtivo: Base fixa para trilho DIN 35mm acoplada a cartucho (módulo) extraível/plug-in (facilita a substituição sem desconectar os cabos).
- Sinalização: Indicador visual mecânico de estado na face frontal (Verde = Operante / Vermelho = Falha/Fim de vida útil).

2.3.8 DPS Classe II (Tipo 2) - 40kA

Destinado à proteção contra surtos de tensão de origem atmosférica transmitidos indiretamente (indução) e surtos de manobra da rede elétrica. Será instalado nos quadros de distribuição internos.

- Classe de Ensaio: Classe II (Tipo 2), conforme ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção secundária, instalado em Quadros de Distribuição de Circuitos (QD) internos.
- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): 40 kA por polo.
- Corrente Nominal de Descarga (In - onda 8/20 µs): 20 kA por polo.
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V CA
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >=1,5 kV
- Tecnologia: Varistor de Óxido Metálico (MOV) com dispositivo de desconexão térmica interno.
- Formato Construtivo: Fixação em trilho DIN 35mm. Modelo com módulo/cartucho extraível (plug-in) para substituição rápida.
- Sinalização: Indicador visual local de status de operação (flag verde/vermelho). Opcionalmente, pode possuir contato auxiliar (NA/NF) para sinalização remota de queima do cartucho.

2.3.9 DPS Classe III (Tipo 3)

Este dispositivo realiza a proteção fina e residual, sendo instalado o mais próximo possível do equipamento sensível a ser protegido. Ele absorve os surtos residuais que passaram pelos DPS Classe I e II.

- Classe de Ensaio: Classe III (Tipo 3), conforme ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção fina (ponto de uso) para equipamentos eletroeletrônicos sensíveis (TI, automação, servidores, televisores). Instalado em caixas de tomadas, conduletes, painéis de automação ou incorporado a réguas de tomadas industriais.
- Tensão de Circuito Aberto (Uoc - onda combinada 1,2/50 µs e 8/20 µs): Mínimo de 6 kV (parâmetro principal de ensaio para Classe III).
- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): Geralmente entre 2,5 kA e 10 kA (limitada, pois a carga pesada do surto já foi atenuada nos quadros anteriores).
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V CA (para ligação fase-neutro ou fase-fase).
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >= 1,2 kV (nível bastante baixo para garantir a sobrevivência de placas eletrônicas sensíveis).
- Tecnologia: Uso combinado de Varistores (MOV), Centelhadores (GDT) e, em alguns modelos de alta performance, Diodos de Supressão de Tensão (TVS) e filtros EMI/RFI.
- Formato Construtivo: módulo estreito para trilho DIN (para proteção fina dentro de painéis de automação).
- Sinalização: Deve possuir LED ou aviso sonoro indicando fim de vida útil.

2.3.10 Contator de Potência Tripolar 18A - Bobina 220V (1NA + 1NF)

- Tipo de Equipamento: Contator Eletromagnético de Potência.
- Aplicação: Manobra e controle de cargas trifásicas, recomendado para acionamento de motores elétricos trifásicos (tipo gaiola de esquilo), resistências e painéis de iluminação.
- Polos de Potência: Tripolar (3 polos principais Normalmente Abertos - 3NA).
- Corrente Nominal (In): 18 A (Referência para Categoria de Emprego AC-3, suportando o fechamento e a interrupção da corrente de partida de motores).
- Tensão de Comando da Bobina (Uc): 220V CA (Corrente Alternada), operando em frequência de 50/60 Hz.
- Contatos Auxiliares Integrados: Possui bloco de contatos auxiliares incorporado com a configuração 1 NA (Normalmente Aberto) + 1 NF (Normalmente Fechado), essenciais

para o selo de comando, intertravamentos elétricos e sinalização de status no painel.
- Grau de Proteção: IP20 nos bornes principais e auxiliares, conferindo proteção ao instalador contra toques diretos acidentais (padrão *finger-safe*).
- Sistema de Fixação: Base mista, projetada para engate rápido em trilho DIN de 35 mm (padrão EN 50022), além de possuir furação para fixação por parafusos diretamente na placa de montagem do quadro elétrico.
- Terminais de Conexão: Bornes com terminais tipo abraçadeira metálica fixados por parafusos imperdíveis, dimensionados para receber cabos flexíveis (com terminais tubulares/ilhós) ou fios rígidos, garantindo excelente área de contato e minimizando o aquecimento.
- Modularidade e Expansão: O design do contator deve permitir o acoplamento mecânico de blocos de contatos auxiliares adicionais (frontais ou laterais), supressores de surto na bobina e temporizadores pneumáticos/eletrônicos.
- Normas de Referência: Fabricação, testes e limites de elevação de temperatura devem estar em estrita conformidade com a norma ABNT NBR IEC 60947-4-1 (Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Contatores e chaves de partida de motores).

2.3.11 Disjuntor-Motor Termomagnético (Ajuste 2,5A a 4A) com Contato Auxiliar 1NA

- Tipo de Equipamento: Disjuntor-motor termomagnético (MPCB - *Motor Protection Circuit Breaker*).
- Aplicação: Manobra e proteção total de motores elétricos trifásicos contra curtos-circuitos (proteção magnética), sobrecargas (proteção térmica) e quedas/falta de fase.
- Número de Polos: Tripolar (3P).
- Faixa de Ajuste da Corrente Térmica (In): 2,5 A a 4,0 A (ajustável frontalmente através de disco graduado para calibração exata conforme a corrente nominal do motor).
- Corrente de Disparo Magnético (Im): Fixo de fábrica em aproximadamente 13 vezes a corrente máxima de ajuste (em torno de 52 A), permitindo a partida do motor sem atuações indevidas (inrush).
- Classe de Disparo Térmico: Classe 10 (padrão para partida de motores convencionais).
- Sensibilidade à Falta de Fase: Possui mecanismo interno de disparo acelerado em caso de perda de uma das fases ou assimetria severa, protegendo o enrolamento do motor contra queima prematura.
- Contato Auxiliar (Sinalização): Acompanha bloco de contato auxiliar com 1 NA (Normalmente Aberto). (Nota: Pode ser de montagem frontal para economia de espaço no trilho, ou lateral. Utilizado para sinalizar o estado de "ligado" ou intertravar o comando do contator).
- Acionamento e Indicação: Acionamento manual por meio de botões de impulsão (LIGA/DESLIGA) ou manopla rotativa. Deve possuir indicação clara de posição, incluindo a posição de disparo automático (TRIP).
- Capacidade de Interrupção de Curto-Circuito (Icu): Alta capacidade de interrupção, dispensando o uso de fusíveis de retaguarda em grande parte das aplicações. (Mínimo de 50 kA a 100 kA em 380V/400V CA, dependendo da linha do fabricante nesta faixa de corrente baixa).
- Fixação: Base desenhada para engate rápido em trilho DIN 35 mm (EN 50022) ou fixação por parafusos em placa de montagem.
- Grau de Proteção: IP20 (terminais protegidos contra toque acidental - *finger-safe*). Pode ser elevado a IP41 ou IP55 se acondicionado em caixas de sobrepor específicas do fabricante.
- Normas de Referência: Conformidade estrita com as normas ABNT NBR IEC 60947-2 (disjuntores) e ABNT NBR IEC 60947-4-1 (contatores e chaves de partida).

2.3.12 Relé de Supervisão Falta de Fase (Sem Neutro) - 380V

- Tipo de Equipamento: Relé eletrônico de monitoramento e proteção de redes trifásicas (Relé Falta de Fase).
- Aplicação: Proteção de motores elétricos, compressores e equipamentos trifásicos contra o funcionamento em duas fases (queima por sobreaquecimento) e assimetria de tensão.
- Tensão de Alimentação e Monitoramento: Trifásico 380V CA (Monitoramento pelas fases L1, L2 e L3).
- Configuração de Ligação: Sem Neutro (Operação a 3 fios). O relé extrai sua própria alimentação das fases e monitora a queda de tensão fase-fase, dispensando o cabeamento do neutro.
- Funções de Supervisão Integradas:
    - Falta de Fase: Atuação imediata (ou com pequeno retardo para evitar disparos falsos) caso a tensão de uma ou mais fases caia abaixo de um limite preestabelecido.
    - Assimetria Modular de Tensão: Proteção contra desbalanceamento excessivo de tensão entre as fases (geralmente fixo na faixa de 15% a 20%, dependendo do fabricante).
- Contatos de Saída: 1 contato reversível (1 SPDT - comum, NA e NF), com capacidade de corrente de 5A em 250V CA (AC-15). Destinado à interrupção do circuito de comando (ex: desenergizando a bobina do contator em caso de falha).
- Sinalização Visual: Possui LEDs frontais indicadores de status: um LED para indicar que o equipamento está alimentado (Power) e um LED para indicar o estado do contato de saída (Relé Armado/Falha).
- Material do Invólucro: Caixa em material termoplástico autoextinguível, compacto (geralmente ocupando o espaço de apenas 1 módulo disjuntor DIN).
- Fixação: Base traseira para encaixe rápido em trilho DIN 35 mm (padrão EN 50022).
- Grau de Proteção: IP20 (Terminais de ligação com proteção contra toques acidentais).
- Normas de Referência: Fabricado e testado em conformidade com as normas ABNT NBR IEC 60947-5-1 (Dispositivos de circuitos de comando e elementos de comutação) e ABNT NBR IEC 60255 (Relés elétricos).

2.3.13 Chave Comutadora Rotativa (1-0-2) Tripolar 100A - Fixação pela Base

- Tipo de Equipamento: Chave comutadora rotativa manual sob carga (também conhecida como chave de transferência ou reversora rotativa).
- Número de Polos: 3 polos principais (Tripolar).
- Corrente Nominal (In): 100 A. Deve ser certificada para manobra sob carga nas categorias de emprego AC-21A/AC-22A (cargas resistivas e mistas) e AC-23A (manobra de motores e cargas altamente indutivas).
- Tensão Nominal de Operação (Ue): Até 440V CA (compatível com sistemas de 220V e 380V). Tensão de isolação (Ui) mínima de 690V.
- Posições de Comutação: 3 posições (1 - 0 - 2), sendo:
    - Posição 1: Fechamento do Circuito/Fonte A.
    - Posição 0 (Centro): Desligado/Aberto (Isolamento total dos circuitos).
    - Posição 2: Fechamento do Circuito/Fonte B.
- Sistema de Fixação e Acionamento: Fixação do corpo principal (bloco de contatos) pela base (diretamente na placa de montagem no fundo do quadro) utilizando parafusos. O conjunto deve ser fornecido obrigatoriamente com haste prolongadora de eixo (tamanho ajustável/cortável) e manopla para fixação na porta do painel.
- Características da Manopla Frontal: Manopla rotativa externa com placa indicativa frontal (espelho marcando as posições 1, 0 e 2). O design deve permitir o bloqueio por cadeados (padrão LOTO) exclusivamente na posição central "0", garantindo a

segurança das equipes durante manutenções.
- Material Construtivo:
    - Corpo: Termoplástico de engenharia de alta resistência térmica e mecânica, autoextinguível (não propaga chamas).
    - Contatos: Sistema de contatos de dupla interrupção, fabricados em liga de cobre com pastilhas de prata, garantindo alta suportabilidade a arcos elétricos e baixa resistência de contato.
- Grau de Proteção: IP20 nos bornes internos (corpo da chave) e IP65 (ou IP54 no mínimo) no conjunto da manopla frontal instalada na porta do painel, garantindo a estanqueidade do quadro contra poeira e jatos de água.
- Conexões: Bornes tipo abraçadeira com parafusos de aço zincado, dimensionados para receber cabos flexíveis (com terminais) ou rígidos de até 35 mm² a 50 mm².
- Normas de Referência: O equipamento deve atender integralmente à norma ABNT NBR IEC 60947-3 (Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e unidades combinadas).

2.3.14 Chave Comutadora Rotativa (1-0-2) tripolar 40A - Fixação pela Base

- Tipo de Equipamento: Chave comutadora rotativa manual sob carga (também conhecida como chave de transferência ou reversora rotativa).
- Número de Polos: 3 polos principais (Tripolar).
- Corrente Nominal (In): 40 A. Deve ser certificada para manobra sob carga nas categorias de emprego AC-21A/AC-22A (cargas resistivas e mistas) e AC-23A (manobra de motores e cargas altamente indutivas).
- Tensão Nominal de Operação (Ue): Até 440V CA (compatível com sistemas de 220V e 380V). Tensão de isolação (Ui) mínima de 690V.
- Posições de Comutação: 3 posições (1 - 0 - 2), sendo:
    - Posição 1: Fechamento do Circuito/Fonte A.
    - Posição 0 (Centro): Desligado/Aberto (Isolamento total dos circuitos).
    - Posição 2: Fechamento do Circuito/Fonte B.
- Sistema de Fixação e Acionamento: Fixação do corpo principal (bloco de contatos) pela base (diretamente na placa de montagem no fundo do quadro) utilizando parafusos. O conjunto deve ser fornecido obrigatoriamente com haste prolongadora de eixo (tamanho ajustável/cortável) e manopla para fixação na porta do painel.
- Características da Manopla Frontal: Manopla rotativa externa com placa indicativa frontal (espelho marcando as posições 1, 0 e 2). O design deve permitir o bloqueio por cadeados (padrão LOTO) exclusivamente na posição central "0", garantindo a segurança das equipes durante manutenções.
- Material Construtivo:
    - Corpo: Termoplástico de engenharia de alta resistência térmica e mecânica, autoextinguível (não propaga chamas).
    - Contatos: Sistema de contatos de dupla interrupção, fabricados em liga de cobre com pastilhas de prata, garantindo alta suportabilidade a arcos elétricos e baixa resistência de contato.
- Grau de Proteção: IP20 nos bornes internos (corpo da chave) e IP65 (ou IP54 no mínimo) no conjunto da manopla frontal instalada na porta do painel, garantindo a estanqueidade do quadro contra poeira e jatos de água.
- Conexões: Bornes tipo abraçadeira com parafusos de aço zincado, dimensionados para receber cabos flexíveis (com terminais) ou rígidos de até 35 mm² a 50 mm².
- Normas de Referência: O equipamento deve atender integralmente à norma ABNT NBR IEC 60947-3 (Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores e unidades combinadas).

2.3.15 GABINETE CLIMATIZADO PARA PROJETOR PROFISSIONAL DE ALTO BRILHO

- Gabinete de proteção e climatização destinado à instalação de projetores profissionais de alto brilho (até 20 000 lúmens), adequado para uso em ambientes externos e capaz de proteger o equipamento contra chuva, poeira, umidade e variações térmicas.
- Estrutura metálica reforçada em aço galvanizado com espessura mínima de 1,2 mm, pintura anticorrosivo e acabamento resistente à radiação UV.
- Deve possuir sistema climático ativo e automático, com ar-condicionado, módulo de aquecimento, ventiladores controlados por sensores, e monitoramento de temperatura e umidade em tempo real, garantindo operação contínua e segura.
- A caixa deve possuir suporte que permita fixaçao em base de concreto com no minimo 5cm de altura.
- O equipamento deverá ser novo, original de fábrica, com garantia mínima de 12 meses, devidamente certificado e adequado às normas elétricas e de segurança vigentes.

Especificações Técnicas Mínimas:

- Material da carcaça: Aço galvanizado (mín. 1,2 mm) com pintura industrial anticorrosiva
- Grau de proteção: Mínimo IP65, à prova de chuva, poeira e intempéries
- Sistema de refrigeração: Ar-condicionado interno de mínimo 440 W de potência (capacidade de refrigeração ≥ 800 W)
- Sistema de aquecimento: Elemento de aquecimento automático com mínimo 400 W
- Ventilação forçada: Mínimo 3 ventiladores de 90 W cada, com controle automático de velocidade

O sistema deverá operar com controle automático de temperatura, obedecendo aos seguintes parâmetros:

- Acionamento do ar-condicionado quando a temperatura interna exceder 25 °C;
- Ativação dos ventiladores de exaustão quando a temperatura ultrapassar 35 °C;
- Acionamento do sistema de aquecimento quando a temperatura interna for inferior a 5 °C.

- Controle elétrico:
- Módulo de energia integrado com contator AC 32 A para isolar o projetor.

- Vidro frontal: Vidro óptico de alta transparência com transmissão luminosa ≥ 95 % Filtro de ar

- Faixa de controle interno: Temperatura ajustável 5 °C – 40 °C / Umidade 10 % – 80 %

- Alimentação elétrica:

220 V AC ± 10 %, 60 Hz
Grau de proteção IP65 e conformidade CE / IEC / ABNT NBR 5410

Justificativa Técnica

- O gabinete é indispensável para instalações externas de projetores profissionais, garantindo o funcionamento contínuo e estável do equipamento sob condições ambientais adversas.
- O sistema integrado de refrigeração, ventilação e aquecimento automático mantém o ambiente interno em faixa ideal de operação, evitando condensação, superaquecimento ou falhas ópticas, e prolongando a vida útil do projetor.
- O grau de proteção IP65, aliado à estrutura metálica anticorrosiva e vidro óptico de alta transmissão, assegura proteção mecânica, elétrica e óptica adequada para uso em eventos, instalações fixas e aplicações de mapeamento de vídeo.

- O equipamento especificado atende às boas práticas de engenharia audiovisual e às normas ABNT NBR 5410 e IEC 62040, garantindo segurança e confiabilidade no uso contínuo (24 × 7).

2.3.16 NOBREAK INTELIGENTE ONLINE TRIFÁSICO COM ACESSÓRIOS (MARCA NHS OU EQUIVALENTE)

1.1 Descrição Geral

Nobreak inteligente de 15 kVA / 15 kW, com topologia online de dupla conversão, destinado à alimentação e proteção de equipamentos eletrônicos sensíveis, incluindo projetores laser de alta potência, computadores profissionais e infraestrutura crítica de processamento.
O equipamento deverá ser compatível com a rede elétrica trifásica existente no local, em configuração
380/220 V, 3 fases + neutro + terra (3F+N+T), sendo 380 V entre fases e 220 V entre fase e neutro.
Deverá fornecer alimentação trifásica com neutro, forma de onda senoidal e tempo de transferência zero, garantindo continuidade e estabilidade da alimentação das cargas críticas.
Como referência de características técnicas, considera-se o NHS Expert Trifásico GIII 15 kVA / 380 V, admitindo-se equipamento equivalente ou superior.

1.2 Requisitos Técnicos Mínimos

Topologia e Desempenho

- Tecnologia: online dupla conversão;
- Potência nominal mínima: 15 kVA / 15 kW reais;
- Fator de potência de saída: 1,0;
- Configuração elétrica: trifásica em estrela, com neutro (3F+N);
- Tensão nominal de entrada: 380/220 V trifásica, sendo 380 V entre fases e 220 V entre fase e neutro;
- Entrada obrigatoriamente com 3 fases e neutro;
- Faixa de tensão de entrada compatível com a rede elétrica especificada, conforme limites estabelecidos pelo fabricante;
- Tensão nominal de saída: 380/220 V trifásica, sendo 380 V entre fases e 220 V entre fase e neutro;
- Saída com 3 fases e neutro, permitindo alimentação de cargas trifásicas e cargas monofásicas fase-neutro;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Forma de onda de saída: senoidal;
- Tempo de transferência: zero;
- Regulação estática da tensão de saída: ±1% ou melhor;
- Distorção harmônica da saída: máximo 1% (THD) para carga linear;
- Rendimento em operação pela rede: mínimo 92%;
- Rendimento em operação por bateria: mínimo 92%;
- Correção ativa do fator de potência de entrada;
- Bypass automático;
- Bypass manual para manutenção;
- Proteções contra sobrecarga, curto-circuito, sobretensão, subtensão, sobretemperatura, inversão de fases e demais condições anormais de operação.

1.3 Banco de Baterias e Autonomia

O nobreak deverá possuir banco de baterias compatível com sua potência e tensão de barramento CC, dimensionado conforme especificação do fabricante.

Deverá:

- permitir utilização de banco ou módulo externo de baterias;
- possuir sistema de gerenciamento e recarga automática das baterias;
- possuir proteção contra descarga excessiva;
- permitir ampliação da autonomia mediante utilização de banco de baterias de maior capacidade ou módulos adicionais compatíveis;
- possuir sistema de carregamento adequado ao banco de baterias fornecido.

O banco de baterias fornecido deverá ser dimensionado considerando uma carga crítica de até 10 kW, composta principalmente por projetores laser de alta potência e computadores profissionais, devendo proporcionar autonomia mínima de 10 minutos nessa condição de carga.

O fornecedor deverá apresentar documentação técnica, tabela de autonomia do fabricante ou memória de cálculo que comprove o atendimento da autonomia especificada para carga de 10 kW.

1.4 Gerenciamento e Comunicação

O equipamento deverá possuir sistema de gerenciamento e monitoramento local e remoto, incluindo:

- Display gráfico multifuncional;
- Indicação do estado da rede elétrica, inversor, bypass, baterias e carga;
- Monitoramento de tensão, corrente, potência, frequência, temperatura e estado das baterias;
- Interface Ethernet com capacidade de gerenciamento remoto;
- Comunicação via SNMP ou protocolo equivalente para gerenciamento de rede;
- Interface USB;
- Interface serial RS-232 e/ou RS-485;
- Registro de eventos e condições de operação;
- Software ou ferramenta de monitoramento e configuração disponibilizada pelo fabricante.

1.5 Instalação e Acessórios Inclusos

Deverão ser fornecidos juntamente com o nobreak todos os componentes e acessórios necessários ao seu correto funcionamento, incluindo:

- Banco ou módulo externo de baterias compatível com o equipamento e dimensionado para atendimento da autonomia mínima especificada;
- Cabos e conectores necessários para interligação entre o nobreak e o banco de baterias;
- Interfaces e acessórios necessários ao gerenciamento remoto;
- Cabos de comunicação necessários;
- Manuais técnicos e documentação de instalação e operação;
- Demais componentes indispensáveis ao funcionamento integral do sistema ofertado.

Todos os equipamentos, baterias e acessórios deverão ser novos, sem uso, plenamente compatíveis entre si e homologados ou recomendados pelo fabricante do nobreak fornecido.

A instalação elétrica deverá ser compatível com a rede trifásica 380/220 V, 3F+N+T existente no local e observar as normas técnicas aplicáveis, o dimensionamento dos circuitos, dispositivos de proteção e as recomendações do fabricante do equipamento.

1.6 Referência de Mercado

Referência meramente indicativa:

NHS Expert Trifásico GIII 15 kVA / 380 V, ou equipamento equivalente ou superior que atenda integralmente aos requisitos técnicos mínimos deste Termo de Referência.

1.7 Justificativa Técnica

O nobreak especificado destina-se à proteção e alimentação contínua de equipamentos eletrônicos de elevado valor e sensibilidade, especialmente projetores laser de alta potência e computadores profissionais, cuja carga conjunta prevista poderá atingir aproximadamente 10 kW.

A utilização de tecnologia online de dupla conversão mantém a carga alimentada pelo estágio de conversão do nobreak, proporcionando tempo de transferência zero e maior isolamento das variações e distúrbios provenientes da rede elétrica.

A potência mínima de 15 kVA / 15 kW, associada ao fator de potência de saída 1,0, proporciona capacidade adequada para atendimento da carga prevista de até 10 kW, mantendo margem operacional para condições transitórias e futuras expansões.

A configuração trifásica 380/220 V com neutro é compatível com a infraestrutura elétrica existente e permite a distribuição das cargas entre as três fases, inclusive com utilização de 220 V entre fase e neutro para alimentação individual dos projetores, computadores e demais equipamentos monofásicos.

O banco de baterias deverá garantir continuidade temporária de operação dos equipamentos críticos em caso de interrupção da alimentação elétrica, permitindo a manutenção do sistema durante interrupções de curta duração e, quando necessário, o desligamento controlado e seguro dos projetores e computadores, evitando interrupções abruptas e possíveis danos aos equipamentos.

2.3.17 Cabo de Cobre Flexível 450/750V - Antichama (1,0 mm² a 6,0 mm²)

- Tipo de Componente: Condutor elétrico isolado unipolar (cabo flexível).
- Material do Condutor: Fios de cobre eletrolítico nu, têmpera mole, com alto grau de pureza, garantindo excelente condutividade elétrica e baixas perdas por efeito Joule.
- Grau de Encordoamento: Classe 5 (condutor extra flexível), proporcionando facilidade no manuseio, dobramento e enfiação no interior de eletrodutos e conduletes.
- Tensão Nominal de Isolação: 450/750V (Corrente Alternada).
- Material de Isolação: Composto termoplástico de Policloreto de Vinila (PVC/A), livre de metais pesados (BWF - Burn Wire Flame).
- Propriedade Antichama: O composto isolante deve possuir características de não propagação e autoextinção do fogo, garantindo maior segurança à instalação em caso de princípios de incêndio.
- Seções Nominais (Bitolas abrigadas por esta especificação): 1,0 mm², 1,5 mm², 2,5 mm², 4,0 mm² e 6,0 mm² (a serem quantificadas conforme planilhas de carga e dimensionamento de circuitos).
- Padrão de Cores: O isolamento deve ser fornecido em cores distintas para atender à padronização obrigatória das funções dos condutores, devendo prever, no mínimo:
    - Azul Claro: Exclusivo para o condutor Neutro.
    - Verde ou Verde/Amarelo: Exclusivo para o condutor de Proteção (Terra).
    - Preto, Vermelho, Branco ou Cinza: Para condutores de Fase e Retornos.
- Aplicação: Uso estritamente interno em instalações fixas de luz e força, abrigadas no interior de eletrodutos (embutidos ou aparentes), conduletes, calhas, canaletas e quadros elétricos em ambientes secos.
- Normas de Referência Obrigatórias:
    - Fabricação e ensaios: ABNT NBR NM 247-3 (Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V).

- Condutor metálico: ABNT NBR NM 280 (Condutores de cabos isolados).
- Selo de conformidade: Certificação obrigatória do INMETRO.

Nota Técnica para Execução e Instalação: Para assegurar a integridade da isolação e o pleno atendimento à ABNT NBR 5410, o puxamento dos condutores (enfiação) nos eletrodutos só deve ser realizado após a conclusão de todos os serviços de construção civil e secagem das tubulações. É expressamente proibido o uso de óleos ou graxas como lubrificantes para a passagem dos fios; caso necessário, deve-se utilizar exclusivamente talco industrial ou gel lubrificante neutro específico para cabos elétricos. Todas as emendas e derivações devem ser executadas no interior de caixas de passagem/conduletes, sendo vedadas as emendas no interior dos trechos de tubulação.
Para a terminação destes cabos nos disjuntores ou barramentos, é obrigatória a utilização de terminais de compressão (tipo tubular/ilhós, pino ou olhal) adequados à seção do cabo e ao pino do equipamento.

2.3.18 Cabo de Potência de Cobre Isolado em EPR 90°C - 0,6/1 kV (10 mm² a 25 mm²)

- Tipo de Componente: Cabo de potência unipolar (ou multipolar) com isolação termofixa para baixa tensão.
- Material do Condutor: Fios de cobre eletrolítico nu, têmpera mole, com alto grau de pureza, garantindo máxima condutividade e baixas perdas elétricas.
- Grau de Encordoamento: Pode ser especificado como Classe 2 (rígido, encordoamento concêntrico normal ou compactado) ou Classe 5 (extraflexível, para facilitar manobras em quadros e eletrodutos), em conformidade com a norma ABNT NBR NM 280.
- Tensão Nominal de Operação: 0,6/1 kV (600V entre fase e terra / 1000V entre fases).
- Material de Isolação: Composto termofixo extrudado à base de Borracha de Etileno-Propileno (EPR) ou EPR de Alto Módulo (HEPR).
- Limites Térmicos de Operação (EPR 90°C):
  - Regime Contínuo: 90 °C.
  - Regime de Sobrecarga: 130 °C.
  - Regime de Curto-Circuito: 250 °
- Cobertura (Capa Externa): Composto termoplástico extrudado de Policloreto de Vinila (PVC), tipo ST2, com aditivos antichama (não propagante e autoextinguível ao fogo). Cores padronizadas da capa (Preta, Azul Claro ou Verde) conforme a função do condutor.
- Seções Nominais (Bitolas abrigadas por esta especificação): 10 mm², 16 mm² e 25 mm².
- Aplicação: Ideal para circuitos alimentadores, ramais de entrada, interligação de quadros de distribuição e circuitos de força de motores. Adequado para instalação aparente (ao ar livre), em eletrocalhas, leitos, bandejas, perfilados, no interior de eletrodutos (embutidos ou aparentes) ou em canaletas e caixas subterrâneas.
- Normas de Referência Obrigatórias:
  - Fabricação e ensaios: ABNT NBR 7286 (Cabos de potência com isolação extrudada de borracha etilenopropileno para tensões de 1 kV a 35 kV).
  - Condutor metálico: ABNT NBR NM 280.

Nota Técnica de Dimensionamento e Execução:
Para a terminação destes cabos nos disjuntores ou barramentos, é obrigatória a utilização de terminais de compressão (tipo tubular/ilhós, pino ou olhal) adequados à seção do cabo e ao pino do equipamento.

3 Especificações de materiais para infraestrutura de rede e lógica

Segue abaixo as especificações dos materiais a serem empregados na execução das instalações de infraestrutura de rede e lógica do projeto BTS-LT 1008/26, des. 01/01.

3.1 INFRAESTRUTURA DE DUTOS E ELETRODUTOS

3.1.1 Duto Corrugado Flexível em PEAD para Uso Subterrâneo (DN 50mm a 100mm)

- Material de Fabricação: Polietileno de Alta Densidade (PEAD), garantindo excelente resistência mecânica, química e imunidade à corrosão por agentes presentes no solo.
- Aplicação: Infraestrutura subterrânea para proteção de cabos de energia elétrica, telecomunicações e sinalização (instalação diretamente enterrada ou envelopada em concreto).
- Diâmetros Nominais (DN): Referências comerciais abrangendo as bitolas de 50 mm (1.1/2"), 63 mm (2"), 90 mm (3") e 100/110 mm (4").
- Perfil Construtivo: Geometria anelar corrugada, que confere alta flexibilidade (permitindo curvas sem necessidade de conexões adicionais) e altíssima resistência à compressão diametral e a impactos.
- Cor e Identificação: Corpo na cor preta.
- Grau de Proteção e Vedação: O sistema (dutos + luvas) deve garantir estanqueidade contra a penetração de umidade, terra e raízes. As emendas devem ser feitas com luvas de pressão específicas de PEAD acompanhadas de anéis de vedação em borracha (borracha nitrílica ou EPDM), garantindo grau de proteção IP67 ou superior.
- Facilidade de Instalação: Deve ser fornecido de fábrica com fio-guia (fio de nylon ou poliéster) previamente inserido em seu interior, com resistência à tração adequada para facilitar o posterior puxamento da sonda e dos cabos.
- Norma de Referência: Fabricação e ensaios devem atender integralmente à norma ABNT NBR 15715 (Sistemas de dutos corrugados de polietileno para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações).
- Acondicionamento: Fornecido em rolos contínuos (tipicamente de 25m ou 50m, dependendo da bitola), minimizando a necessidade de emendas ao longo do trecho.

3.1.2 Eletroduto Rígido de Aço Galvanizado Eletrolítico - Tipo Pesado (Uso Interno)

- Material de Fabricação: Tubo de aço carbono, com costura, de seção transversal circular, livre de rebarbas internas que possam danificar a isolação dos condutores elétricos durante o puxamento.
- Tratamento Superficial (Proteção): Galvanização eletrolítica (zincagem a frio) aplicada externa e internamente, conferindo proteção contra oxidação. Adequado estritamente para uso interno e em ambientes secos, isentos de umidade excessiva ou gases corrosivos.
- Classificação Mecânica: Tipo Pesado (parede espessa), garantindo elevada resistência mecânica contra impactos, compressão diametral e esmagamento.
- Diâmetros Nominais (Bitolas): 3/4", 1", 1.1/4", 1.1/2" e 2".
- Comprimento Padrão: Barras fornecidas em comprimentos de 3,00 metros.
- Acabamento das Extremidades: Extremidades rosqueadas para garantir o acoplamento seguro e a continuidade elétrica do sistema de aterramento. A barra deve ser fornecida de fábrica acompanhada de 1 (uma) luva rosqueada em uma ponta e protetor plástico

de rosca na extremidade oposta.

- Padrão de Rosca: Rosca tipo BSP (paralela) conforme norma ABNT NBR 5598, devendo o padrão ser unificado em todo o projeto.
- Normas de Referência: Fabricação, dimensões e ensaios mecânicos devem atender às diretrizes da norma ABNT NBR 13057 (cancelada, porém ainda utilizada comercialmente como referência dimensional para galvanizados eletrolíticos) ou as atuais normas da família ABNT NBR IEC 61386-1 e 61386-21 para sistemas de eletrodutos rígidos de aço.

Notas Técnicas para Execução:

4. Curvas e Conexões: Todas as curvas, luvas, niples, buchas e arruelas utilizadas no sistema deverão ter o mesmo padrão de rosca, diâmetro e tratamento superficial (galvanização eletrolítica) dos eletrodutos.
5. Continuidade Elétrica: Sendo uma tubulação metálica, a rede de eletrodutos deve garantir a continuidade elétrica em todas as suas emendas e junções com caixas de passagem, sendo obrigatoriamente aterrada conforme as prescrições da ABNT NBR 5410.
6. Instalação: Por ser tipo pesado, é adequado para instalações aparentes (fixado por braçadeiras tipo "D", suportando tensões mecânicas elevadas.

3.1.3 Condulete Metálico de Alumínio Injetado com Rosca BSP - Tampa Cega (Uso Interno)

- Material de Fabricação (Corpo): Liga de alumínio silício injetado sob alta pressão, garantindo elevada resistência mecânica, ausência de porosidade e leveza. O interior deve ser totalmente liso e isento de rebarbas ou arestas cortantes que possam danificar a isolação dos condutores durante a enfiação.
- Aplicação: Caixas de passagem, derivação, ligação ou inspeção em redes de infraestrutura elétrica aparente (sobrepor), para uso estritamente interno e em ambientes secos.
- Diâmetros Nominais (Bitolas): Entradas dimensionadas para eletrodutos de 3/4", 1", 1.1/4", 1.1/2" e 2".
- Padrão de Rosca: Entradas rosqueadas no padrão BSP (Rosca Paralela), em conformidade com a norma ABNT NBR 5598, garantindo encaixe perfeito e continuidade elétrica com os eletrodutos de ferro galvanizado ou prensa-cabos.
- Formatos Construtivos (Vias): Disponível e a ser quantificado nas configurações de linha conforme o caminhamento da tubulação: Tipos C, T, X, L, LB, LL, LR e TB (ou múltiplo com saídas destacáveis, dependendo do fabricante).
- Conjunto da Tampa: Tampa cega fabricada em alumínio estampado ou injetado. A fixação ao corpo do condulete deve ser feita por meio de parafusos imperdíveis de aço tratado (zincado, bicromatizado ou inox), que suportem apertos sucessivos sem espanar.
- Grau de Proteção (IP): IP40 (padrão para uso interno sem guarnição).
- Acabamento Superficial: Acabamento natural (alumínio jateado ou usinado) ou revestimento em pintura eletrostática a pó na cor cinza (padrão Munsell N6.5), conferindo proteção adicional contra oxidação superficial.
- Normas de Referência: Fabricação, dimensões e ensaios mecânicos devem atender às diretrizes da norma ABNT NBR 15701 (Conduletes metálicos roscados e não roscados para sistemas de eletrodutos).

3.2 RACKS DE PISO.

3.2.1 RACK DE PISO PARA EQUIPAMENTOS DE REDE E SERVIDORES (36U × 770 mm) (RACK 1 e RACK 2 contêiner área técnica).

Descrição Geral
Rack de piso profissional para acomodação, organização e proteção de equipamentos de tecnologia da informação, processamento, rede, áudio e vídeo.
O rack deve possuir 36U e profundidade mínima de 770 mm, sendo adequado para servidores, switches, matrizes, nobreaks, conversores e demais equipamentos utilizados no ambiente técnico.
Deve ser construído em estrutura metálica reforçada, com pintura eletrostática anticorrosiva, portas e laterais com ventilação, bem como pontos adequados para passagem e gerenciamento de cabos.
Requisitos Técnicos Mínimos

Estrutura Geral
Altura: 36U
Profundidade mínima: 770 mm
Construção metálica reforçada
Pintura eletrostática anticorrosiva
Portas e painéis laterais com sistema de ventilação
Pontos para entrada e saída de cabos
Sistema de fechamento com chave

Prateleiras e Acessórios Internos:
08 prateleiras metálicas fixas, compatíveis com o rack
03 prateleiras deslizantes para teclado e mouse
Obs: Prateleiras ajustáveis, com resistência adequada para equipamentos de diferentes dimensões e pesos
05 réguas de energia para rack, com 12 tomadas 10 A – 3P+T cada
05 canaletas para cabos (gestão interna)
Kit completo de rodízios com trava compatíveis com o peso total do rack completamente ocupado
Ventilação : Kit de cooler contendo no mínimo 4 ventiladores, silenciosos e eficientes.
Instalação no topo do rack ou local adequado segundo o fabricante Capacidade para circulação contínua de ar, auxiliando no controle térmico

Confomidade e Suporte
O conjunto deve atender integralmente às normas técnicas aplicáveis e oferecer: Robustez estrutural Durabilidade e proteção contra corrosão Segurança física dos equipamentos instalados Adequado fluxo de ar para operação ininterrupta
Compatibilidade com ambientes técnicos, salas de servidores e data centers
O fornecedor deverá prestar suporte técnico para esclarecer dúvidas, garantir compatibilidade dos itens e auxiliar na correta instalação, quando necessário.

12 – RACK OUTDOOR 19” IP65

12.1 Descrição Geral

Rack outdoor de piso, padrão 19”, para instalação e proteção de equipamentos eletrônicos e de telecomunicações em ambiente externo, exposto à chuva, umidade e poeira.

12.2 Requisitos Técnicos Mínimos

- Tipo: rack outdoor de piso;
- Padrão de montagem: 19 polegadas;
- Altura útil: 16U;
- Profundidade interna mínima: 470 mm;
- Grau de proteção: IP65 ou superior;
- Estrutura monobloco soldada em aço carbono;
- Espessura mínima da chapa: 1,2 mm;
- Pintura eletrostática a pó de alta resistência;
- Porta frontal com fechadura e chave;
- Suporte para cadeado;
- Vedação perimetral da porta contra ingresso de água e poeira;
- Teto sobreposto para proteção contra incidência direta de chuva;
- Forração térmica interna;
- Entrada de ar com filtro contra poeira;
- Planos de montagem padrão 19”;
- Entrada de cabos pela parte inferior do gabinete;
- Entrada de cabos com sistema de vedação compatível com o grau de proteção IP65;
- Ponto para aterramento da estrutura metálica;
- Base soleira metálica com pontos para fixação por chumbadores.

12.3 Fixação

Instalação sobre laje de concreto, com fixação permanente por chumbadores mecânicos ou químicos, através da base soleira do rack.
A fixação deverá impedir deslocamento ou tombamento do gabinete e preservar a vedação contra ingresso de água pela base.

12.4 Acessórios Inclusos

- Trilhos ou planos de montagem 19”;
- Porta com fechadura e chave;
- Suporte para cadeado;
- Forração térmica interna;
- Teto sobreposto;
- Filtro contra poeira;
- Sistema de vedação da porta;
- Sistema de vedação das entradas de cabos;
- Kit de aterramento;
- Elementos de fixação necessários ao chumbamento do rack na laje de concreto;
- Parafusos e porcas-gaiola para instalação dos equipamentos.

12.5 Referência de Mercado

Racktron Rack Outdoor de Piso 16U × 470 mm, IP65, ou equivalente com atendimento integral às especificações técnicas mínimas.

3.3 CONDUTORES, CABOS UTP E FIBRA ÓPTICA

3.3.1 CABO UTP CAT 6

Especificação Técnica: Cabo de Rede UTP CAT 6

Descrição Básica:

Cabo de telecomunicações composto por condutores de cobre, isolados em material termoplástico, reunidos em 4 pares trançados, com elemento central para separação e núcleo protegido por capa externa retardante a chama.

Característica	*Especificação Exigida*
Categoria	*CAT 6*
Construção / Blindagem	*U/UTP (Unshielded Twisted Pair - Sem blindagem)*
Condutores	*Fio de cobre nu, sólido, diâmetro nominal de 23 AWG (ou 24 AWG, dependendo do fabricante, desde que atenda a norma)*
Isolamento dos Fios	*Polietileno de Alta Densidade (PEAD), com diâmetro adequado à categoria*
Separação Interna	*Cruzeta plástica contínua (separador cross-web) para distanciamento dos pares e mitigação de diafonia (crosstalk)*
Capa Externa (Revestimento)	*PVC tipo CM / CMR*
Largura de Banda	*250 MHz*
Taxa de Transferência Suportada	*Gigabit Ethernet (10/100/1000 Mbps) até 100 metros;*
Impedância Característica	*100 ± 15 Ohms*
Temperatura de Operação	*-20°C a +60°C*

Normas e Certificações Mínimas

Para garantir a qualidade do material e a aprovação em testes de certificação de rede (com equipamentos tipo Fluke), o cabo deve obrigatoriamente atender aos requisitos das seguintes normas:

- Normas Internacionais: ANSI/TIA-568.2-D e ISO/IEC 11801.
- Normas Nacionais (ABNT): NBR 14703 (Cabos de telecomunicações de pares simétricos) e NBR 14705 (Classificação de cabos internos para telecomunicações quanto ao comportamento frente à chama).
- Regulamentação: Certificado de Homologação da ANATEL impresso na capa do cabo.
- Sustentabilidade: Conformidade com a diretiva RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas).

3.3.2 Cabo de Fibra Óptica Dielétrico para Dutos (CFOA-SM-DD) - 6 Fibras

- Nomenclatura Padrão: CFOA-SM-DD (Cabo de Fibra Óptica Acrílica - Single-Mode - Duto Dielétrico).
- Capacidade do Cabo: 6 Fibras Ópticas (6 FO).
- Tipo de Fibra: Monomodo (SM - *Single-Mode*), núcleo de 9 µm e casca de 125 µm, em conformidade estrita com o padrão ITU-T G.652.D (fibra standard de baixo pico de água, otimizada para transmissões em múltiplas janelas de comprimento de onda).
- Aplicação: Instalação em dutos subterrâneos, caixas de passagem e tubulações enterradas (podendo ser puxado ou instalado por método de sopragem).
- Construção do Núcleo (Design): Tubo loose central (tubo único) extrudado em material termoplástico, abrigando as 6 fibras ópticas com folga adequada para evitar tensões mecânicas e térmicas.
- Proteção Contra Umidade (Bloqueio de Água): O interior do tubo loose deve ser preenchido com geléia tixotrópica (cabo geleado) ou possuir elementos hidroexpansíveis (fios/fitas do tipo núcleo seco - *dry core*), garantindo o bloqueio total contra a penetração e migração longitudinal de água (fator crítico para instalações subterrâneas sujeitas a alagamento).
- Elementos de Tração e Sustentação: Fios de aramida (Kevlar) ou elemento central em plástico reforçado com fibra de vidro (FRP). O cabo deve ser totalmente dielétrico (isento de elementos metálicos), garantindo imunidade contra interferências eletromagnéticas (EMI), indução e descargas atmosféricas.
- Revestimento Externo (Capa): Polietileno (PE) de alta ou média densidade na cor preta, aditivado com negro de fumo para proteção contra radiação UV, oferecendo alta resistência ao atrito, intempéries e agentes químicos presentes no solo/duto.
- Parâmetros Ópticos (Atenuação Máxima):
  - <= 0,36 dB/km no comprimento de onda de 1310 nm.
  - <= 0,22 dB/km no comprimento de onda de 1550 nm.
- Padrão de Cores das Fibras: Código de cores padrão ABNT (Verde, Amarelo, Branco, Azul, Vermelho, Violeta) para facilitar a identificação e o processo de fusão.
- Normas e Certificações Obrigatórias:
  - Certificação de homologação válida expedida pela ANATEL.
  - Fabricação e ensaios conforme ABNT NBR 14771 (Cabo óptico subterrâneo em duto ou aéreo espinado).

Notas Técnicas para Execução (Instalação e Puxamento):

1. Tração e Curvatura: Durante o puxamento nos dutos de PEAD (especificados anteriormente), deve-se respeitar rigorosamente o limite de tração máxima admissível e o Raio Mínimo de Curvatura (geralmente 10 a 20 vezes o diâmetro externo do cabo) indicados no *datasheet* do fabricante. Recomenda-se o uso de catracas com controle de tensão ou fusível mecânico para evitar o rompimento das fibras.
2. Lubrificação e Guias: O uso de lubrificantes deve ser restrito a produtos à base de água ou silicone, compatíveis com a capa de polietileno do cabo e do duto de PEAD (nunca utilizar derivados de petróleo).
3. Reserva Técnica: É obrigatório prever sobras (reservas técnicas) de cabo óptico organizadas em cruzetas ou raquetes dentro das caixas de passagem subterrâneas a cada lance, e no mínimo 5 a 10 metros nas extremidades (DIOs) para permitir futuras fusões, manutenções e reparos sem a necessidade de substituição de todo o lance.

3.3.3 **Conector Óptico LC/UPC para Fibra Monomodo (SM)**

- Tipo de Conector: LC (*Lucent Connector*). Padrão *Small Form Factor* (SFF), que ocupa metade do espaço de conectores convencionais (como SC), ideal para painéis de alta densidade (DIOs e Switches).
- Polimento: UPC (*Ultra Physical Contact*). O contato físico ultra polido garante baixo índice de reflexão do sinal.
- Identificação por Cor: Corpo, capa ou alojamento padronizado na cor Azul, seguindo a norma internacional de identificação para fibras Monomodo (SM) com polimento UPC.
- Compatibilidade de Fibra: Fibras Monomodo (SM - *Single-Mode*) com núcleo/casca de 9/125 µm (compatível com a fibra ITU-T G.652.D especificada anteriormente).
- Material da Férula: Cerâmica de Zircônia de altíssima precisão, com diâmetro de 1,25 mm. Garante o perfeito alinhamento dos núcleos (evitando perdas) e alta resistência ao desgaste e a dilatações térmicas.
- Material do Corpo: Termoplástico de engenharia de alta resistência, autoextinguível (UL94 V-0).
- Parâmetros Ópticos (Perdas):
    - Perda de Inserção (*Insertion Loss* - IL): <= 0,30 dB (Aceitável) / Típico $\leq$ 0,20 dB.
    - Perda de Retorno (*Return Loss* - RL / Refletância): >= 50 dB (Parâmetro crítico exigido para redes Gigabit e transmissão de dados de alta velocidade sem falhas de pacote).
- Durabilidade e Mecânica: Mecanismo de travamento tipo trava/clipe (*push-pull*), imune a vibrações. Suporta, no mínimo, de 500 a 1000 ciclos de conexão/desconexão sem alteração significativa na atenuação óptica.
- Normas de Referência: IEC 61754-20 (Padrão LC) e TIA/EIA 604-10 (FOCIS 10). Homologação ANATEL vigente (especialmente exigida para conectores de montagem em campo).

Nota Técnica de Execução (Método de Terminação):

- Emenda por Fusão): Utilizar Pigtail Óptico LC/UPC SM.
  O pigtail é um pedaço de fibra (geralmente de 1,5m, capa de 0,9mm) que já vem com o conector montado e testado em fábrica. A extremidade sem conector é unida ao cabo subterrâneo através de uma máquina de fusão dentro do Distribuidor Interno Óptico (DIO). Garante a menor perda e maior durabilidade do projeto.

3.3.4 **Conector Fêmea (Keystone Jack) RJ45 - Categoria 6 (CAT 6)**

- Tipo de Componente: Módulo conector fêmea de telecomunicações RJ45 de 8 posições e 8 contatos (8P8C), formato Keystone.
- Categoria de Desempenho: CAT 6, projetado para operar com largura de banda de até 250 MHz. Suporta aplicações de rede Gigabit Ethernet (1000BASE-T) e é compatível com versões anteriores (CAT 5e).
- Aplicações: Terminação de cabos de par trançado em áreas de trabalho (pontos lógicos em mesas/paredes) e pontos de consolidação no teto (para conexão de Access Points, Câmeras IP, etc.).
- Padrão de Pinagem: Corpo do módulo deve possuir etiqueta colorida dupla face, indicando claramente os esquemas de montagem universais T568A e T568B, facilitando a padronização no momento da crimpagem.
- Material dos Contatos Frontais (RJ45): Liga de bronze fosforoso de alta elasticidade com banho de ouro de 50 micropolegadas (50 µin) sobre base de níquel. Garante máxima durabilidade (mínimo de 750 ciclos de inserção), baixa resistência de contato e proteção total contra oxidação.
- Terminação Traseira (IDC): Bloco de conexão tipo IDC (Insulation Displacement Contact) em ângulo de 90° ou 180°, compatível com cabos sólidos com bitolas de 22 AWG a 26

AWG.

- Suporte a Alimentação PoE (Power over Ethernet): Os contatos devem ser projetados para minimizar a formação de arco elétrico e aquecimento. O conector deve suportar integralmente os padrões PoE (IEEE 802.3af), PoE+ (IEEE 802.3at) e PoE++ (IEEE 802.3bt), garantindo a alimentação elétrica de Access Points de alta potência sem degradação do contato.
- Material do Invólucro: Corpo injetado em termoplástico de alto impacto, retardante a chamas, com classificação de flamabilidade UL94 V-0.
- Normas de Referência: Conformidade estrita com as normas ABNT NBR 14565, ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801, e certificação ambiental RoHS.

Notas Técnicas para Execução (Infraestrutura para Access Points):

1. Conexão Física no Teto: Para os pontos de Access Points instalados acima do forro ou na laje, a prática normativa correta (segundo a NBR 14565) é terminar o cabo horizontal rígido (cabo sólido que vem do rack) neste Keystone Fêmea, o qual deve ser acomodado em uma caixa de sobrepor (*surface box*) ou em um patch panel de zona.
2. Ligação ao Equipamento: A interligação entre o Keystone Fêmea e a porta RJ45 do Access Point deve ser feita exclusivamente através de um Patch Cord CAT 6 flexível (cabo de manobra testado em fábrica).
3. Continuidade de Categoria: Para garantir a certificação da rede CAT 6, todos os componentes do canal (Patch Panel, Cabo Horizontal, Keystone e Patch Cords) devem obrigatoriamente ser da mesma categoria (CAT 6) e, preferencialmente, do mesmo fabricante.

3 Especificação de materiais SPDA

4.1 Segue abaixo as especificações dos materiais a serem empregados na execução das instalações do sistema de proteção contra descargas atmosféricas do projeto BTS-LT 1008/26, des. 01/01.

4.1 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DPS.

4.1.1 DPS Classe I+II (Tipo 1+2) - 80kA

Este dispositivo oferece proteção combinada: atua contra surtos de alta energia decorrentes de descargas atmosféricas diretas (Classe I) e surtos induzidos (Classe II). Será instalado no Quadro Geral de Baixa Tensão (QDG.

- Classe de Ensaio: Classe I e Classe II (Tipo 1+2), conforme norma ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção primária de entrada (instalado no quadro principal/QDG).
- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): 80 kA por polo (referente à proteção Classe II).
- Corrente Nominal de Descarga (In - onda 8/20 µs): Mínimo de 40 kA por polo.
- Corrente de Impulso (Iimp - onda 10/350 µs): Mínimo de 12,5 kA por polo (podendo chegar a 25 kA dependendo do fabricante/linha para suportar impactos diretos, referente à proteção Classe I).
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V ou 320V em CA (adequado para redes 220V/380V).
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >= 1,5 kV a 2,0 kV (garantindo que o surto residual não danifique a fiação principal).
- Tecnologia Integrada: Combinação de Varistor de Óxido Metálico (MOV) de alta capacidade térmica e/ou Centelhador a Gás (GDT), blindado, sem exaustão de gases quentes para o exterior.
- Formato Construtivo: Base fixa para trilho DIN 35mm acoplada a cartucho (módulo) extraível/plug-in (facilita a substituição sem desconectar os cabos).
- Sinalização: Indicador visual mecânico de estado na face frontal (Verde = Operante / Vermelho = Falha/Fim de vida útil).

4.1.2 DPS Classe II (Tipo 2) - 40kA

Destinado à proteção contra surtos de tensão de origem atmosférica transmitidos indiretamente (indução) e surtos de manobra da rede elétrica. Será instalado nos quadros de distribuição internos.

- Classe de Ensaio: Classe II (Tipo 2), conforme ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção secundária, instalado em Quadros de Distribuição de Circuitos (QD) internos.
- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): 40 kA por polo.
- Corrente Nominal de Descarga (In - onda 8/20 µs): 20 kA por polo.
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V CA
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >=1,5 kV
- Tecnologia: Varistor de Óxido Metálico (MOV) com dispositivo de desconexão térmica interno.
- Formato Construtivo: Fixação em trilho DIN 35mm. Modelo com módulo/cartucho extraível (plug-in) para substituição rápida.
- Sinalização: Indicador visual local de status de operação (flag verde/vermelho). Opcionalmente, pode possuir contato auxiliar (NA/NF) para sinalização remota de queima do cartucho.

4.1.3 DPS Classe III (Tipo 3)

Este dispositivo realiza a proteção fina e residual, sendo instalado o mais próximo possível do equipamento sensível a ser protegido. Ele absorve os surtos residuais que passaram pelos DPS Classe I e II.

- Classe de Ensaio: Classe III (Tipo 3), conforme ABNT NBR IEC 61643-11.
- Aplicação: Proteção fina (ponto de uso) para equipamentos eletroeletrônicos sensíveis (TI, automação, servidores, televisores). Instalado em caixas de tomadas, conduletes, painéis de automação ou incorporado a réguas de tomadas industriais.
- Tensão de Circuito Aberto (Uoc - onda combinada 1,2/50 µs e 8/20 µs): Mínimo de 6 kV (parâmetro principal de ensaio para Classe III).
- Corrente Máxima de Descarga (Imax - onda 8/20 µs): Geralmente entre 2,5 kA e 10 kA (limitada, pois a carga pesada do surto já foi atenuada nos quadros anteriores).
- Tensão Máxima de Operação Contínua (Uc): 275V CA (para ligação fase-neutro ou fase-fase).
- Nível de Proteção de Tensão (Up): >= 1,2 kV (nível bastante baixo para garantir a sobrevivência de placas eletrônicas sensíveis).
- Tecnologia: Uso combinado de Varistores (MOV), Centelhadores (GDT) e, em alguns modelos de alta performance, Diodos de Supressão de Tensão (TVS) e filtros EMI/RFI.
- Formato Construtivo: módulo estreito para trilho DIN (para proteção fina dentro de painéis de automação).
- Sinalização: Deve possuir LED ou aviso sonoro indicando fim de vida útil .

4.2 SISTEMA DE CAPTAÇÃO:

4.2.1 **Mini Captor (Terminal Aéreo) 3/8" x 300mm com Fixação para Telha Metálica**

- Tipo de Componente: Terminal aéreo de pequeno porte (Mini Captor) para sistemas de captação de descargas atmosféricas (SPDA).
- Dimensões da Haste: Diâmetro de 3/8" (aprox. 9,5 mm) e comprimento útil de 300 mm. Extremidade superior chanfrada ou arredondada para dissipação/captação.
- Material da Haste e Tratamento: Fabricado em aço carbono maciço com revestimento por galvanização a fogo (imersão a quente), garantindo camada protetora de zinco com espessura e aderência adequadas para resistir a intempéries severas.
- Base de Fixação: Base de sustentação estampada ou fundida, com perfil adaptável à geometria de telhas metálicas (trapezoidais ou onduladas).
- Vedação do Telhado: A base deve obrigatoriamente ser acompanhada de guarnições (arruelas ou mantas) de EPDM ou Neoprene, além de parafusos autobrocantes ou rebites estruturais com vedação, garantindo a total estanqueidade do telhado contra infiltrações após a furação.
- Conexão do Condutor (Conector Integrado): Conector mecânico integrado (tipo prensa-cabo com parafuso sextavado ou fenda), projetado para receber e fixar firmemente o cabo de descida/malha captora. Dimensionado estritamente para cabo de cobre nu de 35 mm².
- Compatibilidade Bimetálica do Conector: O alojamento e o parafuso de aperto do conector integrado devem ser fabricados em liga de cobre estanhado (ou latão estanhado) para atuar como elemento de transição bimetálica, evitando a corrosão galvânica entre o cabo de cobre e a estrutura de aço galvanizado.
- Normas de Referência: O componente e sua instalação devem atender integralmente aos requisitos mecânicos e elétricos da ABNT NBR 5419-3 (Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida).

Nota Técnica de Execução (Atenção à NBR 5419):

O contato direto entre o aço galvanizado (zinco) do captor/telha e o cobre nu do cabo, na

presença de umidade (chuva/orvalho), cria uma pilha galvânica que corrói e destrói rapidamente a galvanização e a fixação mecânica.
Para que o sistema seja aprovado em inspeções técnicas:

1. Certifique-se de que o fabricante fornece o mini captor com o conector estanhado.
2. Se o conector integrado for puramente de aço galvanizado, o instalador deve utilizar conectores bimetálicos de transição adicionais ou terminais de compressão estanhados na ponta do cabo de cobre antes de fixá-lo ao captor.
3. Recomenda-se a aplicação de pasta antióxida nas conexões mecânicas para maximizar a vida útil do contato sob exposição ao tempo.

4.3 CABOS E ACESSÓRIOS

4.3.1 Cabo de Cobre Nu 50 mm² (Malha de Aterramento - SPDA)

- Tipo de Componente: Condutor elétrico nu, sem qualquer tipo de isolamento ou cobertura.
- Material: Cobre eletrolítico de alta pureza (mínimo de 99,9%), garantindo máxima condutividade e dissipação rápida da corrente de descarga atmosférica no solo.
- Têmpera e Encordoamento: Têmpera mole ou meio-dura. Grau de encordoamento Classe 2 (rígido, formado por fios concêntricos torcidos), oferecendo o equilíbrio ideal entre flexibilidade para o assentamento na vala e resistência mecânica para suportar esforços físicos e acomodação do solo.
- Seção Nominal: 50 mm². *(Referência Normativa: Esta é a seção mínima transversal exigida pela norma ABNT NBR 5419-3 para cabos de cobre utilizados como eletrodos horizontais de aterramento diretamente enterrados).*
- Aplicação: Instalação em malhas de aterramento subterrâneas, anéis de cintamento enterrados, interligação de hastes (eletrodos verticais) e ligações da malha de equipotencialização principal (BEP/LEP).
- Resistência à Corrosão: Elevada resistência natural à corrosão pela umidade e minerais do solo, dispensando revestimentos adicionais.
- Normas de Referência Obrigatórias:
    - Fabricação do condutor: ABNT NBR 6524 (Fios e cabos de cobre duro e meio-duro sem isolamento) e ABNT NBR NM 280 (Condutores de cabos isolados - referência para encordoamento).
    - Aplicação em SPDA: ABNT NBR 5419-3 (Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida).
    - Aterramento: ABNT NBR 5410 (Instalações elétricas de baixa tensão).

Notas Técnicas de Execução (Diretrizes da NBR 5419):

1. Conexões Subterrâneas (Enterradas): Todas as emendas do cabo, derivações em "T", cruzamentos em "X" e as conexões entre a malha e as hastes de aterramento (eletrodos verticais) deverão ser executadas obrigatoriamente por meio de conectores de compressão de alto desempenho mecânico (específicos e testados para enterramento direto). É terminantemente proibido o uso de conectores mecânicos de aperto (tipo parafuso fendido/*split bolt*) enterrados.
2. Profundidade de Assentamento: O eletrodo horizontal em anel ou malha deverá ser instalado no fundo de valas escavadas a uma profundidade mínima de 0,5 metro da superfície do solo, afastado, no mínimo, 1 metro das fundações externas da edificação (quando aplicável).

4.3.2 Cabo de Cobre Nu 35 mm² (Sistema de Captação SPDA)

- Tipo de Componente: Condutor elétrico nu, sem isolamento, para formação da malha captora superior do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).
- Material: Cobre eletrolítico de alta pureza (mínimo de 99,9%).
- Seção Nominal: 35 mm². (Esta é a seção mínima exigida pela ABNT NBR 5419-3 para condutores de captação e descida em cobre.
- Têmpera e Encordoamento: Têmpera meio-dura ou mole. Grau de encordoamento Classe 2 (fios concêntricos, encordoamento rígido), garantindo resistência mecânica contra os esforços do vento e tração, ao mesmo tempo em que permite o manuseio para acompanhar a geometria da cobertura.
- Aplicação: Instalação ao tempo, formando a malha captora (gaiola de Faraday) sobre a cobertura metálica e descidas aparentes.
- Normas de Referência Obrigatórias:
    - Fabricação: ABNT NBR 6524 (Fios e cabos de cobre duro e meio-duro sem isolamento).
    - Aplicação e Dimensionamento: ABNT NBR 5419-3 (Danos físicos a estruturas e perigos à vida).

Notas Técnicas de Execução (Riscos no Telhado Metálico):

1. Isolamento Físico e Suportação (Prevenção de Corrosão): O cabo de cobre nu jamais deve ser deitado diretamente sobre a telha metálica (aço galvanizado, galvalume ou alumínio). A presença de umidade (chuva) entre o cobre e o telhado criará uma severa pilha galvânica, que irá corroer e perfurar a telha metálica em poucos meses. O cabo deve ser obrigatoriamente sustentado por suportes distanciadores isolantes (fabricados em polímero, nylon, PVC ou policarbonato com proteção UV), mantendo o cabo elevado e sem contato elétrico contínuo com a chapa da telha.
2. Conexões e Fixações: Onde for absolutamente necessário conectar mecanicamente o cabo de cobre à estrutura metálica do telhado (por exemplo, nos captores descritos anteriormente ou em pontos de equipotencialização da própria telha), devem ser utilizados conectores bimetálicos (latão estanhado ou cobre estanhado), intercalados com pasta antióxida, para neutralizar a diferença de potencial galvânico entre os metais.
3. Tensionamento: A fixação nos suportes isoladores ao longo da cumeeira e das águas do telhado deve ser feita de modo a manter o cabo esticado, evitando "barrigas" que possam encostar na telha durante ventanias, respeitando o distanciamento máximo entre suportes recomendado pelo fabricante (geralmente a cada 1,0 a 1,5 metros, a depender do peso do cabo e perfil da telha).

4.3.3 Haste de Aterramento em Aço Cobreado (Copperweld) 5/8" x 3,0m

- Tipo de Componente: Eletrodo de aterramento vertical (haste de aterramento).
- Dimensões Nominais: Diâmetro de 5/8" (comercialmente correspondente a 14,3 mm ou 15 mm, dependendo do fabricante) e comprimento total de 3.000 mm (3 metros).
- Material e Construção: Núcleo maciço em aço carbono (SAE 1010 ou 1020), que confere a rigidez mecânica necessária para o cravamento no solo, revestido externamente por um processo de eletrodeposição ou fusão com uma camada de cobre eletrolítico de alta pureza (99,9%).
- Espessura do Revestimento (Fator Crítico): O revestimento de cobre deve ser de Alta Camada, com espessura mínima de 254 mícrons (10 *mils*).
- *(Nota: Hastes de "baixa camada" ou comerciais comuns não atendem às exigências mecânicas e de durabilidade da norma de SPDA para enterramento direto e não*

devem ser utilizadas no projeto).

- Acabamento das Extremidades: Uma das extremidades deve ser pontiaguda (cone de cravamento) para facilitar a penetração no solo, e a extremidade oposta deve ser plana e chanfrada para receber os golpes do martelete ou ferramenta de cravação sem causar o descascamento do cobre.
- Aplicação: Eletrodo de aterramento profundo para dissipação de correntes de descargas atmosféricas (SPDA) e correntes de falta de sistemas elétricos.
- Normas de Referência Obrigatórias:
    - Fabricação e Ensaios: ABNT NBR 13571 (Haste de aterramento de aço cobreado e acessórios).
    - Aplicação em SPDA: ABNT NBR 5419-3 (Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3).
    - Instalações Elétricas: ABNT NBR 5410.

Notas Técnicas de Execução (Diretrizes da NBR 5419 e NBR 5410):

1. Conexões Haste-Cabo: A conexão entre a haste de aterramento e o cabo de cobre nu da malha (especificado anteriormente) deve ser executada por conectores de compressão.
2. Cravamento: O cravamento das hastes deve ser realizado perpendicularmente ao solo, utilizando marteletes rompedores ou marretas, devendo-se utilizar um cabeçote de batimento (batedor) de aço temperado acoplado ao topo da haste. O uso do batedor é obrigatório para evitar o "esmagamento" da cabeça da haste, o que romperia o revestimento de cobre e iniciaria um processo imediato de oxidação do núcleo de aço.
3. Caixas de Inspeção: As hastes designadas como pontos de medição da resistência ôhmica da malha devem ficar acessíveis no interior de caixas de inspeção com tampa reforçada nivelada ao piso acabado.

4.3.4 Caxia de Inspeção de Aterramento:

- Tipo de Componente: Caixa de inspeção e passagem para sistemas de aterramento e SPDA.
- Formato e Dimensões Nominais: Formato cilíndrico, com diâmetro útil interno de 300 mm (aproximadamente 12 polegadas) e altura (profundidade) variando entre 250 mm e 400 mm.
- Material do Corpo (Manilha): Fabricada em PVC rígido, Polipropileno (PP) de alta resistência ou anel de concreto pré-moldado, projetada para suportar a compressão lateral do solo após o reaterro e compactação.
- Material e Resistência da Tampa:
    - Áreas de jardim ou tráfego exclusivo de pedestres: Tampa em polímero de alta resistência (PVC/PP) ou alumínio fundido.
    - Áreas de tráfego de veículos (estacionamentos, garagens e ruas): Aro e tampa em Ferro Fundido Nodular ou concreto armado, dimensionados para suportar cargas móveis sem trincar.
- Acabamento e Identificação: A tampa deve possuir superfície antiderrapante e conter, de forma legível em alto ou baixo relevo, a inscrição "ATERRAMENTO" ou o símbolo elétrico universal de aterramento. O projeto da tampa deve permitir sua remoção utilizando ferramentas simples (chaves de fenda ou ganchos).
- Aplicação: Alojamento do topo da haste de aterramento, dos conectores de medição e das soldas exotérmicas, permitindo o acesso seguro para inspeção visual periódica, manutenções e acoplamento das garras do terrômetro para as medições da resistência ôhmica da malha.
- Normas de Referência: O componente e as rotinas de inspeção associadas a ele devem atender às diretrizes da ABNT NBR 5419-3 (Proteção contra descargas

atmosféricas) e ABNT NBR 5410 (Instalações elétricas de baixa tensão).

Notas Técnicas de Execução e Instalação:

1. Drenagem (Fundo da Caixa): O fundo da caixa de inspeção não deve ser concretado. O corpo cilíndrico deve ser assentado sobre uma camada de pedra brita (aproximadamente 5 a 10 cm de espessura) no fundo da vala. Isso garante a permeabilidade e a rápida drenagem da água da chuva ou de regas, evitando que o conector e o topo da haste fiquem permanentemente submersos, o que aceleraria processos de corrosão.
2. Nivelamento: O aro da caixa deve ser perfeitamente nivelado com o piso acabado (calçada, asfalto ou piso industrial) para evitar tropeços de pedestres ou danos durante a passagem de veículos ou máquinas de limpeza.
3. Posicionamento das Conexões: A haste de aterramento deve ser cravada no centro da caixa, garantindo que o ponto de conexão (solda exotérmica ou conector mecânico de medição) fique a uma profundidade que permita o fácil manuseio por parte do técnico inspetor, geralmente entre 10 cm e 15 cm abaixo da tampa.

gov.br
Documento assinado digitalmente
SIDNEI DA SILVA GUERRA
Data: 02/09/2026 16:21:38-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

BTS Construções Ltda
Eng. Eletricista Sidnei da Silva Guerra
CREA MG-18528-0, RNP-141377299-4