

PROJETO DE REDES ELÉTRICAS EM ENVELOPES DE CONCRETO E COM CABOS DIRETAMENTE NO SOLO

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Esta Norma é a Revalidação da revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatária): Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. – PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 06

Eletricidade

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

PREFÁCIO

Esta Norma PETROBRAS N-1996 REV.B FEV/2000 é a Revalidação da Norma PETROBRAS N-1996 REV. A AGO/99, não tendo sido alterado o seu conteúdo.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para projeto de redes elétricas em envelope de concreto e com cabos lançados diretamente no solo, para instalações da PETROBRAS.

1.2 Esta Norma se aplica a serviços iniciados a partir da data de sua edição.

1.3 Esta Norma contém Requisitos Mandatórios e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

PETROBRAS N-298	- Símbolos Gráficos e Designações Empregados nos Desenhos de Detalhamento de Instalações Elétricas Industriais;
PETROBRAS N-305	- Acessórios para Caixas de Enfição (Manholes-EMH);
PETROBRAS N-1711	- Detalhes de Caixa de Enfição (Manholes-EMH) para Uso em Rede Elétrica Subterrânea;
PETROBRAS N-1818	- Eletroduto Rígido - Requisição de Material;
PETROBRAS N-1842	- Caixa de Enfição com Tampa Lisa - Requisição de Material;
PETROBRAS N-2040	- Apresentação de Projetos de Eletricidade;
PETROBRAS N-2356	- Implantação de Rede Telefônica em Prédio e Unidade;
NFPA 70	- National Electrical Code;
IEC 287	- Calculation of the Continuous Current Rating of Cables (100 % Load Factor).

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições indicadas nos itens 3.1 e 3.2.

3.1 Rede Elétrica Subterrânea Principal

Conjunto de instalações destinado a efetuar a interligação entre as diversas subestações que compõem o sistema elétrico de distribuição e a central de geração e/ou de recebimento de energia elétrica. Esta alimentação compreende principalmente a alimentação de força, controle, sinalização e comunicação.

3.2 Rede Elétrica Subterrânea Secundária

Conjunto de instalações elétricas não abrangido pelo item anterior.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Escolha do Tipo da Rede

4.1.1 Cabos Lançados Diretamente no Solo

Este tipo de instalação deve ser adotado, apenas, quando ocorrerem todas as seguintes condições:

- a) solo sem contaminação química capaz de afetar o cabo;
- b) disponibilidade de área para instalação;
- c) instalação externa à áreas de processo;
- d) estudo técnico-econômico indique ser vantajoso;
- e) solo com característica física adequada.

Nota: Solo pantanoso com recalque contínuo é um exemplo de solo inadequado.

4.1.2 Cabos em Envelopes de Concreto

Este tipo de instalação deve ser adotado preferencialmente. Seu uso é obrigatório nos seguintes casos:

- a) exigência de normas específicas como por exemplo, alimentação de unidades por parte de concessionária de energia elétrica;
- b) instalação do sistema de comunicações, conforme norma PETROBRAS [N-2356](#).

4.2 Interferências com Sistemas e Estruturas

4.2.1 A escolha do caminhamento das redes principais deve atender aos seguintes critérios:

- a) evitar passagem por áreas destinadas a futuras instalações;



- b) evitar passagem em:
 - unidades de processo;
 - interior de diques de tanques;
 - casas de bombas;
 - áreas destinadas à instalação de equipamentos externos das subestações;
 - áreas pavimentadas;
- c) evitar que a rede fique instalada paralelamente: abaixo ou acima de tubulações subterrâneas; ou sob tubulações aparentes;
- d) minimizar o comprimento da rede;
- e) permitir ampliações;
- f) minimizar as mudanças de direção;
- g) reduzir o volume de escavação e os serviços de recomposição do terreno;
- h) facilitar o lançamento e a manutenção dos cabos e redes.

4.2.2 A escolha do caminhamento das redes secundárias deve atender aos seguintes critérios:

- a) idem alíneas a), d), e), f), g), h) anteriores;
- b) manter espaçamento adequado de linhas ou equipamentos que operam com temperatura externa acima do ambiente;
- c) manter espaçamento adequado entre cabos do sistema de instrumentação e os outros sistemas.

4.3 Detalhamento

4.3.1 O projeto deve prever a identificação através da pigmentação vermelha (vermelhão) na face superior dos envelopes. Quando utilizada lajotas para proteção dos cabos diretamente enterrados conforme FIGURA A-2, a pigmentação também é necessária.

4.3.2 O afloramento das redes deve ser feito através de eletroduto de aço galvanizado do tipo pesado, especificado de acordo com a norma PETROBRAS [N-1818](#) e protegido por envelope de concreto. Caso a continuação da rede após o afloramento (instalação aparente) seja em eletrodutos de alumínio, a transição entre o eletroduto de aço e o eletroduto de alumínio deve ocorrer na luva embutida no concreto. (item 4.3.6)

4.3.3 A locação do afloramento dos eletrodutos de alimentação, controle e aterramento de motores deve ser posicionada em plantas ou desenhos de detalhes.

4.3.4 A extremidade livre do eletroduto aflorado deve se situar a 300 mm acima do piso acabado e ser dotada de luva roscada.

4.3.5 A profundidade da rede nos pontos de afloramento deve permitir a execução do raio mínimo de curvatura para os eletrodutos de proteção dos cabos, de forma que a curva se inicie e termine abaixo do nível do solo.

4.3.6 Devem ser previstas luvas nos postos de afloramento de eletrodutos, embutidas no concreto, a 50 mm da superfície de afloramento, de forma a permitir uma fácil substituição de partes corroídas dos eletrodutos.

4.3.7 O raio mínimo de curvatura para eletrodutos deve ser estabelecido em função do raio mínimo de curvatura para os cabos que devem ocupá-los, bem como em função da capacidade de dobramento dos eletrodutos sem sofrer danos mecânicos (8 vezes o diâmetro externo do eletroduto).

4.3.8 No projeto da rede elétrica deve-se procurar minimizar o volume de escavação e o de recomposição do terreno.

4.3.9 A bitola mínima para eletroduto de aço galvanizado deve ser 25 mm (1") e para eletroduto não metálico 50 mm (2").

4.3.10 A taxa de ocupação dos eletrodutos por cabos de baixa e média tensão deve ser a seguinte:

- a) 53% no caso de um condutor ou cabo;
- b) 31% no caso de dois condutores ou cabos;
- c) 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos.

4.3.11 A capacidade de condução de corrente dos cabos instalados em redes subterrâneas deve seguir as recomendações da IEC 287.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Cabos Lançados Diretamente no Solo

5.1.1 Na escolha do caminhamento da rede deve ser considerado os seguintes raios de curvatura dos cabos:

- a) cabos secos não armados:
 - 8 vezes o diâmetro externo;
- b) cabos armados ou blindados:
 - 12 vezes o diâmetro externo;
- c) cabos isolados com papel impregnado:
 - 20 vezes o diâmetro externo.

5.1.2 A distância horizontal entre a parede da vala e redes de esgoto, drenagem, tubulações subterrâneas e fundações não deve ser menor do que 300 mm.

5.1.3 O espaçamento mínimo entre os cabos de uma rede deve atender aos valores indicados na TABELA 1.

TABELA 1 - ESPAÇAMENTO MÍNIMO ENTRE CABOS EM REDES DIRETAMENTE ENTERRADAS

Caso	Espaçamento (mm)
Entre cabos de força	200
Entre cabos de força e controle	150
Entre cabos de controle	100

Nota: 3 cabos unipolares em formação trifólio devem ser considerados como um cabo de força tripolar para efeito da TABELA acima.

5.1.4 A disposição dos cabos na rede deve atender ao recomendado nas FIGURAS A-1 e A-2 do ANEXO A.

5.1.5 O afloramento dos cabos deve ser feito através de eletroduto metálico em envelope de concreto, conforme FIGURA A-3 do ANEXO A.

5.1.6 Pode-se conseguir uma redução na profundidade de lançamento dos cabos usando-se o critério: para cada 50 mm de concreto de proteção (lajotas), a profundidade pode ser reduzida de 150 mm. **[Prática Recomendada]**

5.1.7 A profundidade máxima recomendada para a vala deve ser de 1 200 mm. O recobrimento mínimo da rede elétrica deve respeitar as tabelas 300-5 e 710-4 b do NFPA 70. **[Prática Recomendada]**

5.1.8 O caminhamento das redes com cabos diretamente enterrado deve ser identificado através de marcos, de acordo com a FIGURA A-4 do ANEXO A, localizados da seguinte maneira:

- a) nos pontos onde os cabos sofram mudança de direção;
- b) em pontos regularmente espaçados com distância não superiores a 30 m.

- Notas:
- 1) Cada marco deve conter, no mínimo, um número de identificação e informações sobre o tipo e tensão dos cabos sinalizados pelo marco.
 - 2) Em área pavimentada a sinalização deve ser feita no piso, conforme FIGURA A-2 do ANEXO A.

5.1.9 Os cruzamentos das redes com rodovias, ferrovias ou outros tipos de vias de trânsito pesado devem ser projetados de acordo com a FIGURA A-5 do ANEXO A.

5.1.10 Os cruzamentos entre cabos de força, força com controle e/ou instrumentação devem seguir as recomendações contidas nas FIGURAS A-6, A-7, A-8 e A-9 do ANEXO A.

5.1.11 Os cabos devem ser cobertos conforme FIGURA A-2, com misturas de areias naturais com granulometrias escolhidas a fim de se obter um alto grau de compactação do solo com elevada densidade a seco e, protegidos ainda por placas de concreto (lajotas). Acima das placas de concreto deve ser depositada areia compactada até o nível do piso.

5.1.12 Cabos de aterramento com função específica de interligação à malha de terra podem correr na mesma vala dos cabos isolados, dispostos nos cantos inferiores. Cabos de aterramento integrantes da malha de aterramento não devem correr na mesma vala dos cabos isolados.

5.2 Redes Elétricas em Envelopes de Concreto

5.2.1 Devem ser utilizados eletrodutos de aço galvanizado do tipo pesado. O uso de eletrodutos de PVC é aceito para circuitos de iluminação pública desde que o envelope seja específico para esta finalidade.

5.2.2 Nas travessias de ruas e em locais de movimentação de veículos pesados e/ou cargas, a rede deve ser suficientemente armada com vistas a absorver os esforços provenientes das sobrecargas que porventura existirem durante a fase de construção e/ou operação.

5.2.3 O envelope deve ser projetado de maneira a não haver acúmulo de água no interior dos eletrodutos. Não devem existir pontos baixos na rede entre extremidades dos segmentos do envelope.

5.2.4 Devem ser tomados cuidados na execução do projeto da rede de envelopes, a fim de evitar o acúmulo d'água nas caixas de passagem. Para tal, deve ser estudado o tipo mais adequado do sistema de drenagem a ser utilizado.