

**ÍNDICE DE REVISÕES**

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	ORIGINAL								
	ORIGINAL	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	21.12.09								
EXECUÇÃO	JADR								
VERIFICAÇÃO	JADR								
APROVAÇÃO	RRMM								

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b>	<b>E0000-ET-E04-500-039</b>
		<b>Página 2 de 13</b>

## 1. OBJETIVO

- 1.1. Fixar critérios para construção e montagem de Pontos de Teste Elétrico, integrantes do Sistema de Proteção Catódica, e de sistemas de aterramento elétrico das Estações que compõem a rede de Distribuição da POTIGÁS

## 2. NORMAS/ESPECIFICAÇÕES APLICÁVEIS

- 2.1. Para a execução das atividades descritas neste procedimento deverão ser observadas as instruções contidas nas normas abaixo:

- PETROBRAS N-2171 – Projeto de Sistema de Proteção Catódica – Duto Terrestre
- PETROBRAS N-2245 – Levantamento de Dados de Campo para Projeto de Proteção Catódica – Dutos Terrestres
- PETROBRAS N-2298 – Instalação e Pré-operação de Sistema de Proteção Catódica – Dutos Terrestres
- PETROBRAS N-2628 – Tinta Epóxi Poliamida de Alta Espessura;
- PETROBRAS N-2630 – Tinta Epóxi - Fosfato de Zinco de Alta Espessura;
- ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT NBR 5597 – Eletroduto Rígido de Aço-Carbono e Acessórios com Revestimento Protetor, com Rosca ANSI/ASME B.1.20.1;

- 2.2. As instruções descritas neste procedimento complementam as determinações contidas nas normas relacionadas neste item e as demais normas por elas referenciadas. No caso da ocorrência de conflitos entre as informações contidas neste procedimento e nas normas citadas, prevalecerão as instruções registradas nas mesmas.

## 3. PROCEDIMENTOS POTIGÁS ASSOCIADOS

- 3.1. Para a execução das atividades descritas neste procedimento deverão ser obedecidas as demais instruções contidas nas seguintes especificações técnicas da POTIGÁS:

- E0000-ET-E04-500-020 – Procedimento para Construção de CRMs Comerciais e Residenciais;
- E0000-ET-E04-500-028 – Elaboração e Fiscalização de Data-Books;
- E0000-ET-E04-500-031 – Procedimento para Construção de ERPMs Industriais e GNV;

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b>	<b>E0000-ET-E04-500-039</b>
		<b>Página 3 de 13</b>

#### **4. EQUIPAMENTOS**

4.1. Os seguintes equipamentos deverão ser empregados na execução das atividades descritas neste procedimento:

- Equipamentos para solda de topo tipo TIG (eletrodo, argônio, vareta, etc.);
- Lixadeira elétrica (equipamento e discos de desgaste);
- Grupo motor-gerador;
- Equipamentos para pintura;
- Equipamentos e materiais para serviços elétricos (alicate de ponta, alicate de corte, prensa cabo, fita isolante);
- Equipamentos e materiais para solda por brasagem (cadinho de aço inox, molde de grafite, escova de aço, martelo bola 200g, cinzel pequeno, maçarico GLP/A, lixa 50 para aço, decapante solda flux 7000, liga de estanho chumbo Sn63/Pb37, material para limpeza da liga Sn/Pb);
- Massa epóxi;
- Material para solda exotérmica (mistura pó de metal e pó inflamável, molde de grafite);
- Material para construção civil (cimento, concreto);

#### **5. PESSOAL**

5.1. Os seguintes profissionais deverão ser mobilizados para a execução das atividades descritas neste documento:

- Técnico industrial de montagem de tubulações;
- Pintor industrial;
- Técnico de segurança;
- Pedreiro;
- Eletricista;
- Ajudantes;

#### **6. CONDIÇÕES GERAIS**

- 6.1. As condições particulares de cada instalação são definidas em cada projeto, de acordo com as características locais.
- 6.2. Todos os instrumentos de medição utilizados nos serviços de pré-operação do sistema devem estar calibrados por laboratório externo de metrologia pertencente à Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou por laboratório que possua padrões rastreáveis aos da RBC ou a padrões internacionais.
- 6.3. Antes do início dos trabalhos, devem ser verificados os procedimentos detalhados de execução do serviço (incluindo-se aspectos de segurança e meio ambiente) e cronograma.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b>	<b>E0000-ET-E04-500-039</b>
		<b>Página 4 de 13</b>

- 6.4. Recomenda-se que as instalações de proteção catódica (inclusive equipamentos e emendas ou derivações de cabos elétricos) sejam locados fora da área classificada.
- 6.5. Deve ser adotada a seguinte filosofia de utilização de cabos elétricos nos SPC: cada componente do sistema (retificador, drenagem elétrica, ponto de teste do tipo simples, em tubo-camisa ou em junta isolante, caixa de interconexão etc.) deve possuir um cabo específico para cada duto da faixa, não sendo permitida qualquer interligação elétrica entre tubulações, que não seja no interior desses componentes, ou seja, não se admite qualquer interligação enterrada ou aérea entre tubulações.
- 6.6. Todos os dutos novos ou existentes devem ser interligados eletricamente, através de cabo próprio, a todos os pontos de teste, retificadores, drenagens elétricas e caixas de interconexão da faixa comum.
- 6.7. Antes do início dos serviços devem ser providenciadas as obtenções de licenças e autorizações dos proprietários, necessárias à completa e perfeita execução dos serviços.

## **7. INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO, ARMAZENAMENTO, MANUSEIO E PRESERVAÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

### **7.1. Inspeção de Recebimento**

- 7.1.1. Os materiais e equipamentos, inclusive embalagens ou acondicionamentos, devem ser inspecionados logo após o seu recebimento e antes de sua aplicação na montagem, devendo estar de acordo com os documentos de compra e especificações de projeto e em condições normais para aplicação.
- 7.1.2. Os materiais e equipamentos devem se apresentar embalados e isentos de avarias, de acordo com as suas especificações.
- 7.1.3. Todos os materiais novos devem ser aceitos ou rejeitados no canteiro de obra, não se admitindo reparos no campo.

### **7.2. Armazenamento, Manuseio e Preservação**

- 7.2.1. Os materiais devem ser preservados no período compreendido entre as fases de recebimento e de aplicação na montagem, levando-se em conta o tempo, a embalagem, o acondicionamento, o local e o tipo de armazenamento.

Nota: Embalagens à base de polietileno ou polipropileno não devem ficar expostas à luz solar.

- 7.2.2. Todos os materiais, embalagens ou acondicionamentos sujeitos à deterioração com o tempo devem ser armazenados de tal forma, que possam ser utilizados, primeiramente, aqueles com menor tempo de validade.
- 7.2.3. Todos os materiais e equipamentos devem ser cuidadosamente transportados e manuseados, evitando-se choques, quebras, amassamentos ou avarias em geral.
- 7.2.4. Armazenamento, Manuseio e Preservação de Cabos Elétricos

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b>	<b>E0000-ET-E04-500-039</b>
		<b>Página 5 de 13</b>

7.2.4.1. Os cabos elétricos devem ser manuseados com cuidado, de forma a não danificar o seu isolamento. Quando recebidos em bobinas, os cabos elétricos devem sempre ser mantidos com o eixo do carretel na posição horizontal, devendo as bobinas ficar isoladas do solo e a extremidade do cabo permanecer presa e vedada.

7.2.4.2. Os cabos com isolamento de polietileno não devem ficar expostos à luz solar.

7.2.4.3. Quando recebidos em rolos, os cabos elétricos devem ser armazenados em prateleiras, em locais fechados, limpos, secos e a extremidade do cabo permanecer presa e vedada.

7.2.5. Armazenamento, Manuseio e Preservação de Juntas de Isolamento Elétrico.

7.2.5.1. As juntas do tipo monobloco devem ter sua continuidade testada e, em seguida, devem ser armazenadas na posição vertical, isoladas do solo e protegidas contra danos mecânicos.

7.2.5.2. Os conjuntos para isolamento elétrico de flanges à base de “celeron” devem ser armazenados em suas embalagens originais, em locais limpos, secos e protegidos contra intempéries, danos mecânicos e sobre prateleiras.

7.2.6. Armazenamento, Manuseio e Preservação de Outros Materiais

7.2.6.1. Muflas, conectores, caixas metálicas, supressores de transientes e hastes de aterramento devem ser armazenados em suas embalagens originais e em locais limpos, secos e protegidos contra intempéries, danos mecânicos e sobre prateleiras.

## **8. CONSTRUÇÃO E MONTAGEM**

### **8.1. Instalação dos Cabos Elétricos**

8.1.1. Os cabos devem ser lançados, preferencialmente, direto ao solo, conforme o corte C-C da FIGURA A, envolvidos em camadas de areia fina ou terra peneirada.

Nota: Para proteção e sinalização dos cabos, devem ser usadas lajetas de concreto pigmentado em vermelho, conforme o corte C-C da FIGURA A.

8.1.2. Para instalação dos cabos em eletrodutos (aço ou PVC, conforme projeto) envelopados em concreto, observar os procedimentos descritos abaixo:

- a) Os envelopes devem ser construídos em valas com largura e profundidade de acordo com a quantidade e o diâmetro dos eletrodutos e construídos conforme os cortes A-A e B-B da FIGURA A, devendo ser colocada, sobre os envelopes, terra do local compactada, mantendo-se o alinhamento e o nivelamento corretos;

Nota: Alternativamente ao envelope, de acordo com o projeto, pode ser utilizado eletroduto de PEAD, conforme o corte D-D da FIGURA A

- b) Devem ser previstas caixas de passagem em alvenaria ou concreto (podendo ser utilizado manilhas de concreto) com tampas, conforme projeto, ao longo do traçado

	<p align="center"><b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b></p>	<p align="center"><b>E0000-ET-E04-500-039</b></p>
		<p align="center"><b>Página 6 de 13</b></p>

dos envelopes, construídas de acordo com o item 8.4 e distribuídas, conforme descrito a seguir:

- de 50 m em 50 m, no máximo, em trechos retilíneos;
- nas mudanças de direção do envelope ou eletroduto de PEAD;

Nota: A colocação de caixas adicionais pode ser feita de acordo com critérios de projeto.

- c) A confecção dos envelopes deve ser efetuada com fôrmas de madeira;
- d) Pode ser admitido o lançamento de concreto diretamente sobre os eletrodutos, desde que as dimensões do envelope sejam mantidas iguais ou superiores às indicadas no projeto;
- e) Na confecção dos envelopes não deve ser permitida a mistura de concreto com materiais estranhos, tais como: solo ou água existente no local;
- f) Os eletrodutos devem estar livres de rebarbas e no interior das caixas de passagem devem ser previstas buchas seladoras ou terminais com massa de vedação;
- g) Eletrodutos de PVC só devem ser utilizados em situações em que o envelope não venha a sofrer esforços de flexão, devendo ser instalados com armação conforme apresentada no corte A-A da FIGURA B; a passagem de cabos em eletrodutos deve ser feita com talco industrial, de forma lenta e uniforme e sem exceder o limite de 4 kgf/mm<sup>2</sup>;
- h) Os eletrodutos metálicos devem ser de aço-carbono galvanizado pesado, com costura, extremidades roscadas, rosca ANSI/ASME B1.20.1 NPT, especificação padrão conforme a norma ABNT NBR 5597;
- i) Os eletrodutos devem ter diâmetro compatível com a quantidade e seção dos cabos a serem instalados, devendo-se adotar uma taxa máxima de ocupação da ordem de 60 % de sua área transversal.

8.1.3. Os cabos elétricos utilizados nas instalações de proteção catódica devem possuir as características descritas abaixo:

- a) Singelo, de cobre eletrolítico (têmpera mole) e classe de tensão 1 kV;
- b) Seção mínima de 6 mm<sup>2</sup>, para os pontos de teste e aterramentos;
- c) Características do isolamento: Isolamento e capa externa de PVC (de acordo com as normas ABNT e IPCEA)

8.1.4. Os cabos devem ser manuseados com cuidado, para preservar seus isolamentos elétricos.

8.1.5. Devem ser evitadas emendas de cabos elétricos, e caso as emendas sejam imprescindíveis, devem ser executadas com muflas, conforme a FIGURA C.

8.1.6. Trechos de afloramento (do solo ou do concreto com a atmosfera) dos eletrodutos (equipamentos elétricos, pontos de teste e outros) devem receber uma camada de massa asfáltica ou carbolástico no 2, sendo 10 cm para cada lado da interface.

8.1.7. Os cabos elétricos no interior dos equipamentos, conexões nos dutos, caixas de passagem e/ou de interligação e pontos de teste devem ser perfeitamente identificados em seus corpos através de anilhas plásticas termocontráteis em ambas extremidades.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b>	<b>E0000-ET-E04-500-039</b>
		<b>Página 7 de 13</b>

## 8.2. Pontos de Teste

- 8.2.1. Os pontos de teste devem ser dos tipos descritos nas alíneas abaixo, cujo esquema de ligação nos dutos encontra-se na FIGURA D:
- Ponto de teste simples: deve possuir um cabo elétrico para cada duto, onde uma de suas extremidades deve ser conectada à tubulação e a outra, conduzida para fora do solo até o interior do invólucro protetor do ponto de teste, o qual deve ser construído de forma a permitir o contato elétrico externo a essa ponta durante as medições de potencial tubo-solo;
  - Ponto de teste em tubo-camisa: deve possuir 2 cabos elétricos, sendo um conectado ao duto, instalado conforme o item 5.6.1 alínea a) e outro ao respectivo tubo-camisa;
  - Ponto de teste em junta isolante: deve possuir 2 cabos elétricos, conectados um em cada lado da junta isolante, sendo um ao duto, instalado conforme alínea a), com seu sistema de proteção catódica, e outro ao duto, com outro sistema de proteção catódica ou isolado.
- 8.2.2. Os pontos de teste devem ser localizados ao longo da diretriz dos dutos de acordo com as orientações básicas abaixo:
- Devem ser distribuídos de modo que se tenha um ponto de teste, no máximo, a cada 3 km de duto, seja o ponto do tipo simples, em tubo-camisa ou em junta isolante, sendo que nos trechos em que as tubulações estiverem em áreas urbanas o espaçamento deve ser igual ou inferior a 2 km;
  - Considerando os espaçamentos citados na alínea a) acima, devem também ser previstos pontos de teste nos locais relacionados a seguir:
    - Em cada junta isolante ou conjunto de juntas isolantes;
    - Em tubos-camisa;
    - Em cruzamentos ou aproximações com tubulações metálicas de terceiros, devendo ser acrescentados bornes terminais adicionais para recebimento dos cabos elétricos de cada um desses dutos, os quais só devem ser interligados aos dutos em questão, caso a pré-operação assim o decida;
    - Nos trechos próximos a leitos de anodos de terceiros;
    - Em cruzamentos ou aproximações com estradas, ferrovias e metrovias eletrificadas, metrovias e ferrovias não eletrificadas, mas que apresentem correntes elétricas de interferência;
    - Nos locais onde, estando a tubulação sujeita a correntes de interferência, possa haver a saída dessas correntes;
    - A aproximadamente metade da distância entre retificadores consecutivos;
    - Junto aos equipamentos elétricos e drenagens;
    - Em uma das margens de rios, lagos e canais mais importantes ou em cada margem, caso a largura seja superior a 100 m;
    - Válvulas de bloqueio;
    - Nas derivações das tubulações.



	<p align="center"><b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b></p>	<p align="center"><b>E0000-ET-E04-500-039</b></p>
		<p align="center"><b>Página 8 de 13</b></p>

8.2.3. Quanto à forma construtiva, os pontos de teste podem ser dos tipos descritos abaixo:

8.2.3.1. Ponto de teste aéreo em caixa de alumínio, conforme as FIGURAS D e E e ANEXO B e o seguinte:

- a) A tampa das caixas deve possuir parafusos passantes (ver FIGURA E);
- b) A ligação dos conectores da tampa à régua de bornes terminais do interior da caixa deve obedecer a seguinte seqüência:
  - Primeiro conector externo: ligado ao borne “a” de um dos dutos;
  - Segundo, terceiro e demais conectores externos: ligados ao lado isolado ou tubo-camisa de cada tubulação, ou seja, ao borne “c” de cada duto;
  - Os pontos de teste localizados em cruzamentos ou aproximações com tubulações de terceiros devem possuir um conector externo adicional para cada um desses dutos;
  - O último borne deverá ser sempre ligado ao aterramento da Estação (caso exista);
  - Este último borne (aterramento) deve estar conectado por jumper ao borne relativo a parte aérea da tubulação;
  - O borne conectado ao trecho protegido pela SPC (à montante da junta de isolamento) deve ser conectado ao borne que corresponde ao trecho aéreo por intermédio de um supressor de transiente (conforme descrito no item 8.6);
- c) Na parte interna da tampa das caixas deve ser colocada uma plaqueta de identificação, associando os bornes terminais aos respectivos dutos, tubos-camisa, lados isolados ou tubulações de terceiros, conforme o detalhe “B” da FIGURA E;
- d) Caso não haja espaço na parte interna da tampa frontal, a placa de informações deve ser fixada na lateral esquerda no interior da caixa metálica.
- e) Os conectores externos à caixa metálica devem ser interligados a vergalhões de aço, identificados conforme o conector respectivo, através de pintura que não se deteriore com o tempo ou baixo relevo na caixa de concreto e sobre o alinhamento do vergalhão, devendo ser estimado o percentual de pontos de teste a serem abrigados.

8.2.3.2. Ponto de teste aéreo em moirão de concreto, construído conforme a FIGURA F.

8.2.3.3. Ponto de teste aéreo em tubo de PVC, construído conforme a FIGURA G.

8.2.3.4. Ponto de teste enterrado em manilha de concreto, para áreas urbanas, conforme ANEXO C a este procedimento;

8.2.4. Os pontos de teste devem ser instalados em locais protegidos contra inundação e/ou erosão, em terreno firme e com boas condições de acesso.

8.2.5. A instalação do ponto de teste com as ligações dos cabos elétricos no seu interior deve ser realizada imediatamente após o lançamento da tubulação, ou posteriormente, sendo que, nessa última condição, devem ser tomados os cuidados descritos a seguir:



	<p align="center"><b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b></p>	<p align="center"><b>E0000-ET-E04-500-039</b></p>
		<p align="center"><b>Página 9 de 13</b></p>

- a) As extremidades dos cabos devem ser reunidas em um ponto junto ao cabo de menor comprimento;
- b) Todas as extremidades devem ser identificadas com material que não se deteriore em contato com o solo ou identificadas por marcação com pequenos entalhes no próprio isolamento, na ponta do cabo;
- c) No ponto de reunião dos cabos deve ser previsto um comprimento adicional da ordem de 2,5 m acima do solo;
- d) O ponto de reunião dos cabos deve ser enterrado e identificado com um marco de concreto, a fim de se evitar furto dos cabos, devendo as extremidades de cobre ser isoladas com fita de autofusão ou equivalente.

8.2.6. No afloramento dos cabos elétricos, a conexão elétrica aos trechos aéreos da tubulação deve ser efetuada conforme mostrado no ANEXO B.

8.2.7. Os cabos elétricos devem ser lançados através de eletrodutos, a uma profundidade mínima de 50 cm, deixando uma folga no comprimento do cabo elétrico, para evitar possíveis esforços mecânicos nas conexões no interior da caixa ou nas conexões cabo/tubo.

8.2.8. Quando solicitado, os pontos de teste devem ser fornecidos com semicélulas de referência permanentes de Cu/CuSO<sub>4</sub>, instaladas conforme a FIGURA H, observando-se o disposto a seguir:

- a) A semicélula deve ser instalada após o enterramento do duto, observando-se que, na colocação de terra sobre o duto, deve-se manter as mesmas características do solo existente junto ao duto;
- b) O ponto de teste deve possuir um borne terminal a mais (inclusive externo, onde for o caso) para recebimento do cabo elétrico da semicélula, o qual deve ser identificado com as letras "SC";
- c) Se houver cupom de proteção catódica acoplado à semicélula, a montagem deve ser de acordo com as orientações do fabricante.

8.2.9. Os pontos de teste em junta isolante devem ser, preferencialmente, do tipo aéreo em caixa de alumínio e localizados o mais próximo possível das juntas, **porém fora de área classificada**.

### 8.3. Caixas de Interconexão Metálicas

8.3.1. As caixas de interconexão metálicas possuir as características de acordo com os critérios definidos no projeto.

8.3.2. Sempre que houver equipamentos elétricos que protejam catodicamente mais de um duto deve ser prevista uma caixa de interconexão para os dutos, instalada junto ao equipamento.

8.3.3. Esta caixa deve ser montada e instalada conforme a FIGURA I, devendo-se deixar folga suficiente nos cabos para medição de corrente através de amperímetro-licate.

8.3.4. A base de sustentação da caixa de interconexão metálica deve ficar, no mínimo, a 10 cm acima do nível do terreno e possuir dimensões compatíveis com os

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b>	<b>E0000-ET-E04-500-039</b>
		<b>Página 10 de 13</b>

envelopes aos quais está interligada, conforme projeto, ilustrada pela vista A-A da FIGURA A.

- 8.3.5. As caixas metálicas aéreas devem ficar niveladas e alinhadas, e os eletrodutos (diâmetro mínimo de 1 in) aprumados corretamente na posição vertical com bucha terminal e massa de vedação nas extremidades.
- 8.3.6. As caixas metálicas e os eletrodutos devem ser pintados conforme norma regulamentadora no 26 (NR-26), na cor cinza escuro (código 0035) conforme norma PETROBRAS N-1219.
- 8.3.7. Os eletrodutos devem receber revestimento anticorrosivo na região de afloramento, conforme FIGURA I.

#### **8.4. Caixas de Passagem de Concreto ou Alvenaria**

- 8.4.1. As caixas de passagem de concreto ou alvenaria devem ser construídas conforme as FIGURAS J e K.

#### **8.5. Junta de Isolamento Elétrico**

- 8.5.1. As juntas isolantes devem possuir os dispositivos de proteção conforme item 8.6.
- 8.5.2. Junta de Isolamento Elétrico Tipo Monobloco
  - 8.5.2.1. As juntas de isolamento elétrico do tipo monobloco devem ser soldadas à tubulação de acordo com os procedimentos de soldagem qualificados para a construção da tubulação, conforme recomendações do fabricante.
  - 8.5.2.2. As juntas devem ser testadas quanto à continuidade elétrica, a seco, antes de sua soldagem à tubulação, devendo ser garantida uma resistência de isolamento entre as partes mínimas de 5 MΩ.
- 8.5.3. Junta de Isolamento Elétrico Tipo Flange
  - 8.5.3.1. As juntas de isolamento elétrico do tipo flange devem obedecer às FIGURAS L e L, com cartuchos e arruelas também isolantes.
  - 8.5.3.2. As juntas isolantes devem ser montadas, inicialmente, sem os cartuchos e arruelas.
  - 8.5.3.3. Posteriormente, após o alinhamento dos flanges, os parafusos estoijos devem ser desmontados diametralmente, um a um, para a colocação de cartuchos e arruelas.
  - 8.5.3.4. Após a conclusão da montagem, as juntas devem ser testadas quanto a sua continuidade elétrica, conforme procedimento aprovado pela PETROBRAS.

#### **8.6. Dispositivo de Proteção de Juntas Isolantes**

- 8.6.1. Deve ser instalado um dispositivo de proteção para cada junta isolante, por meio de um supressor de transientes de tensão (classe mínima de 380 Vca - 40 kA) por duto, instalado no interior do respectivo ponto de teste em junta isolante, entre os bornes terminais dos lados protegidos e isolados de cada duto, conforme item 5.6.

	<p align="center"><b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTEs E ATERRAMENTOS</b></p>	<p align="center"><b>E0000-ET-E04-500-039</b></p>
		<p align="center"><b>Página 11 de 13</b></p>

## 8.7. Conexões de Cabo Elétrico dos PTEs ao Duto

- 8.7.1. Os processos de conexão dos cabos elétricos dos PTEs aos dutos pode se dar de quatro diferentes formas. O tipo de conexão deve ser feito utilizando-se a seguinte sequência prioritária:
- Conexão por intermédio de fixação de bornes tipo olhal em parafusos de flanges próximos;
  - Conexão por fixação de bornes tipo olhal em weldolet soldado à tubulação (exclusiva para dutos ainda fora de operação – em instalação)
  - Solda por brasagem;
  - Solda exotérmica;
- 8.7.2. Os procedimentos a), c) e d) acima podem ser executados com o duto em operação, pressurizado ou alinhado com a planta.
- 8.7.3. Nos casos de soldas ( c) e d) )A espessura real mínima do substrato deve ser de 3,2 mm.
- 8.7.4. Os procedimentos a) e b) acima são exclusivos para trechos de dutos aéreos;
- 8.7.5. Nos casos de conexão por solda, esta deve estar afastada, no mínimo, 200 mm de qualquer outra solda do duto e não deve ser realizada em curvas do duto.
- 8.7.6. O procedimento de soldagem deve ser tal que a penetração do cobre no tubo seja inferior a 1 mm;
- 8.7.7. A solda exotérmica deve ser executada conforme a FIGURA N, sendo a carga máxima admissível para solda exotérmica de 15 g. A seção máxima do cabo deve ser de 16 mm<sup>2</sup>.
- 8.7.8. A solda por brasagem deve ser executada conforme ANEXO E desta Norma, utilizando ligas de baixo ponto de fusão à base de chumbo e estanho.
- 8.7.9. A conexão por borne tipo olhal deve ser feita no parafuso dos flanges mais próximos da junta, sendo que este não pode estar a mais de 500mm da junta. Caso esteja, deve-se optar por outro método de conexão;
- 8.7.10. Isolamento das Conexões Após a Soldagem
- 8.7.10.1. O isolamento das conexões em trechos aéreos e enterrados da tubulação deve ser executado em toda superfície metálica exposta (duto, solda e ponta do cabo elétrico), devendo a superfície ser limpa ao metal quase branco (SA 2 1/2);
- 8.7.10.2. Nos casos de soldagem dos cabos por intermédio de brasagem ou exotérmica, deverá ser feita proteção adicional composta do revestimento original, mastique ou massa epóxi.
- 8.7.10.3. Após a efetivação da conexão (com ou sem massa epóxi), a superfície deve ser pintada com 200 µm de tinta de fundo e 200 µm de tinta de acabamento, conforme as normas PETROBRAS N-2630 e N-2628, respectivamente.

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b>	<b>E0000-ET-E04-500-039</b>
		<b>Página 12 de 13</b>

## 8.8. Aterramento

- 8.8.1. Os aterramentos devem ser executados de modo a se permitir uma impedância máxima de 10  $\Omega$ .
- 8.8.2. Excetuando-se projetos especiais, o aterramento do sistema se dará por intermédio de uma só haste de aterramento “copperweld”, com dimensões de  $\phi 19 \times 3.000\text{mm}$ .
- 8.8.3. A haste deve ser instalada no interior de manilha de concreto de  $\phi 12''$ , com poço de inspeção.
- 8.8.4. A tampa deve ter pintura zebreada em preto e amarelo.
- 8.8.5. O condutor metálico deve ser de, no mínimo  $6\text{mm}^2$ , conforme especificação deste procedimento.
- 8.8.6. O conjunto deve ser montado conforme ANEXO D a este procedimento;
- 8.8.7. A conexão do aterramento à Estação deverá se dar, onde houver disponibilidade, por intermédio do PTE em caixa de alumínio.
- 8.8.8. Devem ser seguidas as demais especificações deste procedimento, onde aplicável, especialmente aquelas relativas aos condutores e eletrodutos descritas em 8.1.
- 8.8.9. Ao sistema de aterramento devem, obrigatoriamente, estar conectados:
  - a) O skid da estação,
  - b) A cerca de proteção do abrigo da estação;
  - c) A parte aérea da Estação, desde que devidamente isolado do SPC através de junta de isolamento;
  - d) Outros elementos metálicos ou com alimentação elétrica que façam parte da RDGN;

## 9. DATA BOOK

- 9.1. Deverá ser fornecido todo o projeto e documentação dos materiais fornecidos pela contratada.
- 9.2. Deverá ser fornecido um jogo de CATÁLOGOS, MANUAIS, NOTAS FISCAIS e CERTIFICADOS para todos os instrumentos e equipamentos, bem como a identificação dos componentes utilizados.
- 9.3. Devem acompanhar também os certificados de calibração de todos os instrumentos utilizados, devendo os mesmos estar dentro do prazo de validade das aferições;
- 9.4. Devem ainda ser apresentados os relatórios de todos os ensaios realizados, devidamente assinado pelos profissionais qualificados responsáveis.
- 9.5. Os testes a serem aplicados devem ser os especificados no procedimento POTIGAS E0000-ET-E04-500-028 – Elaboração e Fiscalização de Data-Books.
- 9.6. Deve fazer parte do data-book a cópia da ART devidamente assinada e acervada junto ao CREA-RN, constando os serviços de solda em carga e trepanações realizados.
- 9.7. A Estação só poderá ser instalada em campo após o recebimento do respectivo data-book

	<p align="center"><b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CONSTRUÇÃO DE PTES E ATERRAMENTOS</b></p>	<p align="center"><b>E0000-ET-E04-500-039</b></p>
		<p align="center"><b>Página 13 de 13</b></p>

## **10. AS-BUILT**

10.1. Deverá ser fornecido as-built que apontem diferenças entre o executado e o projeto fornecido pela POTIGAS.

## **11. ANEXOS**

11.1. São anexos deste documento.

- a) ANEXO A – Lista de figuras associados a este procedimento;
- b) ANEXO B – Detalhe do Ponto de Teste em caixa de alumínio;
- c) ANEXO C – Detalhe do Ponto de Teste enterrado em manilha de concreto;
- d) ANEXO D – Esquema de aterramento;
- e) ANEXO E – Procedimento para a brasagem fraca de cabos elétricos em dutos;